

[별표 1-8]

KN 16-2-3

전자파장해 및 내성 측정기구와  
방법에 대한 규정

2-3 : 전자파장해 및 내성 측정방법  
- 방사성 장해 측정 -

## 목 차

1. 적용 범위 .....	3
2. 참조 규격 .....	3
3. 용어 정의 .....	3
4. 피측정 방해의 유형 .....	9
5. 측정 장비의 연결 .....	10
6. 일반적인 측정 요구규격과 조건 .....	10
7. 방사성 방해의 측정 .....	22
8. 방출 측정의 자동화 .....	63
부록 A(정보) 주변 전자파잡음 존재시 방해의 측정 .....	69
부록 B(정보) 스펙트럼 분석기와 주사형 수신기의 사용방법 .....	83
부록 C(정보) 평균값 검파기 사용을 위한 주사율과 측정시간 .....	86
부록 D(정보) 적합성 시험에 적용되는 진폭확률분포(APD) 측정법의 설명 .....	91
부록 E(규정) 적합성 시험을 위한 스펙트럼 분석기의 적절성 결정 .....	93

## 1. 적용 범위

이 시험방법은 주파수 범위 9 kHz ~ 18 GHz 에서 방사성 방해 현상을 측정하기 위한 방법을 규정하는 기본 규격이다. 측정 불확도는 CISPR 16-4-1과 CISPR 16-4-2에서 규정하고 있다.

## 2. 참조 규격

다음의 참조규격은 이 시험방법의 적용에 반드시 필요하다. 출판년도가 표기된 참조규격에 대해서는, 인용된 판만을 적용한다. 출판년도가 표기되지 않은 참조규격에 대해서는, 해당 참조규격의 최신판(개정판도 포함)을 적용한다.

KN 14-1 : 가정용 전기기기류 및 전동기기류 전자파 장애방지 시험방법

KN 16-1-1 : 전자파장해 및 내성 측정 기구와 방법에 대한 규정 1-1: 전자파장해 및 내성 측정기구 - 측정기구

KN 16-1-2 : 전자파장해 및 내성 측정 기구와 방법에 대한 규정 1-2: 전자파장해 및 내성 측정기구 - 전도성 장해 측정용 보조장비

KN 16-1-4 : 전자파장해 및 내성 측정 기구와 방법에 대한 규정 1-4: 전자파장해 및 내성 측정기구 - 방사성 방해 측정용 안테나와 시험장

KN 16-2-1 : 전자파장해 및 내성 측정 기구와 방법에 대한 규정 2-1: 전자파장해 및 내성 측정방법 - 전도성 장해 측정

CISPR 16-4-1 : 전자파장해 및 내성 측정 기구와 방법에 대한 규정 4-1: 불확도, 통계 및 허용기준 모델링- 표준화된 EMC시험에 있어서의 불확도

CISPR 16-4-2 : 전자파장해 및 내성 측정 기구와 방법에 대한 규정 4-2: 불확도, 통계 및 허용기준 모델링- 측정기기 사용에 있어서의 불확도

CISPR 16-4-5 : 전자파장해 및 내성 측정 기구와 방법에 대한 규정 4-5: 불확도, 통계 및 허용기준 모델링- 대체 시험방법의 사용 조건

KN 61000-4-3, 방사성 RF 전자기장 내성 시험방법

KS C IEC 61000-4-20, 전자파 적합성(EMC) 4-20: 시험 및 측정기술 - 횡 전자기(TEM) 도파관에서 전기자기 장해 및 내성 시험방법

## 3. 용어 정의

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

### 3.1 흡수체 배치 야외시험장/반무반사실 (absorber-lined OATS/SAC)

고주파에너지 흡수 매체로 접지면의 일부를 덮은 야외시험장 또는 반무반사실

### 3.2 보조 장비 (ancillary equipment)

측정 수신기 또는 (시험) 신호 발생기에 연결하여 피시험기와 측정장비/시험장비 간 방해 신호 전송에 사용되는 변환기(예: 전류 및 전압 프로브, 의사회로망)

### 3.3 안테나 빔 (antenna beam)

피시험기를 향하는 수신 안테나(대개 최대 감도 또는 최저 안테나 계수를 갖는 방향)의 안테나 패턴(이득 패턴)의 주 돌출부

### 3.4 안테나 빔폭 (antenna beamwidth)

주 돌출부의 최대 전력을 언급할 때, 안테나 빔 주 돌출부의 반전력(3 dB) 점들 사이의 각.  $H$  평면에 대해 또는 안테나의  $E$  평면에 대해 표현할 수도 있다.

주) 안테나 빔폭은 도(°)로 나타낸다.

### 3.5 관련 기기 (associated equipment, AE)

피시험 시스템의 일부가 아니지만 피시험기기의 사용을 돕는데 필요한 장치

### 3.6 주변 기기 (auxiliary equipment, AuxEq)

피시험 시스템의 일부를 구성하는 주변 장치

### 3.7 기본 규격

적용범위가 광범위하며 특정한 한 분야에 대한 일반 규정을 다루는 규격

주) 기본 규격은 직접 적용하는 표준으로 또는 다른 표준의 토대로 기능할 수도 있다.

[ISO/IEC Guide 2, 정의 5.1]

### 3.8 동축케이블 (coaxial cable)

측정장비 또는 (시험) 신호발생기에 보조장비를 정합시켜 연결하기 위해 일반적으로 사용되는 하나 이상의 동축 선로를 포함하는 케이블로, 규정된 특성 임피던스와 규정된 허용가능한 최대의 케이블 전달임피던스를 제공한다.

### 3.9 공통모드 흡수장치 (common-mode absorption device, CMAD)

적합성 불확도를 줄이기 위해 방사성 방출 측정시 시험 체적을 벗어나는 케이블에 적용할 수 있는 장치

[KN 16-1-4, 3.1.4]

### 3.10 적합성 평가 (conformity assessment)

어떤 제품이나 공정, 시스템, 사람이나 물체에 관해 규정된 요구규격이 충족되는지를 입증하는 것

### 3.11 연속성 방해

측정수신기의 중간주파수(IF) 출력에 나타나는 200 ms 이상 지속하는 RF 방해로서, 준점두 값 검파 모드에서는 즉시 감소하지 않으므로 측정수신기 표시기에 편차를 발생시킨다.

### 3.12 (전자파) 방출

신호 또는 방해 발생원으로부터 전자파 에너지가 방출되는 현상

### 3.13 방출 허용기준(방해원으로부터의)

전자파 방해 발생원의 규정된 최대 방출 레벨.

### 3.14 피시험기기 (EUT)

EMC (방출)의 적합성 시험을 받는 장비(장치, 기기 및 시스템)

### 3.15 완전무반사실 (fully-anechoic room, FAR)

내측면이 관심 주파수 범위에서 전자파 에너지를 흡수하는 고주파 에너지 흡수재(즉, RF 흡수체)로 채워져 있는 차폐실.

### 3.16 루프 안테나 시스템 (loop-antenna system, LAS)

3개 루프의 중심에 놓인 EUT의 3개 자기 다이폴 모멘트를 측정하는데 사용되는 것으로 직교형으로 배열된 3개의 루프 안테나로 이루어진 안테나 시스템

### 3.17 측정, 주사와 소인 시간

#### 3.17.1 측정시간 $T_m$

단일주파수에서 측정결과를 얻기 위한 유효하고 일관된 시간. (어떤 분야에서는 유지시간 (dwell time)이라고도 부름)

- 첨두값 검파기에 대해서는, 신호 포락선의 최대치를 검출하기 위한 유효시간,
- 준첨두값 검파기에 대해서는, 가중치 포락선의 최대치를 측정하기 위한 유효시간,
- 평균값 검파기에 대해서는, 신호 포락선을 평균하기 위한 유효시간,
- 실효값(rms) 검파기에 대해서는, 신호 포락선의 실효값을 구하기 위한 유효시간

### 3.17.2 주사 (scan)

주어진 주파수 범위에서, 연속적인 또는 단계적인 주파수 변동

### 3.17.3 주파수 범위 $\Delta f$ (span $\Delta f$ )

소인 또는 주사 동작에서, 시작주파수와 정지주파수 사이의 주파수 차

### 3.17.4 소인 (sweep)

주어진 주파수 범위에서, 연속적인 주파수 변동

### 3.17.5 소인률 또는 주사률

주파수 범위를 소인시간 또는 주사시간으로 나눈 것

### 3.17.6 소인시간 또는 주사시간 $T_s$

소인 또는 주사 동작에서, 시작주파수와 정지주파수 사이에 걸리는 시간

### 3.17.7 관측시간 $T_o$

다중 소인의 경우 특정 주파수에서의 측정시간( $T_m$ )들의 합; 주사 또는 소인 수가  $n$ 인 경우 관측 시간은  $T_o = n \times T_m$ 임.

### 3.17.8 총 관측시간 $T_{tot}$

단일 또는 다중 소인에서, 전체 주파수 대역을 관측하기 위한 유효시간. 소인하거나 주사하는 채널 수가  $c$  라면, 총관측시간은  $T_{tot} = c \times n \times T_m$  이다.

## 3.18 측정수신기

프리셀렉터 유무에 상관없이 KN 16-1-1의 해당 요구규격을 충족하는 동조 전압계, EMI 수신기, 스펙트럼 분석기 또는 FFT 기반 측정기 등의 계측기

### 3.19 단위시간 당(예를 들면, 초 당) 소인 수 $n_s$

소인시간과 귀선시간의 합의 역수. 즉,  $1/(\text{소인시간} + \text{귀선시간})$

### 3.20 야외 시험장 (open-area test site, OATS)

전자기장을 측정하는데 사용되는 설비로서 규정된 주파수 범위에서 제품의 복사성 방출 시험에 사용되는 반자유공간 환경을 모사하는 것을 목적으로 한다. OATS는 대체로 개방된 옥외에 놓여 있으며, 도전성 접지면을 갖고 있다.

### 3.21 제품 표준 (product standard)

어떤 제품이나 제품군이 목적에 적합한지 입증하기 위해 이들이 충족해야 할 요구규격을 규정한 표준

주1) 제품 표준에는 목적 적합성 요구규격 외에도 용어, 시료채취, 시험, 포장 및 라벨부착, 그리고 간혹 처리 요구규격 등이 직접 또는 인용되어 포함된다.

주2) 제품 표준은 필요한 요구규격의 전부 혹은 일부만 규정되어 있는지에 따라 완전한 것이 될 수 있고 그렇지 않을 수도 있다. 이러한 점에서 제품 표준은 치수, 재료, 기술 이전 표준과 구별할 수 있다.

[ISO/IEC Guide 2, 정의 5.4]

### 3.22 반무반사실 (semi-anechoic chamber, SAC)

내부 6개 면 중 5개가 관심 주파수 범위에서 전자기 에너지를 흡수하는 고주파 에너지 흡수체(즉, RF 흡수체)로 설치되어 있으며 바닥면이 OATS 시험 장치 구성에 사용되는 도전성 접지면으로 되어 있는 차폐실

### 3.23 시험구성 (test configuration)

피시험기기의 방출레벨 측정을 위해 규정된 측정 정렬 방법 조합

### 3.24 (임펄스성 방해의) 가중치[weighting (of e.g. impulsive disturbance)]

펄스 반복 주파수에 따라 침투 검출 임펄스 전압 레벨을 무선 수신에 대한 장애 영향과 관련된 표시로의 변환 (주로 감소)

주1) 아날로그 수신기의 경우, 장애를 판단하는 것은 주관적인 양(문자 오류 횟수가 아닌 청각 또는 시각적인 양)에 따른다.

주2) 디지털 수신기의 경우, 장애 영향은 오류 수정을 완벽하게 할 수 있는 임계 비트오류율(BER) 또는 비트오류확률(BEP), 또는 또 다른 객관적이고 재현 가능한 파라미터로 정의될 수 있는 객관적 양이다.

#### 3.24.1 가중 방해 측정 (weighted disturbance measurement)

가중 검파기를 사용해 방해를 측정하는 것

#### 3.24.2 가중치 특성 (weighting characteristic)

특정 무선통신 시스템에 일정한 영향을 주는 조건하에서 PRF의 함수로서 표시된 침투 전압 레벨. 즉, 방해는 무선통신 시스템 그 자체에 의해서 가중된다.

#### 3.24.3 가중치 검파기 (weighting detector)

정해진 가중치 함수를 제공하는 검파기

#### 3.24.4 가중치 인자 (weighting factor)

기준 PRF에 대한 또는 침투값과 관계되는 가중 함수값

주) 가중치 인자의 단위는 dB이다.

#### 3.24.5 가중치 함수(weighting function) 또는 가중치 곡선(weighting curve)

가중 검파기가 있는 측정 수신기로 일정한 레벨을 나타낼 때 입력 침투 전압 레벨과 PRF의 관계, 즉 반복 펄스에 대한 측정 수신기의 응답 곡선

### 3.25 측정 (measurement)

어떤 양에 합리적으로 기인할 수 있는 양의 값을 하나 이상 실험으로 얻는 과정

### 3.26 시험 (test)

어떤 특정한 제품, 공정, 또는 서비스의 하나 이상의 특성을 규정된 절차에 따라 결정하는 기술적 작업

주) 시험은 일련의 환경 및 동작 조건 과/또는 요구규격을 어떤 품목에 적용하여 그 품목의 특성이나 성질을 측정하거나 분류하기 위해 실시한다.

[KS C IEC 60050-151:2008]

## 4. 피측정 방해의 유형



#### 4.1 일반사항

이 절에서는 여러 가지 유형의 방해를 분류하고, 이들의 측정에 적합한 검파기를 설명한다.

#### 4.2 방해의 유형

무선 방해에 대한 평가와 측정 중에, 스펙트럼 분포, 측정수신기 대역폭, 지속 기간, 발생 비율 및 난이도에 따른 물리량적 차이 및 주관적인 인식 차이 때문에, 방해의 유형을 아래와 같이 분류한다.

- a) 협대역 연속 방해, 즉 ISM 장비에서 RF 에너지의 의도적인 사용으로 인해 발생한 기본파와 고조파와 같은 이산 주파수에서 방해를 예로 들 수 있으며, 이러한 방해의 주파수 스펙트럼은 개별 선 스펙트럼들만으로 이루어져 있고, 이러한 선 스펙트럼들의 간격은 측정수신기의 대역폭보다 커서 측정하는 동안에는 b)와는 달리 오직 하나의 선 스펙트럼만이 대역폭 내에서 관측된다.
- b) 광대역 연속 방해, 보통 정류자 모터와 같은 곳에서 반복성 임펄스에 의해 생성된 비의도성 방해를 예로 들 수 있으며, 이러한 방해는 측정수신기의 대역폭보다 작은 반복 주파수를 가지며, 이로 인하여 측정하는 동안 하나 이상의 선 스펙트럼들이 대역폭에 내에서 관측된다.
- c) 광대역 불연속 방해, 예를 들어 1 Hz 미만의 반복률(분 당 30번보다 낮은 클릭률)을 갖는 써모스탯 또는 프로그램 제어장치에 의한 기계적 혹은 전자적 스위칭 과정에서 발생하는 비의도성 방해이다.

b)와 c)의 주파수 스펙트럼은 개개의 (단일)임펄스의 경우에는 연속 스펙트럼이 되는 특성이 있으며, 반복성 임펄스의 경우에는 불연속 스펙트럼이 되는 특성이 있다. 또 두 스펙트럼은 모두 KN 16-1-1에서 규정된 측정수신기의 대역폭보다 넓은 주파수 범위를 갖는 특성이 있다.

#### 4.3 검파기의 기능

방해의 유형에 따라 다음 검파기를 갖춘 측정수신기를 사용하여 측정할 수 있다.

- a) 협대역 방해나 신호의 측정, 그리고 특히 협대역과 광대역 방해를 식별하기 위한 측정에서 일반적으로 사용하는 평균값 검파기
- b) 라디오 청취자의 청취 곤란성을 평가하기 위한 광대역 방해에 대한 가중치 측정을 위해 사용하며, 또한 협대역 방해 측정용으로도 사용할 수 있는 준첨두값 검파기
- c) 디지털 무선 통신 서비스에 대한 임펄스성 방해 영향을 측정할 때 광대역 방해의 가중 측정을 하기 위해 제공된 것으로 협대역 방해에도 사용할 수 있는 전압 실효값 검파기
- d) 광대역 또는 협대역 방해 어느 쪽의 측정용으로도 사용할 수 있는 첨두값 검파기

이러한 검파기들을 포함하는 측정수신기는 KN 16-1-1에 규정되어 있다.

## 5. 측정 장비의 연결

측정장비와 측정수신기, 그리고 안테나와 같은 부속장비의 연결 시에, 측정수신기와 관련장비 사이를 연결하는 케이블은 차폐케이블이어야 하며, 케이블의 특성 임피던스는 측정수신기의 입력 임피던스와 정합되어 있어야 한다. 관련 장비의 출력단은 지정된 임피던스로 종단되어 있어야 한다.

## 6. 일반적인 측정 요구규격과 조건

### 6.1 일반사항

무선 방해측정을 위해서는 다음 조건들을 충족하여야 한다.

- 재현 가능해야 한다. 즉, 측정 위치와 환경 조건, 특히 주변 전자파잡음에 상관없이 재현 가능해야 한다.
- 상호작용이 없어야 한다. 즉, 측정장비와 피시험기기의 연결이 피시험기기의 기능이나 측정장비의 정확도에 영향을 주어서는 안된다.

이러한 요구규격은 다음 조건을 준수함으로써 충족될 수 있다.

- a) 요구되는 측정레벨(즉, 해당 방해 허용기준 레벨)에서 충분한 신호 대 잡음비가 유지되어야 한다.
- b) 피시험기기의 측정배치, 종단 조건 및 동작 조건에 대해 잘 정의되어 있어야 한다.

### 6.2 피시험기기에 기인하지 않은 방해

#### 6.2.1 일반

주변 전자파잡음에 대한 측정 신호 대 잡음비는 다음 요구규격을 만족해야 한다. 주변 잡음 레벨이 요구되는 허용기준 레벨을 초과하는 경우, 시험 보고서에 기록해야 한다.

#### 6.2.2 적합성 시험

시험장에서는 피시험기기로부터의 방출을 주변 전자파잡음과 구별할 수 있어야 한다. 주변 전자파잡음 레벨은 가급적 20 dB 정도이어야 하지만, 요구되는 측정 (허용기준) 레벨보다 적어도 6 dB는 낮아야 한다. 6 dB 조건의 경우, 피시험기기로부터의 명목상의 방해 레벨은 3.5 dB 까지 증가하게 된다. 요구되는 주변 전자파잡음 레벨에 대한 시험장의 적합성은 피시험장비를 제 위치에 두되 동작시키지 않은 상태에서 주변 전자파잡음 레벨을 측정하여 결정할 수 있다.

허용기준에 따른 적합성 측정의 경우, 주변 전자파잡음과 신호원 방출 양쪽을 합한 레벨이 규정된 허용기준을 초과하지 않는다면, 주변 전자파잡음 레벨이 -6 dB 레벨을 초과하는 것도 허용된다. 이때 피시험기기는 허용기준을 만족하는 것으로 간주된다. 또한 다른 조처도 취할 수 있다; 예를 들면, 협대역 신호에 대한 대역폭을 줄이는 방법 및 안테나를 피시험기에 보다 가까이 두는 방법이 있다.

주) ‘주변’ 전기장 세기와 ‘주변 + 피시험기기’로부터의 전기장 세기 양쪽을 따로따로 측정하는 경우, 정량적 불확도 레벨에 대한 피시험기기 의 전기장 세기를 평가하는 것이 가능할 수 있다. 이 점에 대해서는 KN 11의 부록 C를 참조한다.

## 6.3 연속성 방해 측정

### 6.3.1 협대역 연속성 방해

측정기기의 설정 상태는 개별 주파수에 동조시킨 상태로 있어야 하며, 만약 주파수 교란이 있으면 원상 복귀시켜야 한다.

### 6.3.2 광대역 연속성 방해

광대역 연속성 방해레벨이 안정적이지 못할 때, 이를 평가를 위해서는 재현 가능한 최대 측정값을 찾아야 한다. 보다 자세한 내용은 6.4.1을 참조한다.

### 6.3.3 스펙트럼 분석기와 주사형 수신기의 사용

스펙트럼 분석기 및 주사형 수신기는 방해측정에 유용하며, 특히 측정시간을 줄이는 데 유용하다. 그러나 이런 장비들의 특성에 특별한 주의를 기울여야 한다. 주의를 요하는 장비의 특성에는 과부하, 선형성, 선택성, 펄스에 대한 정상응답, 주파수 주사율, 신호 검출능력, 감도, 진폭 정확도, 그리고 침투값, 평균값 및 준침투값 검파 특성 등이 포함된다. 이런 특성들은 부록 B에서 설명한다.

## 6.4 피시험기기의 동작 조건

피시험기기는 다음 조건 하에서 동작하여야 한다.

### 6.4.1 정상 부하 조건

정상 부하 조건은 피시험기기와 관련된 제조자의 제품 규격에 정의된 바를 따라야 하며, 그렇지 않은 경우에는 제조자의 설명서에서 지시된 바를 따른다.

### 6.4.2 동작시간

정격 동작시간이 정해져 있는 피시험기기의 경우, 동작시간은 지시된 바를 따르고, 그렇지 않은 모든 경우에 동작시간은 제한하지 않는다.

### 6.4.3 예열시간

시험에 앞서, 어떤 규정된 예열시간도 주어지지 않는다. 그러나 피시험기기는 장비를 사용하는 동안에 대표적인 동작 모드와 조건이 보증될 수 있도록 시험 전에 충분한 시간 동안 동작시켜야 한다. 일부 피시험기기의 경우, 해당 장비규격 설명서에 특수 시험 조건이 지정되어 있는 경우도 있다.

### 6.4.4 전원공급장치

피시험기기는 지정된 정격전압을 갖는 전원공급장치로 동작시켜야 한다. 방해 레벨이 공급

전압에 따라 많은 변화를 보인다면, 정격전압의 0.9에서 1.1배 범위에 이르는 공급 전압에 대해 반복 측정하여야 한다. 정격전압이 하나 이상인 피시험기기는 최대 방해를 발생시키는 정격전압에서 시험하여야 한다.

#### 6.4.5 동작 모드

측정 주파수에서 최대 방해를 발생시키는 실제 조건 하에서 피시험기기를 동작시켜야 한다.

### 6.5 측정결과의 해석

#### 6.5.1 연속성 방해

- a) 방해레벨이 안정적이지 않은 경우, 각각의 측정에 대한 측정수신기의 지시치를 최소 15초 동안 관찰하여 최고 지시치를 기록하여야 한다. 단, 모든 불연속성 클릭은 무시한다. (KN 14-1의 4.2 참조).
- b) 일반적으로 방해레벨은 안정적이지 않은 특성이 있지만, 15초 주기 동안 2 dB 이상의 연속적인 등락을 보인다면, 그 이상의 기간 동안 방해전압 레벨을 관찰하여야 하며, 이 레벨을 아래와 같이 피시험기기 정상 사용 조건에 따라 해석하여야 한다.
  - 1) 피시험기기를 자주 켜다 껐다 할 수 있거나 그 회전 방향을 바꿀 수 있는 것일 경우, 각각의 측정 주파수에서 측정 직전에 피시험기기의 스위치를 켜거나 회전 방향을 바꾸며, 측정 직후에 스위치를 끈다. 각각의 측정 주파수에서 처음 1분간 얻은 최대 레벨을 기록하여야 한다.
  - 2) 피시험기기가 정상적인 상태로 장시간 동안 동작되는 것이라면, 전체 시험기간 동안 스위치를 켜둔 채로 유지하며 각각의 주파수에서 (위의 a) 단계 과정에 따라) 지시치가 안정된 후에 방해레벨을 기록하여야 한다.
- c) 피시험기로부터의 방해 패턴이 시험 전체에 걸쳐 안정된 특성에서 불안정한 특성으로 변할 경우, 해당 피시험기기를 위의 b) 단계에 따라 시험하여야 한다.
- d) 전체 스펙트럼 영역에서 측정이 이루어져야 하고, 관련 KN 규격에서 요구하는 바와 같이 적어도 최대 지시치를 나타내는 주파수에서 측정치를 기록한다.

#### 6.5.2 불연속성 방해

불연속성 방해의 측정은 현재 요구되지 않는다.

#### 6.5.3 방해 지속시간의 측정

방해를 정확하게 측정하고 이 방해가 불연속한지를 결정하기 위해서는 방해 지속시간을 알아야 한다. 방해 지속시간은 다음 방법 중 하나로 측정할 수 있다.

- 오실로스코프를 측정 수신기의 IF 출력단에 연결해 시간 영역에서 방해를 모니터링하여
  - 주파수 주사 없이(즉, 'ero-scan' 모드) EMI 수신기나 스펙트럼 분석기를 방해 주파수에 동조시켜 시간 영역에서 방해를 모니터링하여, 또는
  - FFT 기반 측정 수신기의 시간 영역 출력단을 사용하여
- 적합한 측정 시간을 결정하는 지침은 8.3에서 찾을 수 있다.

## 6.6 연속성 방해에 대한 측정시간 및 주사율

### 6.6.1 일반사항

수동 측정과 자동 또는 반자동 측정의 경우에, 측정수신기 및 주사형 수신기의 측정시간과 주사율은 최대 방출을 측정할 수 있도록 설정하여야 한다. 특히 사전측정(prescan)를 위해, 침두값 검파기를 사용하는 경우, 측정시간과 주사율은 시험 중인 방출의 타이밍을 고려해야 한다. 자동 측정 수행에 관한 보다 자세한 지침은 8절에 수록되어 있다.

### 6.6.2 최소 측정시간

최소 측정(유지)시간은 표 7과 같다. 표 1의 주사 수신기와 FFT기반 측정장비에 대한 최소 측정시간과 표 2의 스펙트럼 수신기에 대한 주사 시간은 연속파 신호에 적용한다. 아래 표 1에는 전체 KN에서 규정한 대역 각각의 측정을 위한 해당 최소 주사시간이 유도되어 있다.

표.7 4개의 KN 대역에서 최소 측정시간

주파수대역		최소 측정시간 $T_m$
A	9 kHz ~ 150 kHz	10 ms
B	0.15 MHz ~ 30 MHz	0.5 ms
C, D	30 MHz ~ 1 000 MHz	0.06 ms
E	1 GHz ~ 18 GHz	0.01 ms

표.1 3개의 KN규격에서 규정한 대역에서 침두값 및 준침두값 검파기의 최소 주사시간

주파수대역		침두값 검파를 위한 주사시간 $T_s$	준침두값 검파를 위한 주사시간 $T_s$
A	9 kHz ~ 150 kHz	14.1 초	2 820 초 = 47 분
B	0.15 MHz ~ 30 MHz	2.985 초	5 970 초 = 99.5 분 = 1 시간 39 분
C, D	30 MHz ~ 1 000 MHz	0.97 초	19 400 초 = 323.3 분 = 5 시간 23 분

표 1의 주사시간은 CW 신호의 측정에 적용된다. 방해 유형에 따라 -십지어 준침두값 측정의 경우에도- 주사시간을 늘려야 하는 수도 있다. 극단적인 경우에, 관찰된 방출 레벨이 안정적이지 않다면(6.5.1 참조), 특정 주파수에서 측정시간  $T_m$ 을 15 초로 늘려야 할 수도 있다. 그러나 격리성 클릭의 경우는 제외한다.

평균값 검파기를 사용하는 경우에 주사율과 측정시간은 부록 C에 나와 있다.

시간 절약을 위한 어떠한 절차도 적용되지 않는 경우, 대부분의 제품 규격은 적합성 측정을

위해 시간이 대단히 많이 걸릴 수 있는 준첨두값 검파를 요구한다(8절 참조). 시간 절약을 위한 절차를 적용하기 전에, 사전측정으로 방출을 관찰하여야 한다. 예를 들어, 자동 주사 동안에 간헐성 신호를 놓치지 않도록 확실히 하기 위해 6.6.3 ~ 6.6.5의 고려사항들도 검토할 필요가 있다.

### 6.6.3 주사형 수신기와 스펙트럼 분석기의 주사율

전체 주파수 범위 상에서 자동 주사하는 동안에, 신호를 놓치지 않도록 하기 위해 다음의 두 가지 조건 중 하나를 만족할 필요가 있다.

- 단일 소인의 경우: 각각의 주파수에서 측정시간은 간헐성 신호들에 대한 펄스 사이의 시간 간격보다 길어야 한다.
- 최대 홀드(maximum hold)를 갖는 다중 소인의 경우: 각각의 주파수에서 관측시간은 간헐성 신호를 검출하기에 충분한 시간이어야 한다.

주파수 주사율은 기기의 분해능 대역폭(resolution bandwidth)과 영상 대역폭(video bandwidth)에 대한 설정에 의해 제한된다. 주어진 기기 상태에서 지나치게 빠른 주사율을 선택하는 경우, 잘못된 측정 결과를 얻게 된다. 따라서, 선택된 주파수 범위에 대해 충분한 소인시간을 선택할 필요가 있다. 각각의 주파수에서 충분한 관측 시간을 갖는 단일 소인에 의해 또는 최대 홀드를 갖는 다중 소인에 의해, 간헐성 신호가 검출될 수도 있다. 일반적으로 미지의 방출 전체를 개략 측정하는 경우에는, 후자가 훨씬 효율적이다. 즉, 스펙트럼 화면이 변하는 동안 여전히 간헐성 신호가 발견될 수 있기 때문이다. 방해신호가 발생하는 주기성에 따라 관측시간을 선택하여야 한다. 어떤 경우에 있어서는 방해신호의 주기와 동기화되는 영향을 피하기 위하여 소인시간을 변경해야만 할 수도 있다.

주어진 계측기 설정을 기초로 하여, 첨두값 검파를 이용하여 스펙트럼 분석기 또는 주사형 EMI 수신기를 이용한 측정의 최소 소인시간을 결정할 때, 두 가지 서로 다른 경우를 구별해야 한다. 영상 대역폭이 분해능 대역폭보다 넓게 선택될 경우, 아래 식을 이용하여 최소 소인시간을 계산할 수 있다.

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

여기서,

$T_{s \min}$  = 최소 소인시간

$\Delta f$  = 주파수 범위

$B_{res}$  = 분해능 대역폭

k = 분해능 필터의 형태와 관련이 있는 비례 상수이고, 가우스성에 유사한 응답특성의 동기-동조형 필터(synchronously-tuned near-Gaussian filter)의 경우, k 는 2 와 3 사이의 값으로 추정된다. 거의 직사각형 응답특성의 스테거-동조형 필터(stagger-tuned filter)의 경우, k 는 10 과 15 사이이다.

영상 대역폭을 분해능 대역폭 이하로 선택할 경우, 아래 식을 이용하여 최소 소인시간을 계산할 수 있다.

$$T_{smin} = k \times \frac{\Delta f}{B_{res} B_{video}} \quad (2)$$

여기서,  $B_{video}$  = 영상 대역폭이다.

대부분의 스펙트럼 분석기와 주사형 EMI 수신기는 선택된 주파수 범위와 대역폭 설정에 따라 자동적으로 소인시간을 계산하여 적용하고 있다. 고정된 화면을 유지하기 위해 소인시간을 조정한다. 예를 들면, 서서히 변하는 신호를 검출하기 위해, 비교적 긴 관측 시간이 요구되는 경우, 자동 소인시간을 더 큰 값으로 설정할 수 있다.

더구나 반복적 소인의 경우, 초 당 소인 수는 소인시간  $T_{smin}$  과 귀선시간(국부 발진기의 재동조와 측정결과와 저장 등에 필요한 시간)으로 결정할 수 있다.

#### 6.6.4 스텝형 수신기의 주사시간

미리 지정된 스텝 크기를 이용하여 스텝형 EMI 수신기를 단계적으로 증가하는 개별 주파수들에 동조시킨다. 개별 주파수 스텝에 관심 주파수 범위를 포함시키는 한편, 각각의 주파수에서 최소 체재시간(dwell time)은 계측기가 입력신호를 정확하게 측정할 수 있도록 하기 위해서 필요하다.

실제 측정의 경우, 사용되는 분해능 대역폭의 약 50 % 이하(분해능 필터 형태에 따라)의 주파수 스텝이 요구되는 데, 이는 스텝 폭에 기인하는 협대역 신호의 측정 불확도를 줄이기 위해서이다. 이런 가정 하에서 스텝형 수신기의 주사시간,  $T_{smin}$  은 아래 식을 이용하여 계산할 수 있다.

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

여기서,  $T_{mmin}$  = 각각의 주파수에서 최소 측정(체재)시간이다.

측정시간 이외에도, 신시사이저가 다음 주파수로 전환되고 펌웨어가 측정 결과를 저장하는데 걸리는 어느 정도의 시간(귀선시간)도 고려해야 한다. 대부분의 측정수신기에서는 이러한 고려가 자동적으로 수행되므로, 선정된 측정시간은 측정 결과를 얻기 위한 효율적인 시간이 된다. 뿐만 아니라 침두값 또는 준침두값과 같은 선택된 검파기로 이런 기간을 잘 결정할 수 있다.

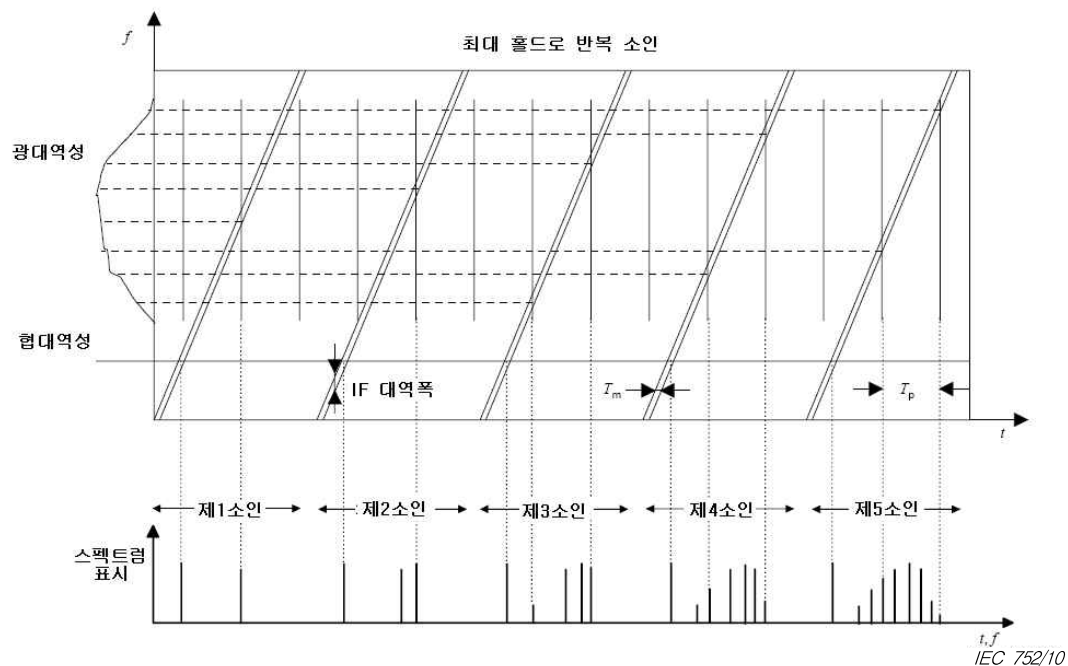
순수한 광대역 방출만의 경우, 주파수 스텝의 크기를 늘릴 수도 있다. 그럴 경우에는, 오직 방출 스펙트럼의 최대값만을 구하는 것이 목적이다.

#### 6.6.5 침두값 검파기를 이용한 전체 스펙트럼 관찰 방법

각각의 사전측정의 경우, 피시험기로부터 발생하는 전체 스펙트럼에서 모든 중요 주파수 성분들을 검출할 수 있는 확률은 100 %이거나 가능한 한 100 %에 가까워야 한다. 측정수신기의 유형과 협대역과 광대역 성분을 포함할 수도 있는 방해 특성에 따라 아래와 같은 두 가지 일반적 접근방식이 제시된다.

- 스텝형 주사: 각각의 주파수에서 신호의 침투값을 측정할 수 있도록 측정(체제)시간이 충분히 길어야 한다. 이를테면 임펄스성 신호의 경우 측정(체제)시간은 신호의 반복주기(즉, 주파수의 역수)보다 길어야 한다.
- 소인형 주사: 단일 소인의 측정시간은 간헐성 신호들 사이의 간격보다 커야 하며, 신호의 검출 가능성을 높이기 위하여 관측시간 동안 주파수 주사 수를 최대로 해야 한다.

그림 1, 2 및 3에는 다양한 시변 방출 스펙트럼과 이에 대한 측정수신기의 화면 표시 사이의 관계에 대한 여러 예가 나와 있다. 각각의 경우에 그림의 상반부는 스펙트럼 전체를 통해 소인형 또는 스텝형 동작을 할 때의 수신기 대역폭의 위치를 표시한다.



$T_p$ 는 임펄스 신호의 펄스 반복주기이다. 스펙트럼-대-시간 화면표시(그림의 상부)의 각 수직선에서 펄스가 발생한다.

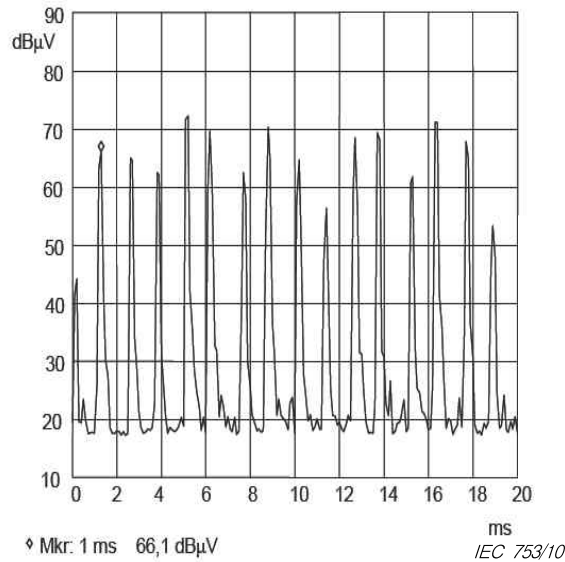
그림 1. 최대 홀드 상태에서 다중 소인방법을 사용하는 CW 신호(협대역, NB)와 임펄스 신호(광대역, BB)의 조합에 대한 측정

방출의 유형을 모르는 경우, 소인시간이 가능한 가장 짧은 다중 소인과 침투값 검파로 스펙트럼 포락선을 결정할 수 있다. 짧은 단일 소인은 피시험기 스펙트럼의 연속성 협대역 신호 성분을 측정하는데 충분하다. 연속성 광대역 혹은 간헐성 협대역 신호의 경우, "최대 홀드" 기능을 사용하는 다양한 주사율에서의 다중 소인이 스펙트럼에 대한 포락선을 측정하기



위해 필요할 수도 있다. 반복성이 낮은 임펄스 신호의 경우, 광대역 성분의 스펙트럼 포락선을 채우기 위해서는 많은 소인이 필요할 것이다.

측정시간을 줄이기 위해서는 측정될 신호의 타이밍 분석이 필요하다. 이는 제로-스팬 모드에서 사용되는 신호를 그래픽으로 보여주는 측정수신기나 수신기의 IF 혹은 영상출력단에 연결된 오실로스코프를 사용함으로써 가능하다(그림 2 참조).



주) 직류 집전자 모터(DC collecting motor)에서 발생하는 방해: 집전자 세그먼트의 개수 때문에 펄스 반복주파수가 높고(대략 800 Hz) 펄스 진폭은 심하게 변동한다. 그러므로 이 예의 경우 침두값 검파기의 권장 측정(채류)시간은 10 ms 이상이어야 한다.

그림 2. 타이밍 분석의 예

이러한 타이밍 분석으로, 펄스 지속기간과 펄스 반복주파수를 결정할 수 있고, 거기에 따라 주사율이나 유지시간을 선정할 수 있으며, 다음을 허용한다.

- 변조되지 않은 연속성 협대역 방해의 경우, 선택된 계측기 설정에서 가장 빠른 주사 시간을 이용할 수 있다.
- 순연속성(등연속성) 광대역 방해의 경우(예: 점화 모터, 아크 용접 장비 및 집전자 모터에서 발생), 방출 스펙트럼의 샘플링을 위해 (침두값 또는 준침두값 검파기를 갖는) 스텝형 주사방법을 사용할 수 있다. 이런 경우, 방해 유형의 정보를 이용하여 스펙트럼 포락선으로 다중곡선을 그릴 수 있다(그림 3 참조). 스펙트럼 포락선에서 어떤 중요한 변동도 놓치지 않도록 스텝 크기를 선택하여야 한다. 단일 소인 측정 -충분히 천천히 실행한다면- 으로도 스펙트럼 포락선을 측정할 수 있다.
- 미지의 주파수를 갖는 간헐성 협대역 방해의 경우, "최대 홀드" 기능을 갖는 빠르고 짧은 소인(그림 4 참조)이나 느린 단일 소인 어느 쪽도 사용할 수 있다. 타이밍 분석을 실제 측정 전에 실행함으로써 적절한 신호의 검출을 보장할 수 있다.
- 간헐성 광대역 방해는 KN 16-1-1에 기술된 대로 불연속성 방해 분석절차에 따라 측정

되어야 한다.

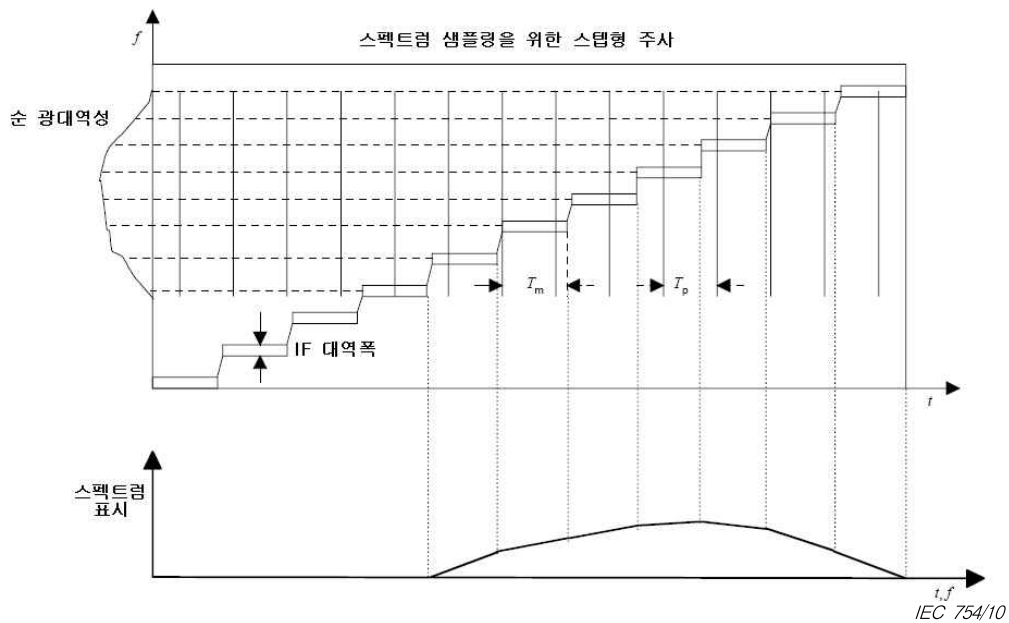
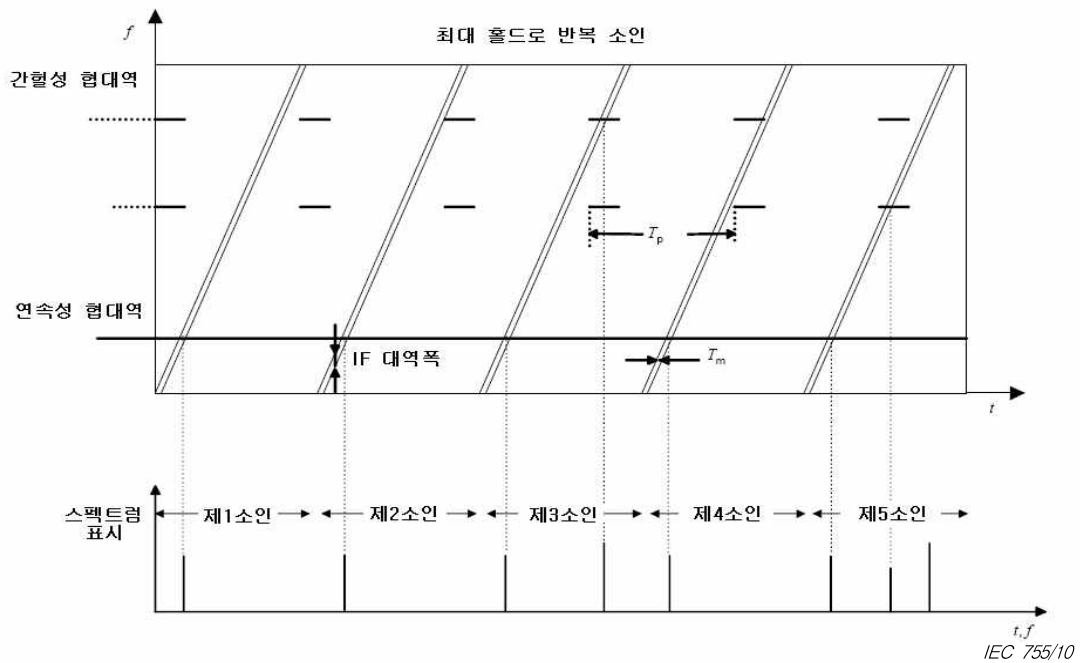


그림 3. 스텝형 수신기로 측정된 광대역 스펙트럼

측정(유지)시간  $T_m$  은 펄스 반복주기(즉, 펄스 반복주파수의 역수)  $T_p$  보다 길어야 한다.



주1) 필요한 소인 회수나 소인시간은 펄스 지속기간과 펄스 반복주기에 따라 증가시켜야 할 수도 있다.

주2) 위의 예에서, 모든 스펙트럼 성분을 검출하기까지 5번의 소인이 필요하다.

그림 4. 방출 스펙트럼 전체를 관찰하기 위하여 최대 홀드 상태에서, 빠르고 짧게 반복 소인하는 방법을 사용해 측정된 간헐성 협대역 방해

### 6.6.6 FFT 기반 계기를 사용할 때의 시간 고려사항

FFT 기반 측정 계기는  $N$  주파수에서의 병렬 계산과 스텝식 주사를 결합할 수 있다. 이를 위해 관심 주파수 범위를 여러 개의 구획  $N_{seg}$ 로 나누며, 이를 순차적으로 주사한다. 3개 구획에 대한 절차를 그림 20에 나타내었다. 관심 주파수 범위에서의 총 주사 시간  $T_{scan}$ 은 다음과 같이 계산된다.

$$T_{scan} = T_m N_{seg} \quad (18)$$

여기서,  $T_m$  = 각 구획의 측정 시간

$N_{seg}$  = 구획 개수

FFT 기반 측정 계기는 또한 특정 주파수 범위 양단의 주파수 분해능을 개선하는 방법을 제공할 수도 있다. 일반적으로 FFT 기반 측정 계기에는 FFT 주파수 개수로 결정되는 고정된 주파수 스텝  $f_{step}$  FFT가 있다. 특정 주파수 범위에서 계산을 반복하면 주파수 분해능이 증가된다. 각 반복 계산마다 최저 주파수는 스텝비  $f_{step\ final}$  만큼 증가한다.

따라서 특정 주파수 범위에서의 첫 번째 계산에서는 다음 주파수를 고려한다.

$$\begin{aligned} & f_{min}, \\ & f_{min} + f_{step\ FFT}, \\ & f_{min} + 2f_{step\ FFT}, \\ & f_{min} + 3f_{step\ FFT} \dots \end{aligned}$$

특정 주파수 범위에서의 두 번째 계산에서는 다음 주파수를 고려한다.

$$\begin{aligned} & f_{min} + f_{step\ final}, \\ & f_{min} + f_{step\ final} + f_{step\ FFT}, \\ & f_{min} + f_{step\ final} + 2f_{step\ FFT}, \\ & f_{min} + f_{step\ final} + 3f_{step\ FFT} \dots \end{aligned}$$

스텝비가 3인 경우에 적용한 절차를 그림 21에 나타내었다.

주사 시간  $T_{scan}$ 은 다음과 같이 계산된다.

$$T_{scan} = T_m \frac{f_{stepFFT}}{f_{stepfinal}} \quad (19)$$

여기서,  $T_m$  = 측정 시간

$$\frac{f_{stepFFT}}{f_{stepfinal}} = \text{스텝비}$$

두 방법을 결합한 계통에서의 주사 시간  $T_{scan}$ 은 다음과 같이 계산된다.

$$T_{scan} = T_m N_{seg} \frac{f_{stepFFT}}{f_{stepfinal}} \quad (20)$$

주) FFT 기반 측정 계기는 두 방법, 즉 스텝식 주사와 주파수 분해능 개선 방법을 결합할 수도 있다.

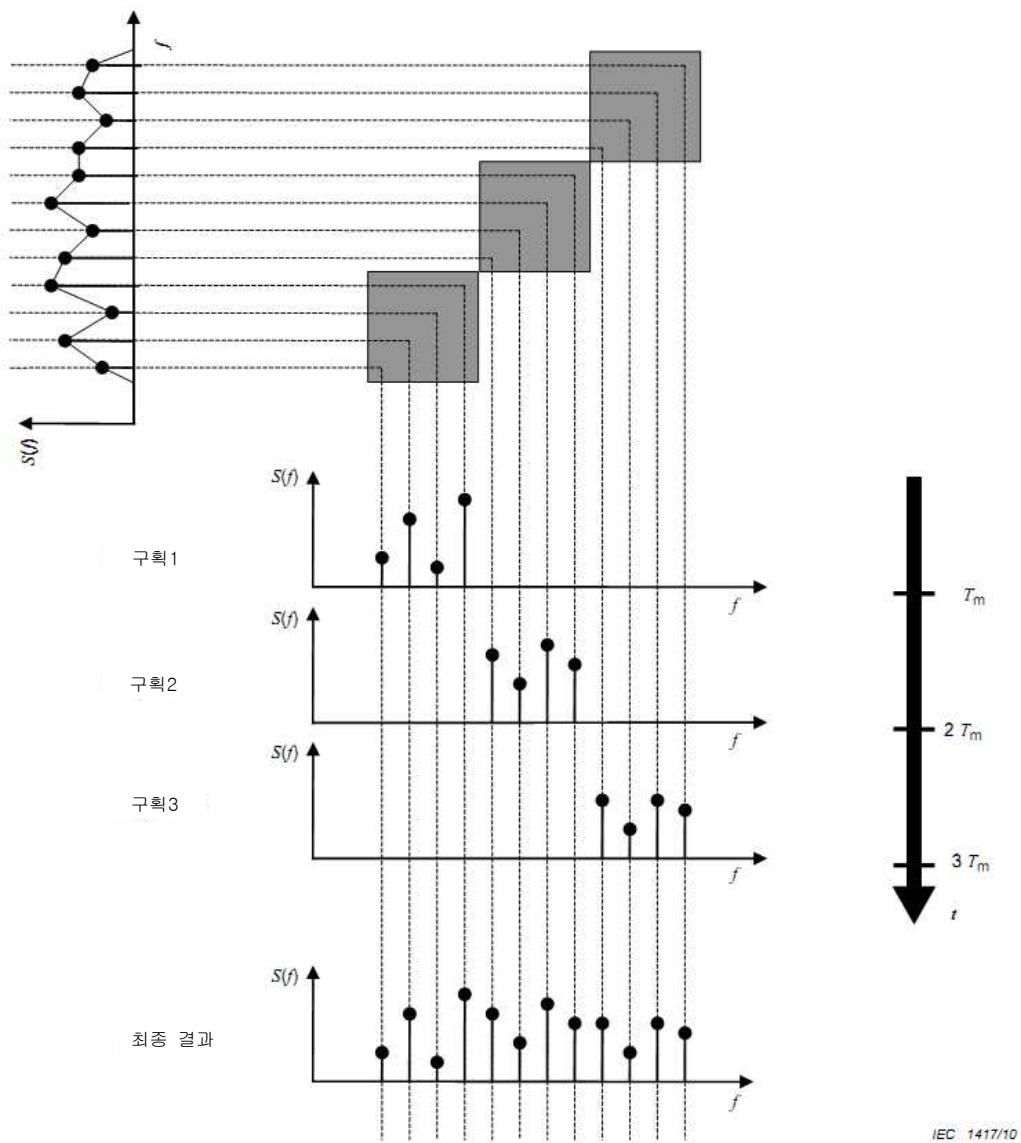


그림 20. 구획별 FFT 주사

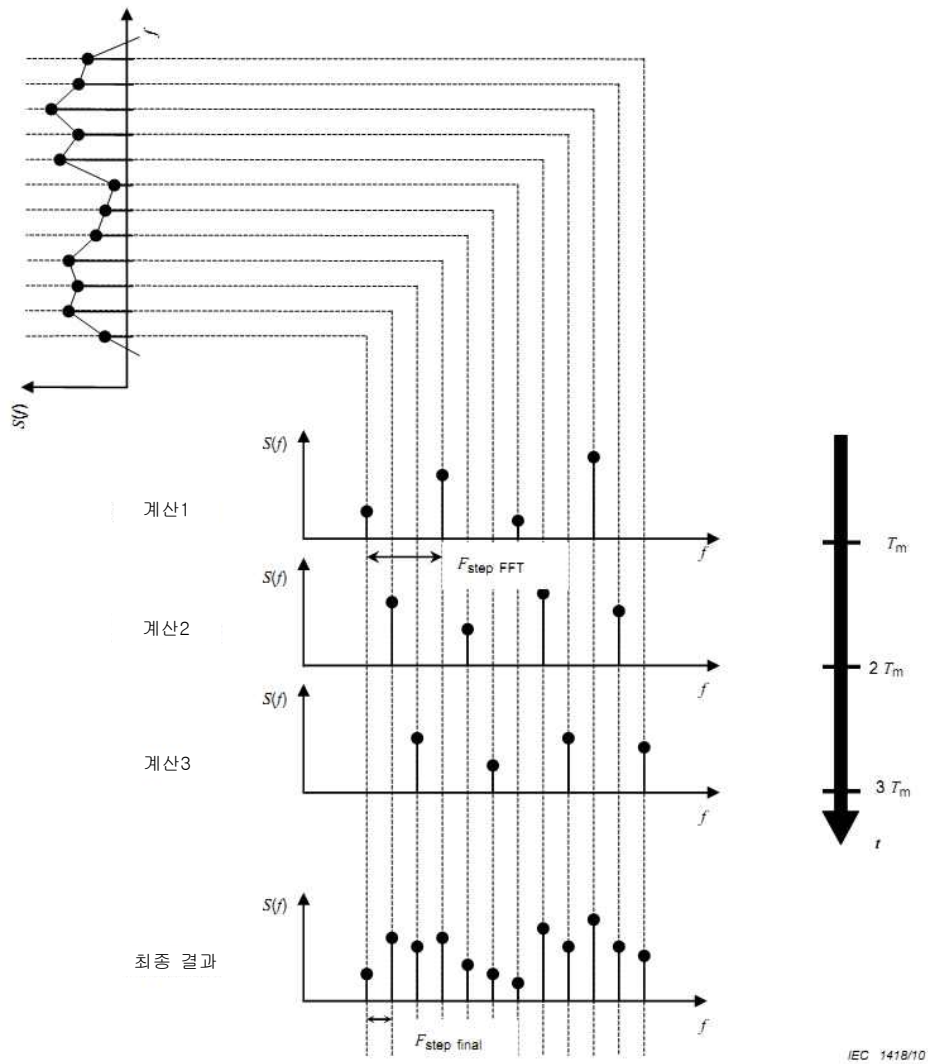


그림 21. FFT기반 측정장비에서 강화된 주파수 분해능

## 7. 방사성 방해의 측정

### 7.1 개요

이 절에서는 기기 및 시스템에 의해 발생된 무선방해 전기장 세기를 측정하기 위한 일반적인 절차를 기술한다. 방사성 방해측정에 대한 경험은 전압측정 경험에 비해 그 지식이 많지 않다. 따라서 방사성 방해에 대한 측정 절차는 지식과 경험을 쌓아 보완해야 한다. 특히, 피시험기와 관련된 리드선 및 케이블의 영향에 주의를 기울여야 한다. 표 2는 CISPR 복사성 방출 시험장 및 시험 방법, 그리고 이 표준이나 다른 표준에 있는 소항의 상호참조에 관한 요약 목록이다.

일부 제품에 대해서는, 방사성 방해의 전기장과 자기장, 또는 두 성분 모두를 측정할 필요가 있다. 때로는 방사성 전력에 관한 양을 측정하는 것이 더 적합하다. 일반적으로 기준 접지면에 대해 방해파의 수평 및 수직성분 모두를 측정해야 한다. 전기장 또는 자기장 성분에 대

한 측정 결과는 첨두값, 준첨두값, 평균값, 또는 실효값 값으로 표현될 수 있다.

방해파의 자기장 성분은 일반적으로 30 MHz까지의 주파수에서 측정된다. 자기장 측정에서, 안테나와 피시험기기 사이에 거리를 두고 측정하는 방법을 사용할 때는 수신안테나의 위치에서 오직 자기장의 수평성분만을 측정한다. 만일 루프 안테나 시스템(LAS)을 사용하는 경우에는, 피시험기기의 3 방향 직교 자기장 다이폴 모멘트를 측정한다. (단일 루프 안테나로 측정하는 방법에서는, 안테나 위치에서 자기장의 수평성분은 일부 반사파가 있기 때문에 피시험기기의 수평과 수직 다이폴 모멘트에 의해서 결정된다는 점에 주의해야 한다.)

표.2 복사성 방출 시험장과 시험방법별 적용가능한 주파수범위와 참고 문서

시험장/시험방법	9 kHz ~ 30 MHz	30 MHz ~ 1 000 MHz	1 GHz ~ 18 GHz
외부 시험장	미정	7.3.8	적용불가
LAS	7.2	적용불가	적용불가
OATS 또는 SAC	미정	7.3	적용불가
FAR	적용불가	7.4	7.6
공통 RE/RI	적용불가	7.5 (RI는 80 MHz부터 시작)	적용불가
AL OATS	적용불가	적용불가	7.6
설치장소	7.7.2	7.7.3, 7.7.4.2	7.7.3, 7.7.4.3
대체	적용불가	7.8	7.8
잔향챔버	적용불가	7.9 (80 MHz부터 시작)	7.9
TEM 도파관	KS C IEC 61000-4-20	7.10	7.10

## 7.2 루프 안테나 시스템(LAS)을 이용한 측정(9 kHz ~ 30 MHz)

### 7.2.1 일반사항

이 절에서 다루는 루프 안테나 시스템은 9 kHz ~ 30 MHz 주파수 범위에서 단일 피시험기기에 의해 방사되는 자기장 세기의 옥내 측정에 적합하다. 피시험기기의 방해 자기장에 의해 루프 안테나 시스템에 유도되는 전류의 향으로 자기장 세기를 측정한다.

이 루프 안테나 시스템은 KN 16-1-4의 부록 E.4에 설명된 방법을 사용하여 정기적으로 검증하여야 한다. 또한 그 부록에는 루프 안테나 시스템에 대해 완전하게 설명되어 있으며, 루프 안테나 시스템으로 얻은 측정결과와 이 절에 따른 측정결과 사이의 관계에 대해서도 설명되어 있다.

### 7.2.2 일반적인 측정방법

그림 5는 루프 안테나 시스템을 이용한 측정의 일반적 개념을 나타낸다. 루프 안테나 시스템의 중심에 피시험기기를 위치시킨다. 대형 루프 안테나의 전류 프로브를 측정수신기(혹은 동등한 기기)에 연결하여, 피시험기기로부터 발생된 자기장에 의해 3개 대형 루프 안테나 각각에 유도되는 전류를 측정한다. 측정 중에 피시험기기는 고정된 위치를 유지한다.

3개의 상호 직교 자기장성분에 따라 3개의 대형 루프 안테나에 유도된 전류를 차례로 측정한다. 측정된 각 전류 레벨은 제품 규격에 규정된  $dB_{\mu A}$  단위의 방출 허용기준에 적합해야 한다. 2 m의 표준화된 직경을 갖는 대형 루프 안테나가 부착된 루프 안테나 시스템에 방사 허용기준을 적용하여야 한다.

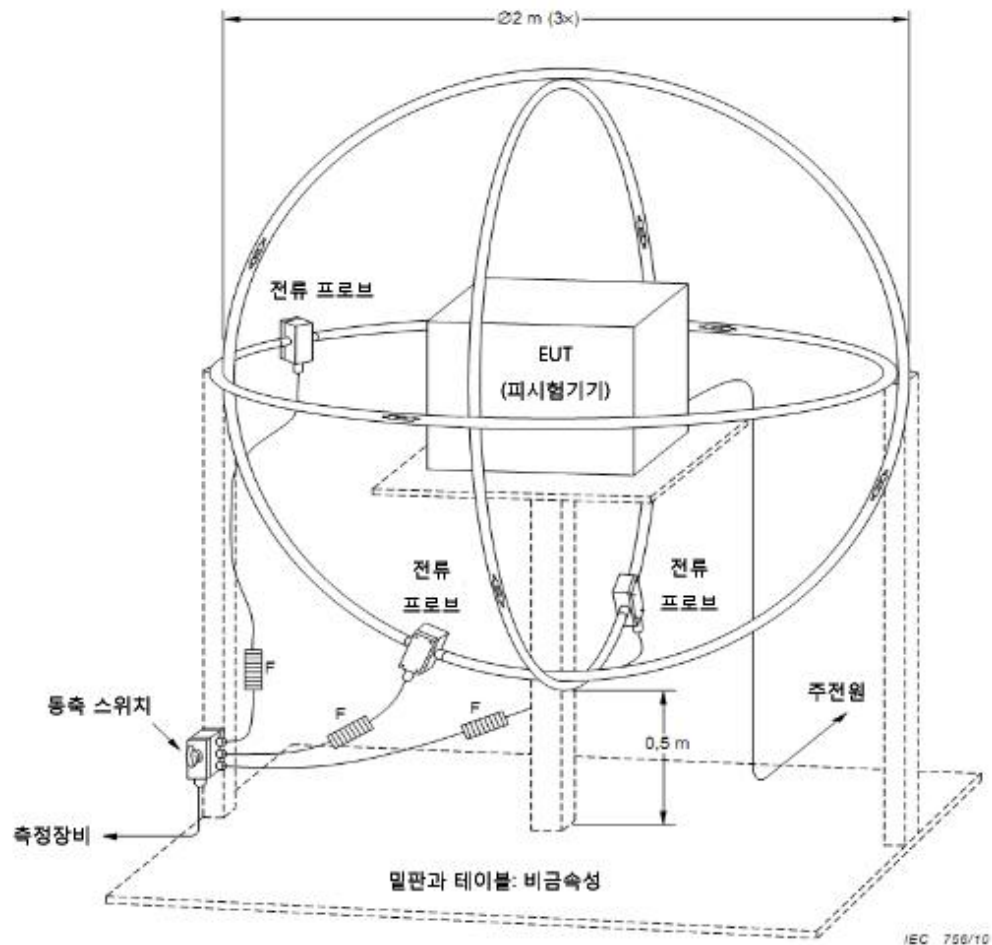


그림 5. 루프 안테나 시스템을 이용한 자기장 유도전류 측정의 개념

### 7.2.3 시험환경

루프 안테나 시스템의 외곽 경계와 바닥 및 벽과 같은 인접 물체 사이의 거리는 최소한 0.5 m로 한다. RF 주변 전자과잡음에 의해 루프 안테나 시스템에 유도된 전류는 KN 16-1-4의 5.4에 따라 판정하여야 한다.

#### 7.2.4 피시협기기의 구성

피시험기와 루프 안테나 시스템 사이의 불요 용량성 결합을 피하기 위해, 피시험기의 최대 크기는 피시험기와 루프 안테나 시스템의 표준화된 2 m 크기의 대형 루프 안테나 사이에 최소한 0.2 m의 거리를 허용하여야 한다.

주전원 리드선의 위치는 최대한의 전류 유도를 위하여 최적화되어야 한다. 일반적으로, 이러한 리드선의 위치는 피시험기기가 전도성 방출 허용기준에 적합한 경우에는 중요하지는 않다.

대형 피시험기기의 경우, 루프 안테나 시스템의 루프 안테나 직경은 4 m 까지 키울 수 있다. 이 경우에는 아래와 같다.

- a) 측정된 전류 값은 KN 16-1-2의 부록 B.6에 따라서 보정되어야 한다.
- b) 피시험기기의 최대 크기는 피시험기기와 대형 루프 사이에 최소한  $0.1 \times D$  m 만큼의 거리를 허용해야 한다. 여기서 D는 비표준 루프의 직경을 말한다.

### 7.2.5 LAS의 측정 불확도

방출 측정의 불확도에 관한 일반 및 기본 고려사항은 CISPR 16-4-1에 명시되어 있다.

## 7.3 야외 시험장 또는 반무반사실 측정(30 MHz ~ 1 GHz)

### 7.3.1 측정량

측정해야 할 양은 1 m ~ 4 m 높이에서 그리고 피시험기로부터 수평하게 10 m 떨어진 거리에서, 방위각 평면의 모든 각도에서 피시험기에서 방출된 최대 전기장 세기이며, 이는 수평편파 및 수직편파의 함수이다. 이 양은 다음에 따라 결정하여야 한다.

- a) 관심 주파수 범위는 30 MHz ~ 1 000 MHz이다.
- b) 이 양은 전기장 세기 단위로 표현하여야 하는데, 이 단위는 이 양에 대한 허용기준 레벨을 표현하는데 사용된 단위와 일치하는 것이다.
- c) 적용 가능한 KN 유효성 검증 요구규격을 준수하는 SAC/OATS 측정 시험장 및 위치 결정 테이블을 사용하여야 한다.
- d) KN 16-1-1에 부합하는 측정 수신기를 사용하여야 한다.
- e) 대체 측정 거리(10 m 대신 3 m 또는 30 m 등)를 사용한 것은 대체 측정 방법으로 간주하여야 한다.
- f) 측정 거리는 피시험기기 경계와 접지면에 대한 안테나 기준점 간의 거리를 수평으로 투영한 것이다.
- g) 피시험기기는 KN 표준에 따라 구성하여 작동하여야 한다.
- h) 자유공간 안테나 계수를 사용하여야 한다.

측정량 E는 자유공간 안테나 계수  $F_a$ 를 사용해 최대 전압 판독값  $V_r$ 로부터 유도한다.

$$E = V_r + A_c + F_a \quad (4)$$

여기서

E는 측정량에서 설명한 바와 같이 전기장 세기[dB $\mu$ V/m]이다.

$V_r$ 는 측정량에서 설명한 절차를 이용한 최대 수신 전압[dB $\mu$ V]이다.

$A_c$ 는 안테나와 수신기 간 측정 케이블의 손실(dB)이다.

$F_a$ 는 수신 안테나의 자유공간 안테나 계수[dB(m-1)]이다.



주) 자유공간 안테나 계수는 안테나의 성능지수로 사용된다. 전기장 세기는 자유공간 환경에서가 아니라 접지면 위에서 측정한다는 것에 주의한다.

### 7.3.2 시험장 요구규격

시험장은 물리적, 전기적 특성과 시험장에 대한 유효성확인을 위해 KN16-1-4의 관련 규격에 적합해야 한다.

### 7.3.3 일반적 측정방법

그림 6은 수신안테나에 도달하는 직접파와 접지면 반사파가 존재하는 야외시험장이나 반무반사실에서 수행되는 측정의 개념을 나타낸다.

피시험기기는 접지면 위의 지정된 높이에 설치하고, 정상 동작조건을 나타내도록 구성한다. 안테나는 지정된 이격거리에 위치시킨다. 수평면에서 피시험기기를 회전시키면서 측정하고 최대 지시치를 기록한다. 안테나의 높이를 조정하여, 직접파와 반사파가 수신 안테나의 위치에서 동위상으로 더해지도록 한다. 절차상의 측정 단계들은 최대 방해를 찾기 위해서 변경할 수 있으며 필요에 따라 반복 측정할 수도 있다. 실제적인 이유 때문에, 높이 변동이 제한되므로 완전한 동위상으로 더해지지 않을 수도 있다.

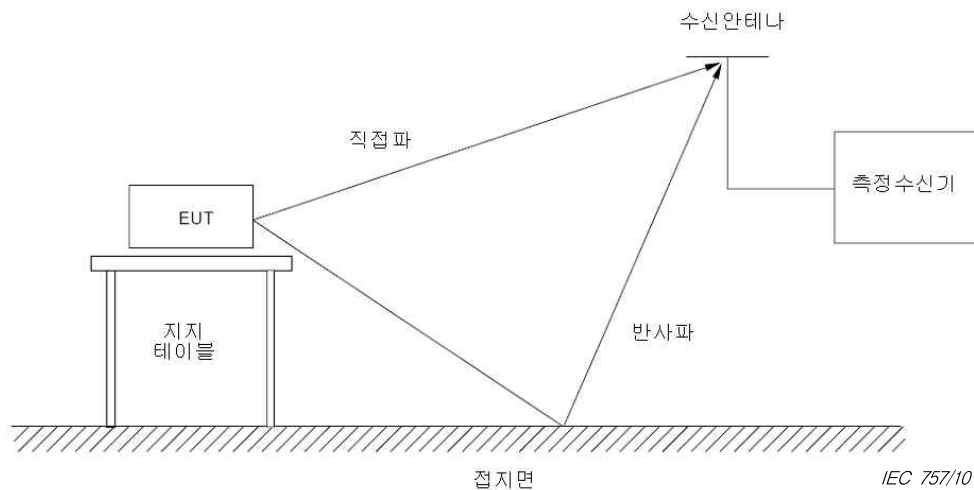


그림 6. 수신안테나에 도달하는 직접파와 반사파가 존재하는 야외시험장이나 반무반사실에서 수행되는 전기장 세기 측정 개념

### 7.3.4 측정거리

규정 거리에서 방사성 방해의 규정 허용기준에 만족하는지를 측정할 때, 피시험기기의 크기 등의 문제 때문에 규정 거리를 지키지 못하는 경우가 아니라면, 필히 이 거리에서 피시험기기를 측정해야 한다. 측정 거리는 안테나에 가장 가까운 피시험기기의 점을 투영한 것과 안테나의 교정 기준점을 접지면에 투영한 것 사이의 거리이다. 안테나 기준점이 안테나 교정 보고서에 명시되어 있지 않으면, 대수 주기 안테나의 기준점은 안테나 주파수 범위의 중심 주파수에서 반파장에 해당하는 다이폴 안테나 소자 사이 중간에 있는 수평 안테나 붐 상의

한 점이다.

주) 중심 주파수는 다음과 같이 정의된다.

$$\log(f_{\text{centre}}) = (\log f_{\text{min}} + \log f_{\text{max}})/2; f_{\text{centre}} = 10^{\log(f_{\text{centre}})}$$

10 m 측정거리에 있어서는, 어느 방법이든 사용할 수 있다. 10 m 측정거리는 대부분의 야외 시험장에서 선호되는데, 이는 그 거리에서 측정되는 방해 레벨의 예측치가 일반적인 주위의 전자파잡음레벨보다 충분히 높아서 유용한 시험결과를 도출할 수 있기 때문이다. 3 m 미만, 혹은 30 m 이상의 거리는 일반적으로 사용되지 않는다. 만약 규정된 거리 이외의 측정거리를 사용해야 할 경우에는, 측정된 결과는 제품 규격에 규정된 절차에 따라 외삽 계산하여야 한다. 어떤 지침도 주어지지 않는 경우에는, 외삽 계산에 대한 적절한 타당성이 제공되어야 한다. 일반적으로, 외삽법은 단순히 거리에 반비례하는 법칙을 따르지 않는다.

가능하면, 측정은 원거리장 영역에서 이루어져야 한다. 원거리장 영역은 다음 조건에 의하여 정의될 수 있다.

측정거리  $d$  는 아래의 조건 중 하나를 만족하면 된다.

- a)  $d \geq \lambda/6$  : 이 거리에서  $E/H = Z_0 = 120\pi = 377\Omega$ , 즉 전기장 세기와 자기장 세기도 성분은 서로 수직이며, 피시험기기를 동조 다이폴 안테나로 간주하는 경우, 측정오차는 3 dB 정도이다.
- b)  $d \geq \lambda$  : 평면파에 대한 조건으로서, 피시험기기를 동조 다이폴 안테나로 간주하는 경우 측정오차는 0.5 dB 정도이다.
- c)  $d \geq 2D^2/\lambda$ , 여기서  $D$  는 피시험기기의 최대 크기 또는 피시험기기가 노출되기 위한 최소의 개구를 결정하는 안테나의 최대 치수이다. 여기서  $D \gg \lambda$  이다.

### 7.3.5 안테나 높이 변화

전기장 세기 측정에 있어서, 접지면 상의 안테나 높이는 직접파와 반사파가 동위상으로 더해지는 경우에 발생하는 최대 지시치를 얻기 위해 지정된 범위 내에서 변화시킬 수 있다. 일반적으로 10 m 이내의 측정거리에서, 전기장 세기의 측정을 위한 안테나 높이는 1 m ~ 4 m 범위에서 변화시킨다. 이 이상부터 30 m 까지의 측정거리에서, 안테나 높이는 2 m ~ 6 m 범위에서 변화시키는 것이 더 좋다. 측정 지시치를 최대화하기 위해서 안테나의 최저 높이를 접지면상의 1 m까지 조정하는 것이 필요할 수도 있다. 이러한 높이 이동은 수평편파와 수직편파 모두에 적용된다. 단, 예외적으로 수직편파의 경우 안테나의 최저점이 시험장 접지면과 최소한 25 cm는 떨어지도록 최소 높이를 설정하여야 한다.

### 7.3.6 제품 세부 규격

#### 7.3.6.1 일반사항

상세한 측정방법과 측정할(피측정) 방해 관련 파라미터를 규정하는 것과 더불어, 제품 규격에는 아래에 설명된 관련 세부사항들을 포함하여야 한다.

### 7.3.6.2 시험 환경

피시험기기의 올바른 기능을 보장할 수 있도록, 시험환경의 영향을 고려하여야 한다. 온도나 습도 등 물리적 환경에 대한 중요 파라미터들을 규정하여야 한다.

정확한 방해 측정을 보장하기 위해서는, 전자파 환경에 대한 특별한 고려가 필요하다. 피시험기기의 전원을 끈 상태로 시험장에서 측정되는 주변 전자파잡음과 신호 레벨은 허용기준보다 최소한 6 dB 이하가 되어야 한다. 이는 모든 주파수에서 항상 실현 가능한 것이 아니라고 알려져 있으나, 측정된 주변 전자파잡음 레벨과 피시험기기의 무선 전자파잡음 방출 레벨의 합이 허용기준을 초과하지 않는 경우, 피시험기기가 허용기준 내에서 적합한 것으로 판단하여야 한다. 주변 전자파잡음 레벨과 이로써 야기되는 측정오차에 관한 추가 정보는 6.2.2 및 부록 A를 참조한다.

규정된 측정 범위내의 주파수에서, 주변 전자파잡음 전기장 세기 레벨이 허용기준을 초과하는 경우, 아래와 같은 대안이 이용될 수 있다:

- 보다 가까운 거리에서 측정하여 규정 허용기준 거리의 결과로 외삽(外挿)계산한다. 외삽 공식은 제품 규격에서 권고된 바에 따르거나, 3회 이상의 각기 다른 거리에서 측정하여 검증하여야 한다.
- 보다 위험성이 있다고 예상되는 조사 대상 주파수 대역에 대해서는, 방송국의 방송이 종료되고 산업용 기기로부터 나오는 주변 전자파잡음이 보다 낮아지는 시간 동안에 측정한다.
- 조사 대상 주파수에서 피시험기기 방해 진폭과 차폐실 혹은 무반사실에서 인접주파수에서의 방해 진폭을 비교한다. 조사대상 주파수에서의 피시험기기 방해 진폭은 인접주파수 방해 진폭을 측정하고 이를 비교함으로써 평가할 수 있다.
- 야외시험장의 중심 축 방향을 설정하는데 있어서, 강한 주변 전자파잡음 신호의 입사 방향을 고려함으로써, 시험장에서 수신안테나의 방향 설정을 통해서 가능한 한 그런 신호들을 확실하게 구별할 수 있도록 한다.
- 피시험기기의 협대역 방해가 RF 주변 전자파잡음 근처에서 발생하는 경우에, 이들 양 쪽이 모두 표준 대역폭 내에 있으면, 더 좁은 기기대역폭을 사용하도록 한다.

### 7.3.6.3 피시험기기 구성

입력신호의 특성, 동작모드, 부품들의 배열, 연결 케이블의 길이 및 유형 등과 같은 피시험기기에 대한 동작조건이 명시되어야 한다.

개별 시스템 또는 여러 개의 독립적인 부품으로 구성된 시스템의 시험은 다음의 두 조건을 만족해야 한다.

- 시스템은 전형적인 방식으로 사용할 수 있도록 구성한다.
- 시스템은 최대 방해가 일어날 수 있는 방식으로 구성한다.

"시스템(system)"이라는 용어는 피시험기기에 연결된 부품들과 필요한 모든 연결케이블들에 연결된 부품들이 조합된 피시험기기를 의미한다.

"구성(configuration)"이라는 용어는 시스템을 이루고 있는 피시험기기와 기타 부품들, 상호 접속용 케이블들, 전원 리드선 등의 위치와 방향을 의미한다. 모든 측정을 수행하는 동안 상 기 두 조건 즉, 조건 a)가 먼저 만족되고 나서 조건 b)가 충족될 수 있도록, 다음 단락에서 기술하는 지침 내에서 시스템 구성을 조정하여야 한다.

"전형적(typical)"이라는 용어는 피시험기기가 실제 사용되는 배치를 설명하기 위해 사용된다. 전형적인 구성으로 설치하기 위한 지침을 아래에 요약한다.

여러 개의 장치들로 이루어진 시스템의 일부분으로 설계된 기기에 대해서, 피시험기기는 전형적인 시스템으로 설치되며, 제조자의 지침에 따라 구성되어야 한다. 또한 피시험기기는 전형적인 사용으로 알려진 대표적인 방법으로 동작하여야 한다. 모든 시험 중에, 피시험기기와 모든 시스템 부품들은 전형적인 사용 범위 내에서 각각의 방해를 최대화할 수 있도록 취급하여야 한다.

상호접속 케이블들은 피시험기기의 각 접속 포트에 연결하여야 한다. 각 케이블의 실제 사용에 있어서 적용되는 전형적인 구성으로 최대 방해가 일어나는 구성을 찾기 위해, 각 케이블 위치를 변경하면서 그에 따른 영향을 조사해봐야 한다. 조사하고 있는 주파수 범위 상에서, 몇 개의 케이블 구성에서 최대 방해가 나타나면 케이블 위치를 변경하는 조작 횟수를 제한할 수 있다.

상호접속 케이블은 기기제조자가 규정한 형태와 길이를 가져야 한다. 각 케이블의 초과 길이는 30 cm ~ 40 cm 길이의 묶음으로 케이블의 중간지점에서 구불구불한 S-자 모양으로 따로따로 묶어야 한다. 만약 케이블의 부피가 너무 크거나 경질성이거나, 사용자 설치 장소에서 시험을 해야 하는 경우에, 구불구불한 묶음 처리가 어려우면 초과 케이블 길이에 대한 처리는 시험기술자의 재량에 맡기며 시험보고서에 그 사실을 기록하여야 한다. 제품 규격에서 이 초과 케이블에 대한 또 다른 요구규격사항을 규정할 수도 있다.

어쩔 수 없는 경우가 아니면, 케이블은 피시험기기의 바로 위나 바로 아래, 혹은 시스템 부품 위로 배치되어서는 안 된다. 일반적으로 케이블은 케이블 랙의 상부를 통하거나 접지면 아래로 배선한다. 피시험기기와 모든 시스템 구성품의 외부 캐비닛에 가깝게 케이블을 배치하는 것이 전형적인 방법이라면, 케이블은 그 상태대로 배치해야 한다. 다양한 동작모드에서 피시험기기를 조사하여야 한다.

일반적으로 탁상설치형 피시험기기에 대한 방사성 방출시험은 적절한 크기의 상판을 갖는 비전도성 테이블 위에 피시험기기를 놓고 수행해야 한다. 테이블은 비도전성 재료로 만들어진 원격으로 제어 가능한 턴테이블 위에 놓는다. 턴테이블의 상부는 일반적으로 접지면에서 0.5 m 미만의 높이에 위치해야 하며, 턴테이블과 테이블을 합한 높이는 접지면에서 0.8 m

미만이어야 한다. 턴테이블이 접지면과 같은 높이에 있는 경우, 그 표면은 도전성 재료로 만들어진 것이어야 하며, 0.8 m 높이는 턴테이블의 상부로부터 측정된 거리다. 통상적으로 바닥설치형 피시험기기는 바닥에서 시험한다. 이러한 경우 접지면과 동일한 높이의 턴테이블이 유용하다. 바닥에도 놓을 수 있고 테이블 위에도 놓을 수 있는 피시험기기는 탁상형 기기로 시험하여야 한다.

피시험기기는 제조자의 요구규격과 의도된 사용 조건에 따라 접지되어야 한다. 피시험기기를 비접지 상태에서 사용하는 경우에는, 접지하지 않은 상태에서 시험하여야 한다. 피시험기가 실제 설치 조건에서 연결되어야 할 접지단자 또는 내부 접지 리드선을 갖추고 있을 경우에는, 접지 리드선이나 접속부를 접지면(또는 대지 접지용 설비)에 연결하여 실제 설치조건과 동일하게 해야 한다. 피시험기기의 교류 주전원 코드의 플러그 단말에 포함된 모든 내부 접지도선은 주전원선을 통하여 접지로 연결되어야 한다. 제조자가 정한 접지 위치를 제외하고 바닥 설치형 피시험기기는 두께가 15 cm 이하인 유전재료를 사용해 접지면으로부터 절연하여야 한다.

### 7.3.7 측정기기

안테나를 포함한 측정기기는 KN 16-1-1과 KN 16-1-4에 있는 관련 요구규격에 적합하여야 한다.

### 7.3.8 기타 실외 시험장에서의 전기장 세기 측정

ISM 기기나 모터 구동 차량과 같은 몇몇 제품에 대해서는, 실제적인 이유 때문에 야외시험장과 유사하나 금속 접지면이 없는 실외 시험장에서의 측정이 사용되어야 한다. 7.3.4 내지 7.3.7에 주어진 규정들이 적용 가능해야 한다.

### 7.3.9 야외시험장과 반무반사실에 대한 측정 불확도

방출 측정 불확도에 관한 일반 및 기본 고려사항은 CISPR 16-4-1에 명시되어 있다. OATS 또는 SAC(30 MHz ~ 1 GHz)에서의 복사성 방출 측정에 고유한 불확도는 CISPR 16-4-2에 명시되어 있다.

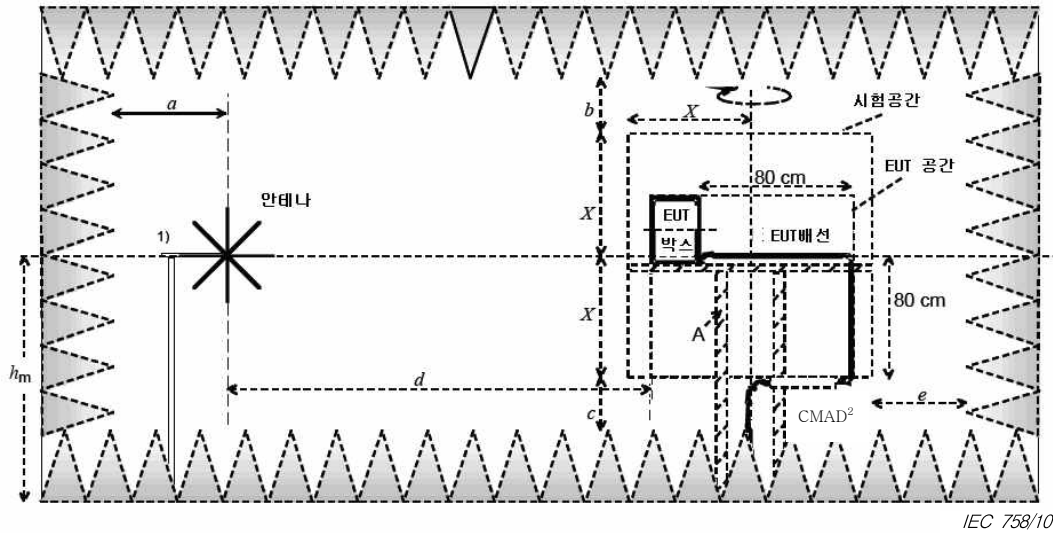
## 7.4 30 MHz ~ 1 GHz 대역에 대한 완전 무반사실 측정

### 7.4.1 시험배치 및 시험장 구조

무반사실에 대한 유효성확인 시험에 사용된 수신안테나와 동일한 형태의 안테나를 피시험기 방출 시험에 사용하여야 한다. 안테나 높이는 시험공간의 기하학적 중간 높이에 고정시킨다. 측정은 수신안테나의 수평 및 수직 편파에서 수행한다. 연속적인 회전이 필요하지 않는 경우에는, 피시험기기가 놓인 상태에서 턴테이블이 적어도 3개의 연속 방위각 위치( $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ )에 회전되어 있는 동안에 방출 측정을 수행하여야 한다. 그림 7은 완전 무반사실 내의 전형적인 시험배치와 관련 치수를 나타낸다.

피시험기기는 턴테이블 위에 놓아야 한다. 그림 7, 8, 9에 완전무반사실 내의 여러 가지 치수가 표시되어 있다. 턴테이블, 안테나 마스트 및 지지 바닥은 유효성확인 과정 중에 제 위

치에 있어야 하며, 주로 전자기장에 영향을 주지 않는 물질로 구성된다. a, b, c, 그리고 e의 거리들은 시험영역의 치수에 의해 제한될 수도 있다. 바닥면의 높이 (흡수체 높이와 c의 합)는 바닥설치형 장비의 높이이다(운반용 깔판의 높이는 시험공간의 밖이다).



A = 턴테이블과 피시험기 지지대

$2X = 1.5\text{ m}, 2.5\text{ m}, 5\text{ m}$ , 즉, 사용된 시험거리(각각 3 m, 5 m, 10 m에 대해)에 따른다.

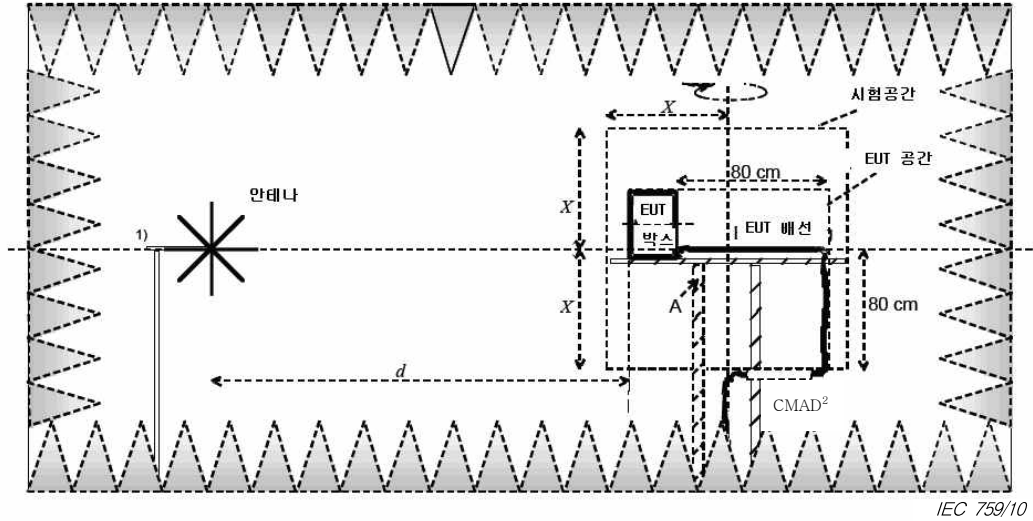
$h_m$  = 시험공간의 중앙 레벨

$a, b, c, e \geq 0.5\text{ m}$ 이 권장되며(  $\geq 1$  이 더 편리함), 실제 값은 KN 16-1-4 의 완전 무반사실 검증 과정에서 구해진다.

$d = 3\text{ m}, 5\text{ m}$  또는  $10\text{ m}$

- 1) 안테나와 케이블 배치의 유효성확인온 함께 이루어져야 하며, 피시험기기 시험 동안에 동일한 구성으로 사용하여야 한다.
- 2) CMAD는 적용 가능한 제품 규격에 따라 사용되어야 한다. (필요할 경우)이들 클램프의 가능한 용도를 시험보고서에 기록하여야 한다.

그림 7. 완전무반사실 내의 전형적인 시험배치  
(a, b, c 및 e는 완전무반사실의 성능에 따라 다름.)



A = 턴테이블과 피시험기기 지지대

2X = 1.5 m, 2.5 m, 5 m, 즉, 사용된 시험거리(각각 3 m, 5 m, 10 m에 대해)에 따른다.

d = 3 m, 5 m 혹은 10 m

- 1) 안테나와 케이블 배치의 유효성확인 은 함께 이루어져야 하며, 피시험기기 시험 동안에 동일한 구성으로 사용하여야 한다. (그림 7 참조)
- 2) CMAD는 적용 가능한 제품 규격에 따라 사용되어야 한다. (필요할 경우) 이들 클램프의 가능한 용도를 시험보고서에 기록하여야 한다.

그림 8. 완전무반사실 시험공간 내의 탁상설치형 기기에 대한 전형적인 시험배치

시험거리는 안테나의 기준점으로부터 피시험기기 경계까지의 거리로 측정된다. 안테나의 기준점과 위상 중심 간에 차이가 있는 경우, 시험거리에서의 전기장 세기를 얻을 수 있도록 보정계수를 적용한다.

불확도를 줄이기 위해서 식 (5)의 보정계수( $C_{dr}$  [dB])을 전기장 세기에 더할 수 있다. 안테나의 교정과정에서 각각의 주파수에 대해 위상 보정계수  $C_{dr}$ 이 측정된다. 측정 과정은 안테나 교정으로 정의되거나, 대수주기 안테나 소자들의 기계적인 간격으로부터 안테나 인자( $F_a$ )를 이용하여 계산된다. 두 계수 및 인자( $C_{dr}$  및  $F_a$ )를 안테나 출력전압에 dB 로 합산하여 전기장 세기의 식 (6)을 구한다. 위상중심에 대한 보정이 포함되지 않은 경우, 불확도 예 측을 위해서 추가 절을 포함하여야 한다.

$$C_{dr} = 20 \log[(d + P_f - r)/d]$$

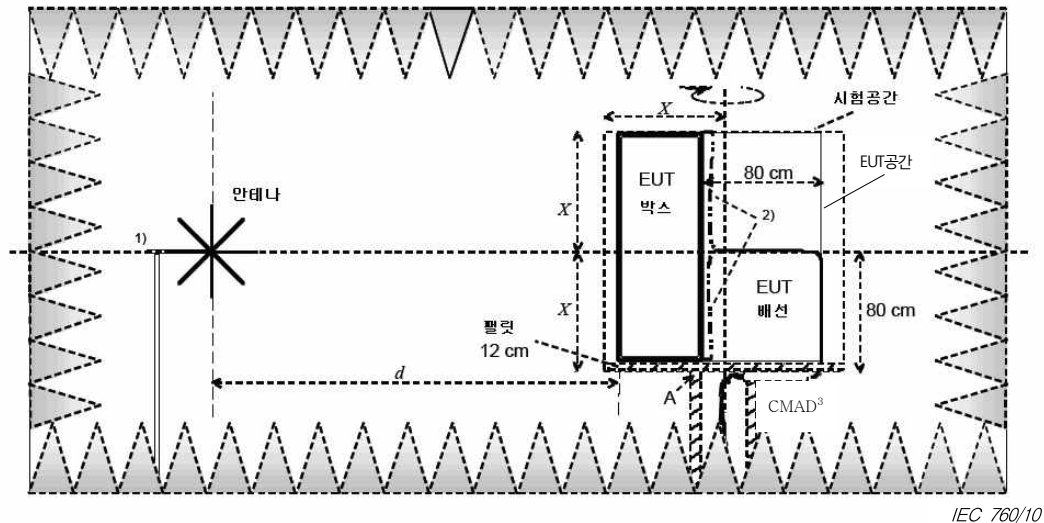
(5)

전기장 세기는 아래 식(6)에 의해 주어진다.

$$E_f = V_f + F_a + C_{dr}$$

(6)

여기서,

 $f$  = 주파수 [MHz] $d$  = EUT 경계에서부터 안테나 기준점까지 필요한 이격거리 [m] $P_f$  = 주파수 함수로서의 위상중심점 (안테나 끝단으로부터의 거리[m]) $r$  = 안테나 끝단에서 기준점까지의 거리 [m] $E_f$  = 신호발생원으로부터의 거리  $d$  에서의 전기장 [dB( $\mu$ V/m)] $V_f$  = 주파수  $f$ 에서 안테나 출력 전압 [dB( $\mu$ V/m)] $C_{dr}$  = 위상중심 보정계수 [dB] $F_a$  = 위상중심에서 전기장에 대한 안테나 인자(자유공간의) [dB( $m^{-1}$ )]

A = 턴테이블과 피시험기기 지지대

2X = 1.5m, 2.5m, 5m, 즉, 사용된 시험거리(각각 3 m, 5 m, 10 m에 대해)에 따른다.

 $d$  = 3 m, 5 m 혹은 10 m

12cm (10cm ~14cm)의 깔판은 금속접지와 목재접지 사이에서 절충한 재질이다.

- 1) 안테나와 케이블 배치의 유효성확인 은 함께 이루어져야 하며, 피시험기기 시험 동안에 동일한 구성으로 사용하여야 한다. (그림 7 참조)
- 2) 케이블 배치는 이 케이블의 플러그 위치에 따르며, 피시험기기 하우징 표면에 가까이 있어야 한다.
- 3) CMAD는 적용 가능한 제품 규격에 따라 사용되어야 한다. (필요할 경우) 이들 클램프의 가능한 용도를 시험보고서에 기록하여야 한다.

그림 9. 완전무반사실 시험공간 내의 바닥설치형 기기에 대한 전형적인 시험배치

#### 7.4.2 피시험기기 위치

그림 8과 9에서는 완전무반사실 내의 탁상설치형 기기와 바닥설치형 기기에 대한 전형적인 시험배치를 보인다. 피시험기기는 전형적인 적용에서와 같은 방식으로 구성, 설치, 배치 및



운용하여야 한다. 전체 피시험기기는 시험공간 내에 위치하여야 한다. 피시험기기의 작동에는 필요하지만 피시험기기의 일부분에 해당하지는 않는 결합장비는 차폐실 외부에 설치하여야 한다.

상호접속 케이블은 피시험기기의 각 유형의 상호접속 단자에 연결하여야 한다. 피시험기기가 분리형 기기들로 구성된 경우, 이 기기들 간의 간격은 정상적인 구성으로 배치하여야 하지만, 가능한 한 10 cm의 간격으로 배치하여야 한다. 상호접속용 케이블은 다발로 묶어 놓아야 한다. 다발은 30 cm ~ 40 cm 의 길이로 묶어 케이블 방향으로 배치하여야 한다.

측정의 재현성을 개선하기 위해, 다음 지침들을 고려하여야 한다:

- a) 피시험기기(7.4.3에 따라 배치된 케이블을 포함하여)는 그 중심이 시험공간의 중심과 동일한 높이에 위치하도록 설치하여야 한다. 이를 위해 적당한 높이의 비전도성 지지대를 사용할 수 있다.
- b) 대형 피시험기기를 시험공간의 중심까지 올리는 것이 실질적으로 불가능한 경우에는 (그림 7, 8), 시험 동안에 피시험기기를 비전도성 운반용 깔판위에 그대로 둘 수도 있다(그림 9). 깔판의 높이는 시험보고서에 기록하여야 한다.

일부 바닥설치형 기기의 설치 요구규격에는 이 기기를 전도성 바닥에 설치하여 직접 본딩하도록 되어 있다. 완전무반사실에서 바닥설치형 기기를 시험할 경우, 아래 유의 사항들을 참조할 것을 조언한다.

전도성 바닥에 설치되어 직접 본딩되어 사용되어야 하는 바닥설치형 기기의 완전무반사실 시험결과가 완전무반사실에서 규정한 허용기준에 부적합할 경우, 실제 방사량은 최종 설치환경을 보다 잘 모사할 수 있는 접지면 위에서 시험한다면 더 낮아질 수도 있다. 이는 방출이 200 MHz 미만의 주파수에서 수평편파이고, 방출 발생원이 표준설치 상태에서 접지면으로부터의 높이가 0.4 m 미만인 기기의 위치에 있는 경우에는 특히 그러하다. 따라서 완전무반사실에서의 측정을 근거로 부적합 판정을 하기 전에, 접지면을 갖는 시험환경 (즉, 야외시험장 혹은 반무반사실)에서 추가 조사를 해보는 것이 기기의 최종 설치 의도를 보다 잘 모사하기 위해 바람직하다고 권장한다.

### 7.4.3 케이블 배치 및 종단처리

EMC 시험에서, 단일 피시험기기를 여러 시험장에서 측정할 경우 서로 다른 케이블 배치와 종단처리 때문에 측정결과와 재현성이 나빠지는 경우가 자주 있다. 아래에 나열된 항목들은 양호한 재현성을 얻기 위한 시험배치의 일반적 조건이다 (그림 8 및 9 참조). 이상적인 경우, 측정되어질(피측정) 모든 방출은 시험공간으로부터만 나와야 한다. 시험 중에 사용되는 케이블들은 제조자의 규격에 따라야 한다. 케이블 종단을 구할 수 없는 경우에 피시험기기는 종단되지 않은 케이블을 사용할 수 있다. 시험 중에 사용된 케이블의 규격을 시험보고서에 명확하게 기록하여야 한다.

- a) 피시험기기와 보조기기 혹은 전원공급장치에 연결된 케이블들은 시험공간 내부에서 (묶음이 없이) 수평방향으로 0.8 m와 수직방향으로 0.8 m 길이로 배치하여야 한다(그림 8 및 9 참조).  $\pm 5\%$ 의 상대 허용오차를 가지고 1.6 m를 초과하는 케이블 길이는 시험공간의 바깥 쪽에 배치하여야 한다.
- b) 만일 제조자가 1.6 m 보다 더 짧은 길이를 지정하는 경우, 가능하다면 시험공간 내부에

서 케이블 길이의 반은 수평으로, 그리고 나머지 반은 수직으로 배치하여야 한다.

- c) 시험 중에, 결합장치를 통해 사용되지 않는 케이블들은 아래와 같이 적절히 종단 처리해야 한다.
  - 1) 정확한 임피던스(50 Ω 혹은 75 Ω)의 동축형 터미네이터를 갖는 동축(차폐)케이블
  - 2) 내부 도선이 하나 이상인 차폐케이블은 제조자의 규격에 따라 공통모드(도선 대 기 준접지) 종단처리와 차동모드(도선 대 도선) 종단처리가 되어 있어야 한다
  - 3) 차폐되지 않은 케이블은 제조자의 규격에 따라 차동모드 종단처리뿐만 아니라 공통 모드 종단처리가 되어 있어야 한다.
- d) 피시험기기의 적절한 동작을 위해 결합장치가 필요한 경우에는, 그 장치로부터의 방출로 인해 원래의 방출 측정에 영향을 주지 않도록 특별히 주의해야 한다. 가능하다면 결합장치는 차폐실의 외부에 위치시켜야 한다. 상호접속 케이블들을 통한 완전무반사실로의 RF 누설에 대하여 조치가 이루어져야 한다.
- e) 케이블 배치를 포함한 시험배치, 부착된 케이블과 종단처리에 대한 규격, 그리고 시험 공간 외부에 존재하는 케이블 길이로 인한 방출 영향을 억제하기 위해 취할 조치(예를 들면, 페라이트 클램프의 사용) 등을 각기 다른 제품들에 따라 그 제품 규격에 규정하여야 한다.

다수의 피시험기기들의 상이한 특성으로 인하여, 제품 규격은 이 절의 내용과 상당히 다를 수도 있다 (예를 들면, KN 22의 10.5 참조).

#### 7.4.4 FAR의 측정 불확도

방출 측정 불확도에 관한 일반 및 기본 고려사항은 CISPR 16-4-1에 명시되어 있다. 대체 시험 방법의 사용 조건은 CISPR 16-4-5에 명시되어 있다. FAR로부터 3 m 떨어진 거리에서 방출 측정에 관한 불확도 총괄표의 예는 CISPR 16-4-2에 명시되어 있다.

### 7.5 복사성 방출시험(30 MHz ~ 1 GHz) 방법과 방사내성시험(80 MHz ~ 1 GHz) 방법의 반무반사실 공통 시험배치

#### 7.5.1 적용성

복사성 방출시험과 내성시험의 서로 다른 시험배치에 대한 대안으로서, 이 절의 규정에 따라 피시험기기의 공통 배치를 사용하여 양쪽 요구규격에 적합한 시험을 수행할 수 있다. 피시험기기를 동일하게 구성하고 배치하여 복사성 방출시험과 내성시험을 수행하는 것이 기술적으로 정당화되는 경우에, 이 절에서 설명된 시험배치를 적용할 수 있다. 이 시험배치는 간단한 구조의 피시험기기들 예를 들면, 단일 합체, 소형 합체의 조합 또는 5개 이하의 케이블이 연결된 피시험기기 등에 가장 적합하다고 생각된다. 피시험기기 제품의 방출규격이 3 m 거리에서의 복사성 방출시험을 허용하는 경우에, 이 절의 대응 시험배치 방법의 사용이 가능하다.

복사성 내성시험의 경우, KN 61000-4-3에 설명된 (즉, 흡수체 배열 야외시험장과 유사한 흡수체 배열 반무반사실)바와 같은 균일장을 얻을 필요가 있다면, 피시험기기와 송신안테나

사이의 접지면 일부분에 흡수체를 설치하여 복사성 내성시험을 수행할 수 있다. 접지면에 흡수체가 없는 반무반사실의 정규화 시험장 감쇠량 특성은 KN 16-1-4의 특성을 만족하여야 한다.

### 7.5.2 피시험기기 경계의 정의와 안테나-피시험기기 사이의 거리

복사성 방출시험과 내성시험은, 수평거리 3 m 에 피시험기기 최대폭의 1/2 길이를 더한 거리에 위치한 즉, 피시험기기 중심점으로부터 측정한 거리에 위치한 수신 또는 송신안테나로 수행하여야 한다. 피시험기기로부터의 거리를 결정할 때는 안테나의 기준점을 사용한다. 그러나 기준점이 규정되어 있지 않는 경우에는, 대수주기 안테나에서 하한과 상한 시험주파수의 반파장에 해당하는 두 다이폴 소자들 사이를 지지하는 수평봉의 중심선 상의 한 점이 기준점으로 된다.

주) 대수주기 안테나의 제조자가 이 기준점을 규정해 놓을 수도 있다.

피시험기기 경계는 피시험기기를 가장 작게 둘러싸는 가상의 직사각형 모양의 둘레로 정의된다. 시스템 사이를 연결하는 모든 케이블들은 이 경계 내에 포함되어야 한다(그림 10 참조). 이 경계의 각 모서리는 피시험기기의 4개 면 중의 한 면에 즉, 수평 시험거리에 따라 내성시험을 위해 교정된 균일장 영역과 등평면 상에(가능하면 이 면 내측에 있도록) 놓여 있어야 한다.

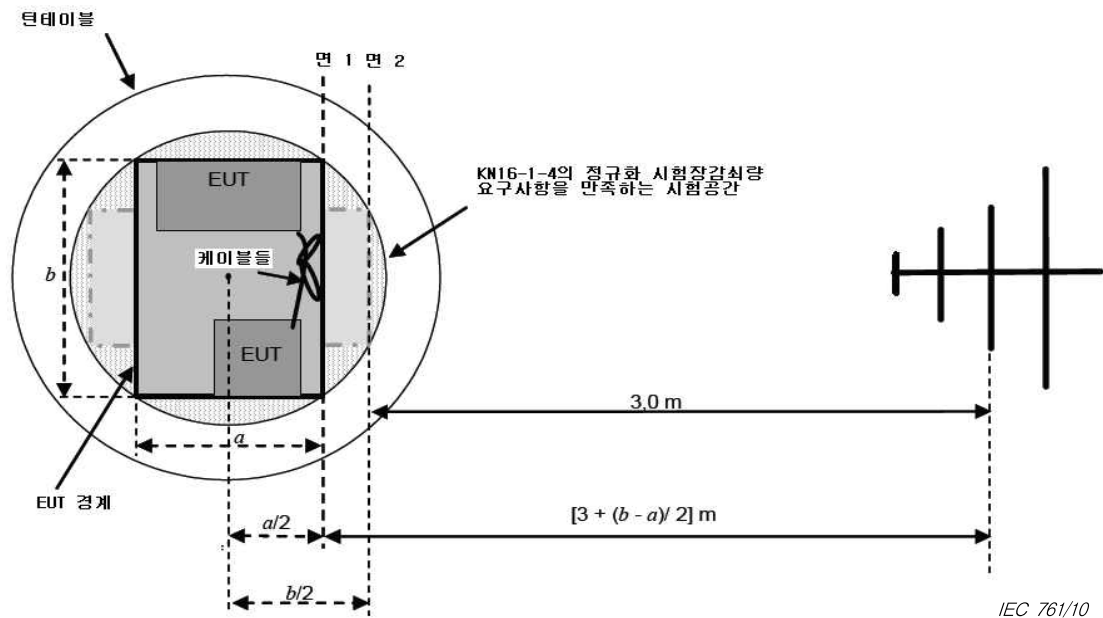


그림 10. 균일장 교정을 위한 평면들의 위치 (상면도)

### 7.5.3 균일장 시험공간

균일장 시험공간은 다음의 조건으로 정의된다.

- 피시험기와 그 보조기기(AuxEq)(예 주변장치들, 케이블들)는 KN 16-1-4의 시험장 검증 요구규격에 맞는 시험공간 안에 있어야 한다. KN 16-1-4의 방출 측정에 사용하기 위한 대용시험장에 대해서는 시험장 검증절차를 참조한다.
- 피시험기와 그 보조기기는 KN 61000-4-3의 요구규격에 따라, 그리고 이 절에서 설명된 바에 따라 이들이 균일장 영역과 정렬되도록 시험공간 안에 있어야 한다.

두 안테나 이격거리에 동일하지 않은 경계나 비대칭 경계를 갖는 피시험기를 평가하기 위해서는, KN 61000-4-3 의 요구규격에 따라 균일장 영역을 교정할 필요가 있다. 그림 13 에 보인 예에서, 이것은 피시험기의 전면(방위각  $0^\circ$  방향)을 따라 길이 “b”를 갖는 면에 있으며, 피시험기의 측면(방위각  $90^\circ$  방향)을 따라 길이 “a”를 갖는 면에 있다.

균일장의 최대폭 1.5 m 로 피시험기를 포함하기 위해서 다음 2가지 조건에서 설명된 바와 같이 균일장 영역을 교정할 수 있다

- 턴테이블 중앙에서 안테나 축까지의 수직면에서
- 측정 축에 직교이고, 턴테이블 중앙에서 앞쪽으로 0.75 m 에 있는 안테나 축까지의 수직면에서

어떤 피시험기의 노출 전면부위가 2개의 교정된 균일장 영역 사이에 있을 경우, 다음 가정 하에서 선형 내삽법을 적용할 수 있다.

- 두 표면 각각에 대해 KN 61000-4-3에서 정의된 다수개의 점들에서 -0 dB부터 +6 dB 기준을 만족한다.
- 안테나에 일정 입사전력을 인가할 경우에, 두 균일장 영역에서 -0 dB부터 +6 dB 기준을 만족하는 점들의 평균 전기장 세기는 안테나-균일장 영역 사이의 거리에 반비례한다.

여기서,  $P_{c1}$  은 턴테이블 중앙의 균일장 영역을 형성하기 위한 입사전력(대수 스케일)을 나타내며, 이는 일정 전기장 세기 교정법이나 일정 전력 교정법 둘 중 어느 쪽으로도 평가된다.  $P_{c2}$  는 턴테이블 중심 앞쪽으로 0.75m 균일장 영역을 형성하기 위한 해당 입사전력을 나타낸다. 피시험기 표면을 노출시키기 위해 필요한 입사전력은  $P_{c1}$  과  $P_{c2}$ , 그리고 안테나까지의 해당 거리(역시, 대수 스케일)로부터 선형 내삽하여 계산할 수 있다. 기타 자세한 측정법과 설명은 KN 61000-4-3 - 전기장의 교정의 6.2을 참조한다.

피시험기 둘레의 길이가 20 % 이하 다르거나 3m 이격거리인 경우 0.6 m 이하 다른 경우에, 그림 10의 면 1 (피시험기의 가장 넓은 면)에 대한 이격거리에서 단일 균일장 영역의 교정만이 필요하다.

주) 앞 단락에서 기술한 방법을 사용할 때, 피시험기의 두 면은 송신 안테나까지의 거리가 더 가깝기 때문에 더 높은 내성 전기장 레벨에서 시험될 것이다.

상호접속 케이블을 포함한 피시험기기 경계는 시험장 검증 요구규격을 만족하는 시험공간 안에 있어야 한다. 방출/내성 공통 시험배치에 있어서, 이 시설은 피시험기기 표면의  $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ , 및  $270^\circ$  에서 피시험기기 경계 최소 및 최대 크기에 해당하는 2개의 수직 단면 상에서 교정되어야 한다. 이 시설 내에서 시험될 피시험기기 유형에 따라 2개의 표면 위치를 선택할 수 있다.

균일장 기준을 만족하기 위해 바닥 흡수체를 사용한 경우에, 이 흡수체는 송신안테나와 평면 2 사이에 놓여야 한다. 만약 하나의 평면만 교정된 경우라면(즉, 0.6 m 이하인 2개 경계 크기가 다른 피시험기기의 경우), 송신안테나와 교정된 평면 사이에 흡수체(사용한 경우에)를 놓아야 한다.

#### 7.5.4 방출/내성 피시험기기 시험배치를 위한 공통 규격

가능한 한 전형적이고 실제적인 동작에 가깝게 피시험기기를 구성하여 시험을 수행하여야 한다. 만약 다른 언급이 없으면, 케이블과 배선은 제조자가 규정한 대로 하여야 하며, 피시험기기에 원래의 하우징(또는 캐비닛)을 씌워야 하고 접속 판넬을 제자리에 붙여야 한다. 정상 피시험기기 동작조건과 다른 점이 있으면, 시험보고서에 기록하여야 한다. 7.3.6.3의 사양이 적용된다. 피시험기기(가능하면, 비전도성 지지대 위에 놓인)를 회전시키기 위해서 7.3.6.3에서 설명된 바와 같이 원격 제어되는 턴테이블 위에 피시험기기를 위치시켜야 한다.

접지면 위의 피시험기기 높이는 다음 요구규격에 따라야 한다.

- 탁상설치형 기기는 높이  $0.8m \pm 0.01m$ 의 비전도성 테이블 위에 위치시킨다. 7.3.6.3 참조. KN 16-1-4에서는 비전도성 테이블이 시험결과에 미치는 영향을 결정하는 방법을 규정하고 있다.
- 바닥설치형 기기는 이용 가능한 제품 규격에 규정된 바와 같이 비전도성 지지대 위에 위치시킨다. 제품 규격에 피시험기기 배치 높이에 대한 어떤 요구규격도 없는 경우에는, 접지면 위로 높이 5 cm에서 15 cm의 비전도성 지지대 위에 피시험기기를 위치시킨다.

벽에 설치하여 동작하도록 설계된 기기는 탁상설치형으로 시험하여야 한다. 이 피시험기기의 방향은 정상 동작 시의 방향(즉, 정상적으로 설치되는 위치)으로 구성한다.

상호접속 케이블, 부하 및 기기는 피시험기기의 각 유형의 상호접속 포트들 중 적어도 하나에 연결하여야 하며, 각 케이블은 실제 사용 시에 전형적인 기기에 종단시켜 놓아야 한다. 동일 유형의 다중 상호접속 포트들이 있는 경우에는, 전형적인 개수의 포트들에 기기 및 부하를 연결하여야 한다. 그 외의 포트들을 연결하여도 방해 레벨이 크게 증가하지(즉, 2 dB 이상으로) 않거나, 내성 레벨을 현저하게 감소시키지 않는다는 것을 증명할 수 있으면(예를 들어, 예비시험에서), 오직 하나의 부하에만 연결하여도 충분하다. 이들 포트를 구성하고 부하를 건 이론적 근거를 시험보고서에 기록하여야 한다.

기타 케이블들을 추가하여 허용기준에 대해 현저하게 여유분을 감소(예를 들면, 2 dB)시키지 않는 조건에서 추가 케이블들의 수를 제한하여야 한다. 어떤 경우에, 방출 및 내성시험에 대한 피시험기기의 형태, 부하, 상호접속 유형과 케이블들의 최적 배치가 서로 다를 수 있다. 그러한 경우에는 동일한 피시험기기 배치 내에서 피시험기기를 어느 정도 재배치할 필

요가 있다.

케이블 배치와 종단처리 는 다음의 요구규격에 따라야 한다.

- 수직편파와 수평편파 복사 성분이 배제되지 않도록 케이블들의 방향을 배치하여야 한다. 제품의 방출 및 내성규격이 있는 경우에, 여기에 정의된 케이블 배치 규칙과 케이블 길이를 사용하여야 한다. 그러나 요구규격에 이견이 있는 경우에는, 제품 방출규격에 정의된 케이블 배치와 최대 케이블 길이가 사용되어야 한다. 내성시험 중에는, 방출규격의 케이블 배치 규칙을 적용하고 최소 1 m 길이의 케이블을 수평과 수직 부분으로 배치하여 전자파에 노출시켜 위 규칙을 지킬 수 있다(제품 제조자의 규격에 더 짧은 케이블을 사용해야 된다고 규정되어 있지 않는 경우에). 초과된 여분의 케이블은 케이블 중간부분에서 30 cm ~ 40 cm 길이의 다발로 묶어 두어야 한다. 제품 방출규격에 케이블 배치에 대한 어떤 정보도 제공되어 있지 않으면 다음 배치방법을 사용한다.
- 탁상설치형 기기에서(그림 11과 12), 균일장 시험공간 밖으로 나오는(즉, 피시험기기로부터 실외로 연결된) 케이블들은 그림 11과 12 에 따라 총 길이 1 m ( $\pm 0.1$  m)로 하고 이때 바닥 쪽으로 수직으로 늘어뜨려 두고(피시험기기 테이블 높이 때문에 최소 길이 0.8 m 가 주어짐) 전자파에 노출시켜야 한다. 테이블에 걸려 있는 상호접속 케이블은 접지면으로부터 최소 거리 0.4 m ( $\pm 0.04$  m)에 있어야 한다.  
만약 접지면까지 거리가 40 cm 이하로 걸려 있는 케이블이 적절한 길이까지 짧게 할 수 없다면, 초과분의 케이블은 앞뒤로 접어 30 cm ~ 40 cm 길이의 다발로 묶어 두어야 한다. 만약 어떤 케이블의 경우에 제조자가 규정한 최대 길이로는, 탁상설치형 기기(0.8 m 높이의 테이블에 놓인)에 대한 접지면까지의 거리를 포함해 1 m 수평 배치를 할 수 없다면, 수평 배치는 0.8 m를 초과하는 케이블 길이에 따라야 한다. 이때 다발로 묶을 필요는 없다.
- 바닥설치형 기기에서(그림 13과 14), 균일장 시험공간 밖으로 나오는 케이블들은, 시험공간 내에서는 최소 0.3 m 길이 이상은 수평방향으로 배치되어 있어야 하고, 수직방향으로는 전형적이고 정상적인 사용(바닥 위의 I/O 포트 높이에 따라)에 따라 배치되어 있어야 한다. 수평방향 케이블은, 바닥을 따라 놓여 있도록 의도된 케이블의 총 길이에 대해 최소 높이 10 cm 로 접지면에 대해 절연되어 있어야 한다.

피시험기기의 함체 사이의 케이블 배선은 다음과 같이 다루어져야 한다.

- 제조자가 규정한 케이블 유형과 코넥터를 사용하여야 한다.
- 제조자의 제품 규격에 3 m 이하의 케이블 길이로 규정한 경우에는, 이 길이를 사용하여야 한다. 탁상설치형 기기에서(그림 11과 12 참조), 이 케이블은 1 m ( $\pm 0.1$  m) 길이에 대해 전자파에 노출시켜야 하며, 초과분은 앞뒤로 접어 30 cm ~ 40 cm 길이의 다발로 묶어 두어야 한다. 그리고 바닥설치형 기기에서(그림 13과 14)는 약 1 m 로 한다.
- 규정 길이가 3 m 이상이거나 규정이 없는 경우에는, 전자파에 노출시켜야 하는 길이는 1 m 이어야 한다. 케이블의 초과분은 시험공간 밖으로 나오게 하여야 한다.

탁상설치형 기기와 바닥설치형 기기로 조합된 피시험기기는 각 개별 기기 구성상태에 따라 배치하여야 하며, 탁상설치형과 바닥설치형 사이의 상호접속 케이블도 이 규칙에

따라야 한다.

- 보조기기로 중단되지 않는 케이블들은, 이 케이블들에 연결될 보조기기를 대표하고 필요한 특성 임피던스를 대표하도록 차동모드와 공통모드를 모사하도록 하여야 한다.
- 다른 기기에 연결되지 않는 케이블은 다음과 같이 중단처리하여야 한다(7.3.6.3 참조).
  - 동축 차폐케이블은 동축 터미네이터(일반적으로 50 Ω 또는 70 Ω)로 중단처리하여야 한다.
  - 하나 이상의 내부도선을 갖는 차폐케이블들은 피시험기기 제조자 규격에 따라 공통모드와 차동모드 중단처리하여야 한다. 이 공통모드 중단처리 방법은 내부도선 또는 그 차동모드 중단과 케이블 차폐부 사이를 적절하게 연결시키는 것이다. 공통모드 중단처리 방법에 대한 어떤 정보도 제공되지 않으면, 150 Ω 공통모드 중단처리를 사용하여야 한다.
  - 차폐되지 않은 케이블은 제조자 규격에 따라 차동모드 중단 처리 하여야 한다.
  - 제조자가 규정한 최대 길이보다 짧아져 있는 모든 케이블과 이 절의 설명에 따라 시험의 편리성을 위해 인위적으로 중단처리 되어 있는 모든 케이블은, 시험실 벽이나 바닥에 150 Ω 공통모드 중단처리를 추가적으로 하여야 한다.

다음의 내용은 7.3.6.3와 함께 고려하여야 한다.

- 피시험기기를 적절히 동작시키기 위해 결합장치(AE)가 필요한 경우에는, 결합장치로 인해 복사성 방출측정 또는 내성측정 시험에 영향을 주지 않도록 특별히 주의하여야 한다. 이때 시험실 차폐부분과 적절하게 상호접속 연결할 수 있다면, 시험 중에 이 무반사실 외부로 결합장치를 배치할 수 있다. 이 상호접속 케이블을 통해 무반사실 안으로 또는 밖으로의 RF 누설을 방지하기 위한 대처방법이 필요할 수 있다.
- 결합장치로부터의 불요 방출을 억제하기 위한 기타 방법이나 기기는 시험실 외부 또는 상승형 바닥 아래에 위치하여야 한다.
- 시험공간 밖의 결합장치로부터 방출 억제를 위한 케이블 배치, 부착된 케이블 규격과 중단처리 규격, 시험공간을 나가는 케이블에 CMAD 사용 및 기타 대처방법을 포함한 시험배치를 시험보고서에 명확히 기록하여야 한다.

#### 7.5.5 공통 방출/내성 시험장치 구성 및 방법에 대한 측정 불확도

방출 측정 불확도에 관한 일반 및 기본 고려사항은 CISPR 16-4-1에 명시되어 있다.

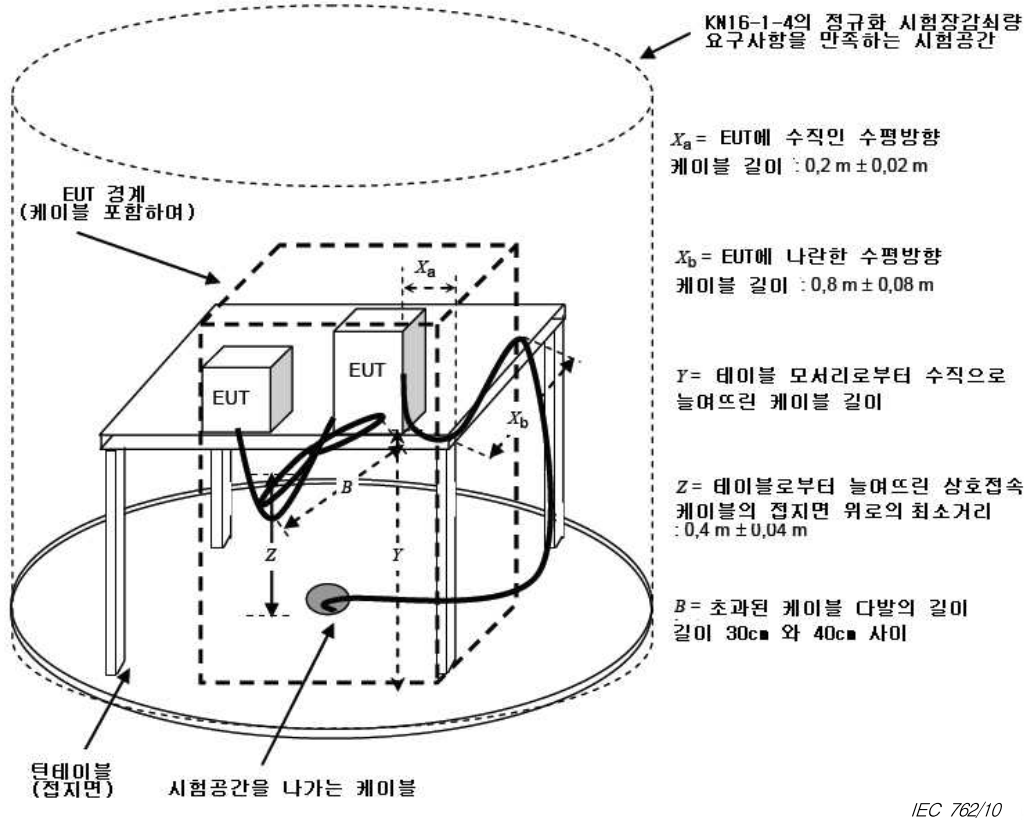


그림 11. 탁상설치형 기기의 시험배치

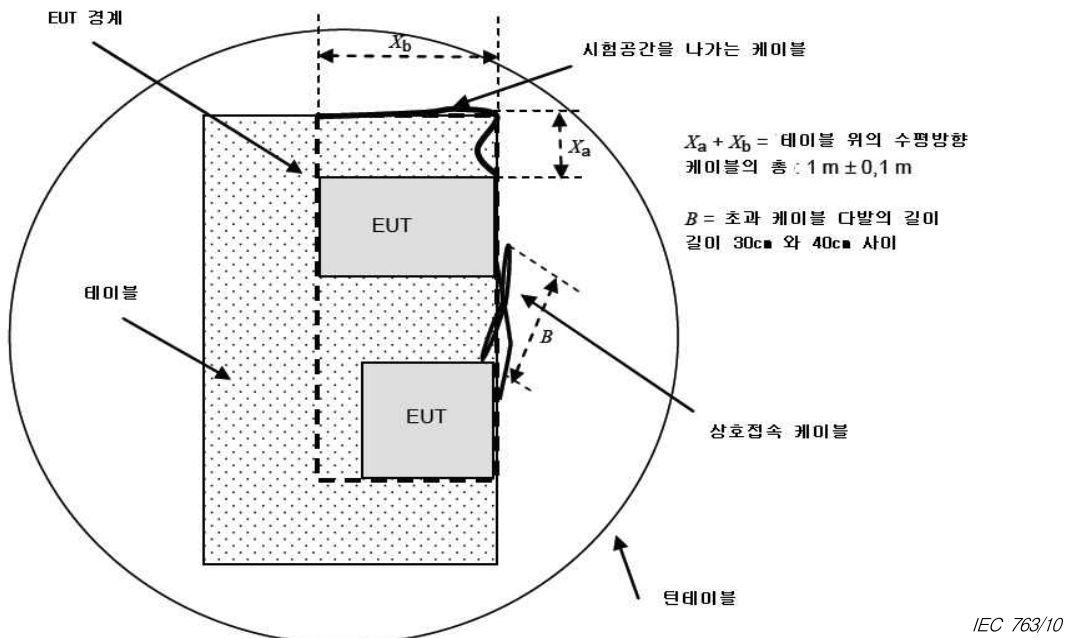


그림 12. 탁상설치형 기기의 시험배치 - 상면도



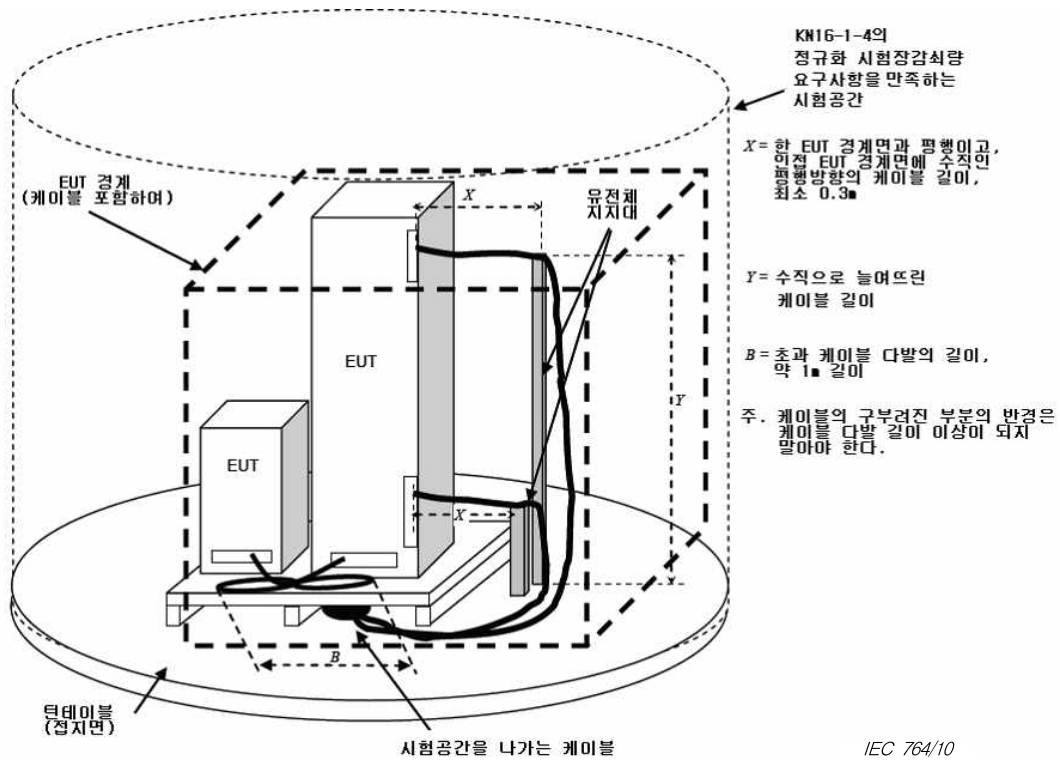


그림 13. 바닥설치형 기기의 시험배치

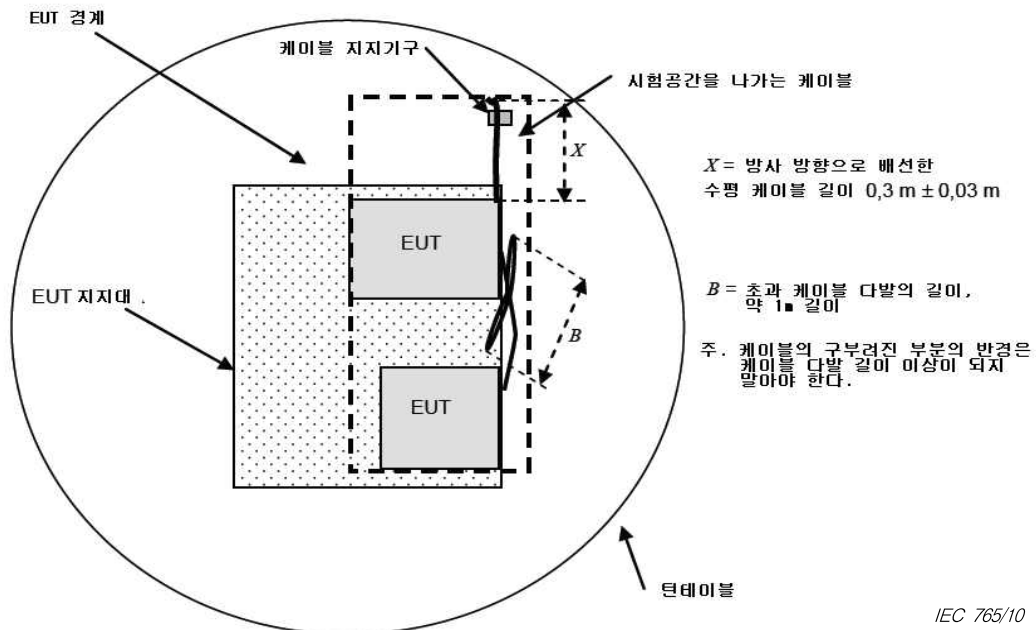


그림 14. 바닥설치형 기기의 시험배치 - 상면도

## 7.6 1 GHz ~ 18 GHz 주파수 범위에 대한 완전 무반사실과 흡수체 배열 야외시험장/반무반사실 측정

### 7.6.1 측정량

측정거리에서 피시험기기로부터 방출된 전기장 세기가 측정될 양이다. 이 결과를 전기장 세기 단위로 표현한다.

어떤 규격에서는, 1 GHz 이상의 측정에 대해서 피시험기기 방출 허용기준을 실효방사전력 ( $P_{RE}$ ) [dB(pW)]로 표현한다. 자유공간의 원거리장 조건에서, 3 m 거리에서  $P_{RE}$ 를 전기장 세기로 환산하는 식은 다음과 같다.

$$E_{3m} = P_{RE} + 7.4 \quad (7)$$

3 m 이외의 거리 d 에서,

$$E_d = P_{ER} + 7.4 + 20 \log\left(\frac{3}{d}\right) \quad (8)$$

### 7.6.2 측정거리

피시험기기에서 방출되는 전기장 세기는 3 m에서 측정하는 것을 우선한다.

측정거리 d 는 피시험기기 경계와 수신안테나 기준점 사이의 수평거리이다. (그림 15 참조) 피시험기기는 케이블 랙과 지지기구, 최소 케이블 길이 30 cm 를 포함하여 피시험기기의 모든 부분을 포함하고 있다.

실제 상황에서는 다른 거리를 사용할 수도 있다.

- 주변 전자파잡음이 높거나 불요 반사의 영향을 줄이기 위하여 보다 더 짧은 거리에서 측정하지만, 측정거리가 확실히  $D^2/2\lambda$  이상이 되도록 주의해야 한다.
- 대형 피시험기기의 경우에는, 피시험기기가 안테나 빔에 전체 노출될 수 있도록 하기 위해 더 긴 거리에서 측정한다.

주) 피시험기기의 주 방해원들이 비간섭성이며 점 신호원으로부터 방사되는 것으로 추정되므로, 위에서 언급한 최소거리  $D^2/2\lambda$  는 피시험기기가 아니라 측정안테나에 적용되어야 한다.

3 m 이외의 거리에서 측정하는 경우에(위의 주 참조), 자유공간 전파로 가정하여 측정거리는 1 m 이상이어야 한다. 서로 다른 거리에서 측정하여 외삽 계산한 결과가 동일 거리에서 측정한 결과만큼 상호 연관성이 없다고 조언할 수 있다.

### 7.6.3 피시험기기 배치와 동작조건

일반적인 지침으로서, 1 GHz 이하에서의 측정에 사용되는 피시험기기 배치와 동작조건과 동일하여야 한다.

1 GHz 이상의 측정에서 시험배치는 안테나와 피시험기기 사이 바닥에 흡수체를 전형적으로 사용한다는 것을 고려하여야 한다. 1 GHz 이상의 측정에서 실제적인 경우에는 항상, 피시험기기를 흡수체 높이 위로 올려 놓아야 한다. 흡수체 높이 위로 전체 피시험기기를 올리는 것이 불가능한 경우에는(예를 들면, 랙 설치형 기기 또는 바닥 설치형 기기), 피시험기기의 방사 소자가 되는 부분(예를 들면, 랙 또는 샤시)이 흡수체 높이 위에 위치하도록 구성하여야 한다.

KN 16-1-4의 5.8.2.2에서 설명된 바와 같이 유효성이 확인된 시험공간 안에 피시험기기를 위치시켜야 한다. 만약 흡수체 높이 위로 피시험기기를 올리거나 그 방사 소자부분을 올리는 것이 실제적이지 않고 안전하지 않으면, 흡수체 최고점 높이 이하에 위치시킬 수 있는 피시험기기 최대 부분은 30 cm 이다. (7.6.6.1과 그림 15 참조)

실제 사용된 피시험기기 구성과 배치를 사진 또는 도면과 함께 시험보고서에 기록하여야 한다. 이때 이사진과 도면에는 이 시설의 바닥/턴테이블 표면, 바닥의 흡수체 배치(높이와 위치) 및 수신안테나 위치에 대한 피시험기기의 위치를 명확하게 보여야 한다.

#### 7.6.4 측정 시험장

측정 시험장은 KN 16-1-4에 설명된 요구규격에 적합하여야 한다.

#### 7.6.5 측정기기

측정기기는 KN 16-1-1와 KN16-1-4에 설명된 요구규격에 적합하여야 한다.

첨두값 허용기준에 대한 적합성확인 측정은 KN 16-1-1에서 규정된 바와 같이 첨두값 측정 스펙트럼 분석기 또는 1 MHz 측정대역폭(임펄스 대역폭)을 사용한 수신기로 수행하여야 한다.

평균값 허용기준에 대한 적합성확인 측정은 KN 16-1-1에서 규정된 바와 같이 1 MHz 측정대역폭(임펄스 대역폭)과 저감된 영상대역폭을 사용한 첨두값 측정 스펙트럼 분석기로 수행하여야 한다. 평균값 측정을 위해 필요한 영상대역폭의 값은 측정될(피측정) 입력신호 중에서 가장 낮은 스펙트럼 성분보다 작아야 한다.

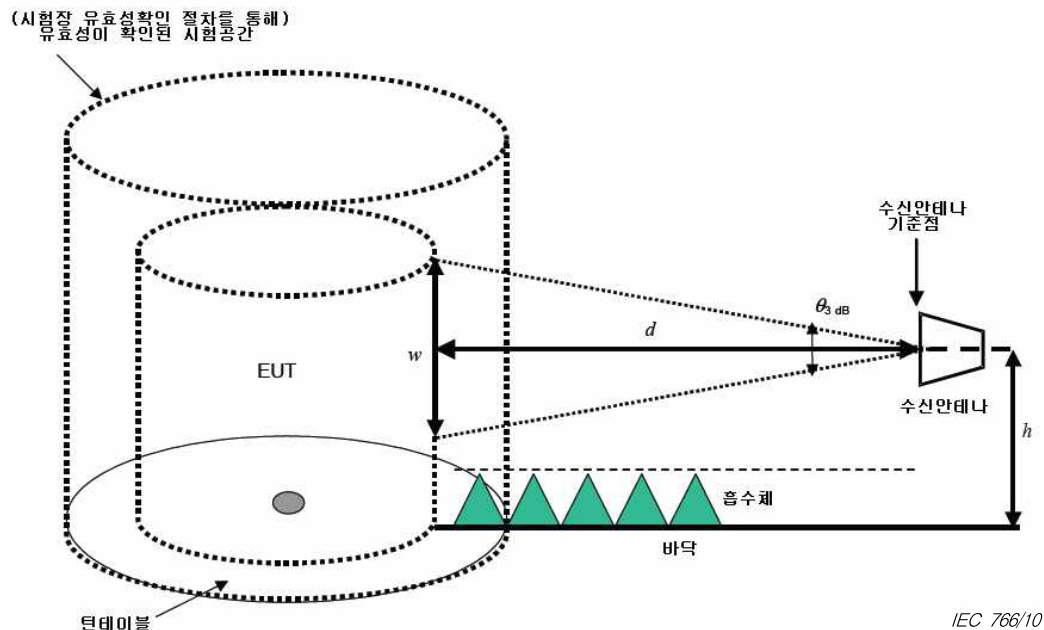
주) 스펙트럼 분석기의 화면표시 모드를 선형모드로 두고, 영상대역폭을 측정될(피측정) 입력신호 중에서 가장 낮은 스펙트럼 성분보다 작은 값으로 두고, 스펙트럼 분석기를 이용해 평균값 측정을 할 수 있다. 예를 들면, 입력신호가 1 kHz 펄스 반복주파수를 갖는 다면, 1 kHz 이하의 영상대역폭에 대해서 오직 신호의 직류 성분(즉, 평균값)만이 영상필터를 통해 통과할 것이다.

이 요구규격에 적합하면 다른 유형의 선형 평균값 검파기를 사용하는 것도 가능하다. 일반적으로, 스펙트럼 분석기는 평균값 측정을 할 때 선형 화면모드로 놓아야 한다(즉, 대수 화면모드로 놓아서는 안 됨). 이와 같이 좁은 영상 대역폭을 사용할 때 정확한 측정결과를 보증하기 위해서는 스펙트럼 분석기의 소인시간을 증가시켜야 한다. 규격 허용기준이 대수 검파기를 사용하는 것으로 가정할 때, 평균값 측정에 대수 화면모드를 사용할 수 있다.

## 7.6.6 측정 절차

### 7.6.6.1 1 GHz 이상에서 복사성 전기장 측정법의 일반적인 설명

1 GHz 이상에서 복사성 전기장 측정법은 그림 15에서 보인 피시험기기로부터 방출된 최대 전기장의 측정에 기초한다.



주) 무반사 물질이 접지면 위에 놓인 것은 단지 실례로 보여주기 위한 것이다. 시험장 유효성 확인 요구규격을 준수하기 위해 흡수체를 배치하는 자세한 내용은 KN 16-1-4를 참조한다.

그림 15. 1 GHz 이상에서 수직편파 수신안테나의 측정법

그림 15의 파라미터와 정의는 다음과 같다.

- 유효성이 확인되어진 시험공간 : 시험장의 유효성확인 절차 중에 그 유효성이 확인된 공간(KN 16-1-4 참조). 일반적으로, 이 공간은 이 시험시설에서 사용할 수 있는 피시험기기 최대직경이다.
- 피시험기기(공간) : 실제 피시험기기의 모든 부분(케이블 랙, 30 cm의 최소길이 케이블을 포함하여)을 완전히 둘러싸는, 최소직경 원통. 이 원통 내부에 위치한 피시험기기는 중심에 대해(일반적으로, 원격제어 턴테이블에 의해) 회전할 수 있다. 피시험기기는 유효성이 확인되어진 시험공간 내에 위치하여야 한다. 바닥설치형 피시험기기이고 흡수체 높이 위로 올릴 수 없는 경우에, 최대 30 cm의  $w$  ( $w$ 는 아래의 정의 참조)가 바닥에 있

는 흡수체 높이 이하에 있을 수 있다. (7.6.3 참조)

- $\Theta_{3\text{ dB}}$  : 측정하고자 하는 각각의 주파수에서 수신안테나의 최소 3 dB 빔폭.  $\Theta_{3\text{ dB}}$  는 각각의 주파수에서 E 면과 H 면 양쪽의 최소값이다.  $\Theta_{3\text{ dB}}$  는 수신안테나에 대한 제공 데이터를 제조자로부터 구할 수 있다.
- $d$  : 측정 거리 [m]. 피시험기기 경계와 수신안테나 기준점 사이의 수평거리이다.
- $w$  : 측정거리  $d$  에서  $\Theta_{3\text{ dB}}$  로 형성된 피시험기기에서 접선의 직경. 식(9)는 사용된 실제 안테나와 측정거리에 대해  $w$  를 계산하는 식이다.  $w$  값은 시험보고서에 기록하여야 한다. 이 계산은 제조자가 제공한 수신안테나 빔폭 규격에 기초한다:

$$w = 2 \times d \times \tan(0.5 \times \Theta_{3\text{ dB}}) \quad (9)$$

$w$  는 표 3에 규정된 바와 같이 최소 크기이어야 한다.

- $h$  : 수신안테나 높이로, 바닥에서 안테나의 기준점까지 거리이다.

표 3은 허용가능한 최소 거리  $w(w_{\min})$ 을 규정한다. 표 3에 보인 최소 요구규격은 식 (9)에서 계산되며, 7.6.2에 규정된 최소 허용 측정거리 1 m 와  $\Theta_{3\text{ dB}(\min)}$  값에서 시험하는 것에 기초한다. 측정거리  $d$  와 안테나 유형의 선정은  $w$  가 측정 주파수에 따라 표 3에 보인 값 이상이 되도록 하여야 한다. 표 3에 나오지 않은 주파수들에서,  $w_{\min}$  의 허용기준은 인접 양쪽 두 주파수에 대해 선형 내삽하여 구한다. 표 4는 1 m, 3 m, 10 m 측정거리에서 3가지 안테나 유형에 대해 식(9)를 사용하여 계산된  $w$  값들의 예이다.

표.3  $w(w_{\min})$  의 최소거리

주파수 [GHz]	$\Theta_{3\text{ dB}(\min)}$ [°]	$w_{\min}$ [m]
1	60	1.15
2	35	0.63
4	35	0.63
6	27	0.48
8	25	0.44
10	25	0.44
12	25	0.44
14	25	0.44
16	5	0.09
18	5	0.09

주1) 거리  $w$  는 이 표에서 규정된 최소거리 이상이 허용되며, 식 (9)가 만족하는 경우에는 이 표에 보인  $w = w_{\min}$  의 최소 요구 값을 만족하기 위해 다른 안테나와 거리를 사용할 수 있다.

주2) 수직과 수평편파를 측정할 필요가 있기 때문에, 수신안테나의 각 높이에 대해 거리  $w$  는  $w^2(m^2)$  과 같은 최소의 관찰 평방면적을 형성한다.

- 주3) 어떤 경우에, 거리  $w$  는 물리적으로 떨어져 있는 피시험기기의 다수 부품들을 포함할 수 있다.
- 주4) 높이-이동 측정에서 요구규격은 거리  $w$  에 따른다. 따라서 빔폭이 넓은 안테나를 선택하고 이 표의 최소 요구규격보다 더 큰 측정거리를 선택하여,  $w$  를 최대로 하는 것이 더 좋을 수 있다.
- 주5) 사용된 안테나의 패턴과 빔폭이 측정 결과에 영향을 줄 수 있다. 이 안테나는 안테나 인자의 불확도와 더불어 적어도 2가지의 영향 요인을 갖는다: 1) 안테나의 불규칙한 패턴, 그리고 2) 안테나 사이의 빔폭 차이, 이로 인해 피시험기기 상의 서로 다른 위치로부터 나타나는 많은 방출들이 안테나 빔폭내에 어떻게 포함되는지에 따라 결과가 달라질 수 있다.

표.4 3가지 안테나 유형에 대한  $w$  값들의 예

주파수 [GHz]	DRG Horn				LPDA or LPDA-V 주)			
	$\Theta_{3dB}$ [°]	$d=1m$	$d=3m$	$d=10m$	$\Theta_{3dB}$ [°]	$d=1m$	$d=3m$	$d=10m$
		$W$ [m]	$W$ [m]	$W$ [m]		$W$ [m]	$W$ [m]	$W$ [m]
1	60	1.15	3.46	11.55	60	1.15	3.46	11.55
2	35	0.63	1.89	6.31	55	1.04	3.12	10.41
4	35	0.63	1.89	6.31	55	1.04	3.12	10.41
6	27	0.48	1.44	4.80	55	1.04	3.12	10.41
8	25	0.44	1.33	4.43	50	0.93	2.80	9.33
10	25	0.44	1.33	4.43	50	0.93	2.80	9.33
12	25	0.44	1.33	4.43	50	0.93	2.80	9.33
14	25	0.44	1.33	4.43	45	0.83	2.49	8.28
16	5	0.09	0.26	0.87	40	0.73	2.18	7.28
18	5	0.09	0.26	0.87	40	0.73	2.18	7.28

주) LPDA-V : V형 대수주기 다이폴안테나.  $\Theta_{3dB}$  와  $W$  의 값들은 대수주기 다이폴안테나와 V형 대수주기 다이폴안테나 양쪽에 대표적인 값들이다. 그러나 이들 안테나는 전형적으로 서로 다른 이득을 갖는다.

피시험기기를 방위각( $0^\circ \sim 360^\circ$ ) 상에서 회전시키고 수신안테나를 높이에 따라 이동시키면서 최대 방출을 측정한다. 2가지 대표적인 피시험기기 범주에 따라 필요한 높이 조사범위는 아래 그림 16 에 규정되고 설명되어 있다.

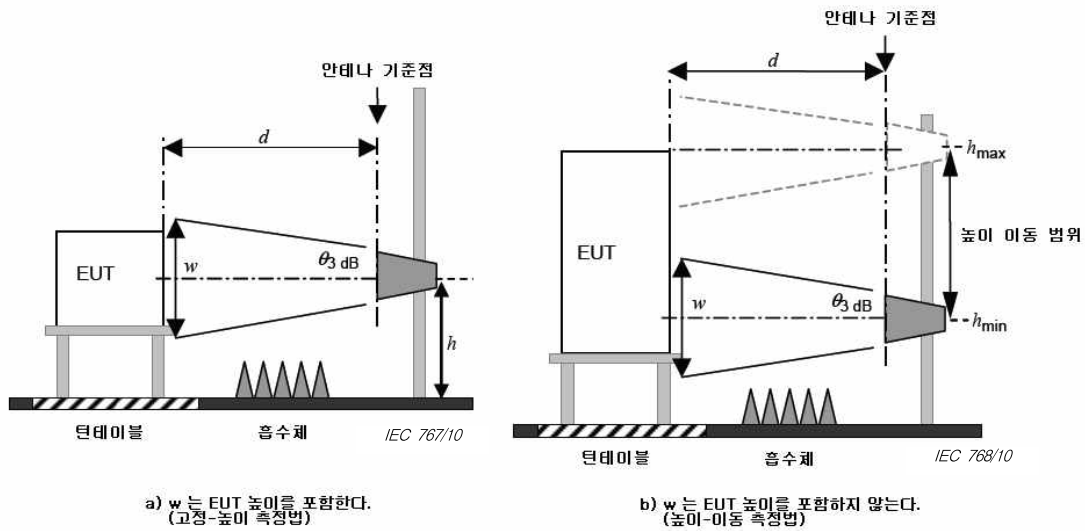


그림 16. 2가지 유형의 피시험기기에 대한 높이-이동 측정의 요구규격의 설명

최대 크기가  $w$  이하인 피시험기기에 대해, 수신안테나의 중심을 피시험기기의 중심 높이에 고정하여야 한다(그림 16 a)).

최대 수직크기가  $w$  이상인 피시험기기에 대해서는, 그림 16 b)와 같이 수신안테나의 중심을  $w$ 와 평행한 선을 따라 수직으로 이동하여야 한다.  $h$ 에 대한 필요 이동범위는 1 m 부터 4 m 이다. 피시험기기가 4 m 이하인 경우에는, 수신안테나 중심을 피시험기기 상부 위의 높이까지 이동시킬 필요는 없다. 위 양쪽의 경우에, 고정 높이  $h$  또는 조사할 높이의 이동범위를 시험보고서에 기록하여야 한다.

주) 위 절에 의해 높이 이동이 필요한 경우, 최종적으로 최대의 방출을 얻기 위해 필요한 높이 범위에서 연속적으로 높이를 이동시킬 것을 권장한다. 만약 단계적으로 높이를 증가시키는 경우에는 최대 방출을 탐지하기 위해 높이 증분이 충분히 적을 것에 유의한다.

$w$ 의 수평 확장에 관하여, 피시험기기는 전체가  $w$  내에 있을 필요는 없다. 피시험기기 폭이  $w$ 보다 큰 경우에, 측정 축 수평방향 중심에 피시험기기를 놓아야 하며, 최대 전기장을 구하기 위해 피시험기기를 회전시켜 필요한 방위각 방향의 주사를 수행한다. 수신안테나를 수평방향으로 이동시켜 측정 축을 벗어나게 하는 수평방향 선상(측면, 가로측상)의 주사는 필요하지 않으나, 제품 규격에 규정되어 있으면 이용할 수 있다.

## 7.6.6.2 전형적인(비 통계적) 검출기를 이용한 측정

### 7.6.6.2.1 일반적인 측정 절차

모든 피시험기기에 있어서, 먼저 예비방출 최대화 측정절차에 의해 방출 주파수들을 탐지한 후(7.6.6.2.2 참조) 최종 방출시험을 수행한다(7.6.6.2.3 참조). 이들 두 측정은 특정 허용기준 거리에서 수행함이 바람직하다. 만약 어떤 타당한 이유로 최종측정을 허용기준 거리와는 다

른 거리에서 수행하여야 한다면, 이에 앞서 허용기준 거리에서의 측정을 먼저 수행하여야 하는데, 이는 결과치의 해석에 도움을 주기 위함이다.

이러한 측정을 수행함에 있어서, 허용기준과 관련한 측정기기의 감도는 시험 전에 결정되어 있어야 한다. 만약 전체적인 측정 감도가 부적절하다면, 저잡음 증폭기를 사용하거나 측정거리를 더 짧게 하거나 안테나의 이득을 더 높여볼 수 있다. 만약 더 짧은 측정거리 혹은 고이득 안테나를 사용하는 경우에는 피시험기기의 크기 대 빔폭을 고려해야 할 것이다. 또한, 전치증폭기를 사용할 경우는 측정시스템의 과부하 레벨이 적절하도록 결정되어야 한다.

높은 레벨의 신호가 존재하는 상황에서 낮은 레벨의 방출을 측정해야 하는 경우 측정기기의 타버리는 손상이나 포화에 대한 보호가 필요하다. 대역통과, 대역저지, 저역통과 및 고역통과 필터들의 조합이 사용될 수 있다. 그러나 측정 주파수에서의 이들 혹은 기타 다른 기기의 삽입손실이 알려져야 하며 측정보고서에 어떤 방법으로든 계산 방법을 포함하여야 한다.

주) 비선형 효과(과부하, 포화 등)의 발생 여부를 알아내는 간단한 방법은, 측정기기 입력에 10 dB의 감쇠기를 삽입하여 (사용 중이라면 전치증폭기 앞쪽에), (비선형 효과를 유발할 수 있는) 높은 진폭을 갖는 신호의 모든 고조파 진폭(비선형 효과를 발생할 수 있는)이 10 dB만큼 감소했다는 것을 입증하는 방법이다.

#### 7.6.6.2.2 예비 측정 절차

이 절의 절차는 추가 정보이다. 표준 측정 요구규격은 7.6.6.2.3에 설명되어 있다. 주어진 동작모드에서 최대의 방사성 방출을 예비시험 중에 탐지할 수 있다.

측정시간을 줄이기 위해, 먼저 침두값 검파기로 측정하고 측정결과를 평균값 허용기준과 비교할 것을 권장한다. 다음에 평균값 검파기로의 측정과 평균값 허용기준과의 비교는, 앞의 침두값 검파로 수집한 데이터가 평균값 허용기준을 초과하였던 주파수 범위에서만 수행하여야 할 것이다.

복사성 방출을 확인하기 위한 예비 측정절차에 대한 지침은 다음과 같다.

- a) 침두값 검파와 최대 홀드 모드에서, 안테나 전체 주파수 범위 상에서 주사모드 또는 소인모드를 사용한다.
- b) 적절한 신호를 확실하게 탐지하기 위해, 적절한 소인시간 또는 주사시간을 결정하여야 한다.
- c) 예비시험 동안에 필요하다면, 스펙트럼 분석기나 수신기의 화면상의 전자과잡음 레벨을 줄이기 위해 소인모드에서 분해능 대역폭을 줄일 수 있다. 이로 인해 광대역 방출의 진폭이 줄어들 수 있음에 유의하여야 한다. 따라서 이 방출이 광대역성인지 협대역성인지를 결정하기 위해 추가적인 조사가 필요할 수 있다.
- d) 연속적으로 또는 15° 이하의 증분으로 피시험기기를 회전시키고, 다음에 편파를 바꿔 이 과정을 반복한다. 측정할 각각의 주파수에서 최대 방출을 구하기 위해 양쪽 편파에 대해 피시험기기를 방위각 360° 로 회전시켜야 한다.
- e) 연속적인 턴테이블 회전 모드에서, 스펙트럼 분석기 소인시간은, 측정할 전체 주파수범위가 턴테이블이 15° 회전하는데 필요한 시간 이하 내에 소인될 수 있도록 설정하여야



한다. 만약 턴테이블의 회전속도가, 스펙트럼 분석기의 전체 소인 동안에  $15^\circ$  이상의 각도를 넘으면, 스펙트럼 분석기의 소인시간을 줄이고 소인 당 최대  $15^\circ$ 의 턴테이블 회전을 얻기 위해 전체 주파수 측정범위를 줄여야 한다.

- f) 최대 방출 주파수들을 확인할 필요가 있을 때, 위에서 설명된 방법을 7.6.6.1 (그리고 그림 16)에서 요구된 모든 높이 레벨에 대해, 그리고 피시험기기의 여러 가지 동작 모드에 대해 적용할 수 있다.
- g) 단계 a)에서 단계 d)까지 완료한 후에, 보다 작은 주파수 측정범위(일반적으로 5 MHz 이하)를 사용하여, 허용기준 가까이의 주파수 주변에서 턴테이블 증분을 추가적으로 더 줄이고 높이 스텝도 더 줄여서 조사한다. 최종적인 방사성 방출 시험에 사용할 (최대 방사성 방출에 상응하는) 최종적인 피시험기기 구성과 동작모드를 기록한다. 일반적으로, 규격 허용기준 보다 약 10 dB 내에 있는 모든 주파수들에서는, 주파수 측정범위를 더 좁게 하고 회전/높이 증분을 추가적으로 세밀하게 하여 더 측정할 것을 권장한다.

#### 7.6.6.2.3 최종 측정 절차

주어진 측정거리에서 피시험기기에서 방출된 전기장 세기는 (수신안테나가 최대 방출과 정렬이 되는) 예비방출 최대화 과정 중에 확인된 바와 같이, 최대 방출을 발생시키는 구성(안테나 높이, 피시험기기 방위각 등)을 사용하여 측정된다. 최종 측정에서는 피시험기기가 가장 높은 방출을 갖는다고 예비측정에서 확인된 동작모드를 사용하여야 한다.

이러한 최종측정은, 사용된 주파수 측정범위에 비례하는 규정시간 동안, 스펙트럼 분석기의 최대 홀드 상태에서 얻은 결과여야 한다. 여기서 지정된 시간이란 각 제품 또는 제품군에 대해 규정하여야 하며, 특정 제품에 관련된 시정수와 동작모드의 지속기간을 고려하여 규정하여야 한다. 최종 측정에서는 필요한 모든 검파기를 사용하여 측정하여야 한다. 대체 방법으로, 규정된 모든 허용기준과 적합성을 조사하기 위해, 침두값 측정결과를 사용할 수 있다.

최대 방출을 일으키는 피시험기기 구성(안테나 높이, 피시험기기 방위각, 동작모드, 등)을 예비측정에서 찾지 못한 경우에는, 다음의 추가 측정을 수행하여야 한다.

- a) 최대 크기가  $w$  이하인 모든 피시험기기에 대해, 수신안테나의 중심을 피시험기기의 중심 높이에 고정하여야 한다(그림 16 a) 참조)
- b) 최대 수직크기가  $w$  이상인 모든 피시험기기에 대해서는, 7.6.6.1에 규정된 높이-이동 측정 요구규격(상한과 하한)에 따라 높이 이동측정을 수행하여야 한다.
- c) 모든 경우에, 최대 방출을 찾기 위해, 방위각을  $0^\circ$ 부터  $360^\circ$ 까지 범위의 모든 각도에서 피시험기기를 회전시켜야 하며, 이때 수평편파와 수직편파 양쪽에서 측정을 수행하여야 한다.

요약하면, 1 GHz 이상에서 최종측정을 위한 요구규격은 다음과 같다.

다음에 요구된 조사로부터 최대방출을 기록하여야 한다. 이중의 일부는 예비측정 절차 동안에 수행될 수 있다.

- 1) 턴테이블을 이용하여 또는 피시험기기 공간 주위에서 수신안테나를 이동시켜 방위각을 0°부터 360°까지 범위에서 피시험기기를 회전시켜야 한다.
- 2) 수직방향에서 피시험기기가  $w$  보다 큰 경우에는 수신안테나를 높이-이동 측정하여야 한다.
- 3) 수평편파와 수직편파 양쪽을 모두 조사하여야 한다.

### 7.6.6.3 진폭확률분포(APD) 기능을 이용한 측정

#### 7.6.6.3.1 일반사항

교란성 방해신호의 진폭확률분포(APD)의 측정은 해당 교란성 방해신호의 통계적 특성을 제공한다. 진폭확률분포 측정함수의 응용에 대한 배경자료가 CISPR 16-3의 4.6에 제공된다. EMC 기준전문위원회는 최종 방출측정을 위한 방법으로써 진폭확률분포 측정을 선택할 수 있다. 피시험기기에서 높은 방해 전기장이 발생하는 주파수들에서 진폭확률분포 측정을 수행하여야 한다. 주파수들의 개수와 그 선택 방법은 EMC 기준전문위원회에서 결정하여야 한다.

다음 두 방법 중의 하나를 사용하여 진폭확률분포 측정을 수행하여야 한다. 첫 번째 방법은 규정된 시간확률  $p_{limit}$ 에 관련된 방해레벨  $E_{means} [dB(\mu V/m)]$ 을 측정하는 방법이다(방법 1, 7.6.6.3.2 참조). 두 번째 방법은 방해 포락성이 규정된 레벨  $E_{limit} [dB(\mu V/m)]$ 을 초과하는 동안의 시간확률  $p_{mean}$ 을 측정하는 방법이다(방법 2, 7.6.6.3.3 참조). 2가지 측정 방법의 특징을 보이는 추가 정보와 그림들은 부록 D에 포함되어 있다.

EMC 기준전문위원회에서 진폭확률분포 접근방법을 사용할 것을 결정하면, 방법 1 과 방법 2 둘 중의 어느 하나를 선택하여야 한다. 진폭확률분포 측정기기에 A/D 변환기가 없는 경우에는, 방법 2만 사용되어야 한다. 진폭확률분포 측정기기에 A/D 변환기가 있는 경우에는, 방법 1이나 방법 2가 사용될 수 있다.

허용기준 쌍( $E_{limit}$ ,  $p_{limit}$ )의 수와 그들 값은 EMC 기준전문위원회에서 규정하여야 한다. 또한 EMC 기준전문위원회에서는 진폭확률분포 허용기준과 함께 첨두값 허용기준을 사용하여야 한다.

#### 7.6.6.3.2 방법 1 - 방해레벨의 측정

이 측정방법은 다음 절차를 사용하여 수행하여야 한다:

- 1) KN 16-1-1(1 GHz 이상의 측정을 위해)에 따라 스펙트럼 분석기의 분해능 대역폭(RBW)과 영상 대역폭(VBW)을 설정한다.
- 2) 높은 방해가 관찰되는 주파수들을 찾는다. 이는 측정할 주파수 측정범위에서 최대 홀드 기능을 사용하여 찾을 수 있다. 이 절차를 적용할 때는 첨두값 검파를 사용하여야 한다.

주) 협대역성 방출이 광대역성 방출에 숨겨져 보이지 않은 경우에는, 침투값 검파기와 함께 최대 홀드 모드를 사용하여 협대역성 방출을 찾을 수 있다. 따라서 측정되어질(피측정) 협대역성 방출의 주파수들을 찾기 위해 추가 측정이 필요할 수 있다. EMC 기준전문위원회에서는 평균값 검파기나 디지털 영상평균을 사용하여 추가 소인과정을 요구할 수 있다. 더욱이 진폭확률분포 측정을 위한 주파수 개수 역시 EMC 기준전문위원회에서 규정하여야 한다.

- 3) 진폭확률분포 측정을 위한 주파수 개수를 결정한다. 주파수 개수는 EMC 기준전문위원회에서 규정하여야 한다.
- 4) 이 절차의 단계 2)를 적용하는 동안에 관찰된 최고 레벨의 주파수를 스펙트럼 분석기의 중심주파수로 설정한다.
- 5) 스펙트럼 분석기의 기준레벨을 단계 2)에서 구한 최대 방해레벨보다 최소 5 dB 위로 설정한다.
- 6) 스펙트럼 분석기의 주파수 측정범위를 '0' 스펙트럼모드로 설정하고 EMC 기준전문위원회에서 규정한 측정시간 동안에 방해신호의 진폭확률분포를 측정한다. 측정시간은 방해신호의 주기보다 더 길어야 한다.  
교란성 방해주파수들의 경우에, EMC 기준전문위원회에서는 방해신호의 진폭확률분포를 측정하여야 하는 주파수 범위 XX [MHz]를 규정하여야 한다. 주파수 범위 XX MHz 내의 진폭확률분포를 1 MHz 주파수 스텝 크기로 측정하여야 한다. 그러나 진폭확률분포 허용기준에서 -6dB 이상인 진폭확률분포 측정값을 갖는 주파수에서는, 주파수 스텝 크기를 더 작게(예를 들면, 0.5 MHz) 하여 추가 측정을 할 필요가 있을 수 있다. EMC 기준전문위원회에서는 이 더 작게 측정할 주파수 스텝 크기를 규정하여야 한다.
- 7) 스펙트럼 분석기의 중심주파수를 단계 2)에서 구한 다음 주파수로 변경한 후에, 모든 주파수에서의 진폭확률분포 측정이 완료될 때까지 단계 4)부터 6)을 반복한다.
- 8) 단계 6)의 결과로부터, 규정된 확률  $p_{limit}$  에 관련된 방해레벨  $E_{means} [dB(\mu V/m)]$  을 읽는다.
- 9) 허용기준  $E_{limit} [dB(\mu V/m)]$ 에 대한  $E_{means} [dB(\mu V/m)]$ 를 비교한다. 모든 주파수에서  $E_{means}$  가  $E_{limit}$  이하인 경우에 이 피시험기기는 적합성에 합격한 것이다.

#### 7.6.6.3.3 방법 2 - 시간확률의 측정

이 측정방법은 다음 절차를 사용하여 수행하여야 한다:

방법 2 의 단계 1), 2), 3), 4), 5) 와 7)은 방법 1 (7.6.6.3.2 참조)의 해당 단계와 같다.

방법 2에 방법 1의 단계 6), 8), 9)은 다음과 같이 변경한다.

- 6) 스펙트럼 분석기의 주파수 측정범위를 '0' 스펙트럼모드로 설정하고 EMC 기준전문위원회에서 규정한 측정시간 동안에 방해신호의 진폭확률분포를(또는 직접 규정된 레벨에 관련된  $p_{means}$  를) 측정한다.
- 8) 단계 6)의 결과로부터, 방해신호의 포락선이 규정된 레벨  $E_{limit}$  를 초과하는 동안에 확률  $p_{means}$  를 읽는다.
- 9) 허용기준  $p_{limit}$ 에 대한  $p_{means}$ 를 비교한다. 모든 주파수에서  $p_{means}$  가  $p_{limit}$  이하인

경우에 이 피시험기기는 적합성에 합격한 것이다.

#### 7.6.7 FAR의 측정 불확도

방출 측정 불확도에 관한 일반 및 기본 고려사항은 CISPR 16-4-1에 명시되어 있다.

### 7.7 9 kHz ~ 18 GHz 주파수 범위에 대한 현장 측정

#### 7.7.1 현장 측정에 대한 적용 및 준비

설치장소(현장)에서의 측정은 특정 장소, 예를 들어 전기기기가 주변의 무선수신에 방해를 줄 것으로 예상되는 장소에서의 방해 문제를 조사하기 위해서 필요할 수 있다.

관련 제품규격에 의해 허용되어 있고, 기술적인 이유 때문에 표준 시험장에서의 방사성 방출측정을 수행할 수 없는 경우에 적합성 평가를 위해 피시험기기가 설치된 장소(현장)에서 측정을 수행할 수 있다. 현장 측정에 있어서 기술적 이유란 피시험기기의 크기나 중량이 지나치게 크거나 표준 시험장에서의 측정을 위해 필요한 피시험기기 기반시설에 대한 상호연결이 너무 비용이 많이 드는 환경 등을 말한다. 피시험기기 유형에 대한 현장 측정결과는 일반적으로 시험장에 따라 다를 뿐만 아니라, 표준 시험장에서 얻는 결과와도 편차가 있다. 따라서 현장 측정은 형식시험을 위해서는 사용되지 않는다.

주1) 일반적으로, 주위 전자기장에 의해서 다소 오염될 수도 있는 현장 환경에 존재하는 전도성 구조물과 측정 안테나와 피시험기기 사이의 상호결합 같은 불완전성 때문에, 일반적으로 현장 측정은 KN 16-1-4에서 규정된 바와 같은 적절한 시험장(야외시험장 또는 대용시험장 예를 들면, (반)무반사실)에서의 측정을 충분히 대신할 수는 없다.

일반적으로, 피시험기기는 하나 이상의 기기 및 시스템으로 구성되거나, 어떤 설비의 일부이거나, 또는 어떤 설비와 상호접속된 것이다. 피시험기기의 바깥쪽 부품들과 연결되는 경계부는 일반적으로 측정거리를 결정하기 위한 기준점이 된다. 어떤 제품 규격에서는, 상업지역 또는 공업지역의 외벽이나 경계를 기준으로 삼는다.

피시험기기의 잠재적인 방해 발생원(예를 들면, 발전기)을 고려하여 주변 전자파잡음 신호 중에서 방해 전기장 세기의 주파수와 진폭을 식별하기 위해서 예비측정을 수행하여야 한다. 이 측정을 위해서는 수신기 대신에 스펙트럼 분석기의 사용을 권장한다. 이는 넓은 주파수 스펙트럼에 대한 분석이 가능하기 때문이다. 방해신호의 주파수와 진폭을 식별하기 위해서는, 케이블에 전류 프로브 연결하여 사용하거나 피시험기기 가까이에 근거리장 프로브나 측정안테나를 배치하는 방법을 권장한다.

또한 가능할 경우, 피시험기기가 최대 방해 전기장 세기를 발생하는 동작모드의 결정을 위해 선정된 주파수들에서 측정을 수행해야 한다. 피시험기기를 이 동작모드에 두고 부차적인 측정을 수행해야 한다.

주2) 피시험기기가 기기의 한 부품인 경우, 이의 동작모드가 다른 기기의 동작과 무관하게 전환될 수 없으므로, 가장 높은 방해를 만드는 조건을 선정하는 것이 불가능할 수 있다. 어떤 기기들에 있어서, 이들 조건은 시간에 따라 달라질 수도 있는데, 특히 기기들이 주기적으로 동작하는 경우에 그러하다.

그런 경우, 최대 방해가 일어나는 조건에 근접하도록 관측기간을 선정하여야 한다.

최대 방해 전기장 세기의 방향을 결정하기 위해서는, 선정된 주파수 각각에 대해서 거의 동일한 거리의 피시험기기 주변에서 측정을 수행하여야 한다. 최소 3개의 서로 다른 방향에서 피시험기기를 시험해야 한다. 각각의 주파수에서 최종적인 방해 전기장 세기의 측정은 현지의 (환경)조건을 고려하여 주파수마다 다를 수 있는 최대 방해 전기장 세기 방향에서 수행하여야 한다.

최대 방해 전기장 세기는 수직 및 수평편파의 안테나에 의해 측정한다.

임의의 주변 전자파잡음 방출에 대한 측정 방해 전기장 세기의 비가 6 dB 이하라면, 부록 A에 설명한 측정방법을 사용할 수 있다.

## 7.7.2 9 kHz ~ 30 MHz 주파수 범위에서 전자기장 세기의 현장 측정

### 7.7.2.1 측정방법

방해 자기장 세기는 피시험기기를 최대 방해 전자기장 세기를 발생하는 동작모드로 놓고 최대 방사 방향에서 측정하여야 한다.

수평편파 방해 전자기장 세기는 1 m의 높이(접지면과 안테나 최저 부분 사이)에서 KN 16-1-4의 4.3.2에 설명한 바와 같이 표준 측정거리  $d_{limit}$  에서 루프 안테나를 사용하여 측정한다. 최대 방해 전자기장 세기는 안테나를 회전시켜서 측정하여야 한다.

주) 임의의 방향으로 배치된 방사형 선로들에서 발생하는 최대 방해 전자기장 세기의 측정을 위해, 안테나를 3개의 직교방향으로 배치하여야 하며, 측정된 전기장 세기는 아래 식으로 계산한다.

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

허용기준이 전기장 형태로 주어지지만 측정된 값이 자기장 성분일 경우, 자기장 세기는 자유공간 임피던스 377 Ω 을 이용하여 자기장 측정값에 377을 곱함으로써 해당 전기장 세기로 환산할 수 있다. 이 경우의 자기장은 아래 식으로 주어진다.

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

자기장 세기에 대한 허용기준이 직접 주어졌을 경우에 이 자기장 값을 직접 사용할 수 있다.

만약 안테나가 3 개의 직교방향으로 지향할 수 없는 경우에는, 최대 방해 전기장 세기의 측정을 위해서 최대 지시치를 나타내는 방향으로 수동으로 돌려줄 수 있다.

### 7.7.2.2 표준거리 이외의 측정거리

제품 규격 혹은 일반 규격에 지정된 표준거리  $d_{limit}$  를 지키기 불가능한 경우에는, 최대 방

사 방향에서 표준 측정거리보다 작거나 큰 거리에서 측정하여야 한다.

표준거리를 사용할 수 없을 경우에는, 표준 측정거리보다 크거나 작은 적어도 3 가지 서로 다른 측정거리에서의 측정 결과를 사용하여 한다.

측정결과(dB 단위)들을 대수눈금 상에 측정거리의 함수로서 표시하여, 그 점들을 연결하여 그래프 상에 1개의 직선으로 그려 넣는다. 이 직선이 거리에 따른 전기장 세기의 감쇠량을 나타내며, 측정거리 이외의 거리, 예를 들어, 표준거리에서의 방해 전기장 세기를 구하기 위해서 사용된다.

### 7.7.3 30 MHz 이상 주파수 대역에서의 전기장 세기 현장 측정

#### 7.7.3.1 측정방법

피시험기기를 최대 방해 전기장 세기를 발생하는 동작모드에 놓은 상태에서, 표준거리에서 최대방사 방향의 방해 전기장 세기를 측정하여야 한다. 최대 수직 및 수평편파 방해 전기장 세기는 1 m ~ 4 m의 가변 높이에서 실제 가능한 한 광대역 안테나를 사용하여 측정하여야 한다. 이때 최대값을 측정치로 기록하여야 한다.

200 MHz 까지 주파수 범위에서의 측정에는 바이코니컬 안테나의 사용을, 200 MHz 이상의 주파수 범위에서의 측정에는 대수주기 안테나의 사용을 권장한다. 측정 안테나와 부근의 금속체(케이블 포함한)들 사이의 거리는 2 m 이상이어야 한다.

#### 7.7.3.2 표준거리 이외의 측정거리

표준 측정거리  $d_{std}$  는 제품 규격 혹은 일반 규격에 규정된다. 이 표준 측정거리를 지키기 불가능한 경우에는, 7.7.2.2 에 설명된 바와 같이 서로 다른 여러 측정거리에서 방해 전기장 세기를 측정하여야 한다. 각각의 측정에서는 안테나의 높이를 이동하며 측정하여야 한다. 측정된 전기장 세기를 대수눈금 상에 측정거리의 함수로서 표시하여, 7.7.2.2 에 따라 표준거리  $d_{std}$  에서의 방해 전기장 세기를 구한다.

여러 측정거리에서 측정하기가 불가능하고 측정거리가 건물의 외벽이나 구역의 경계가 될 경우, 식 (10)을 사용하여 측정결과를 표준거리로 환산하여야 한다.

$$E_{std} = E_{meas} + 20 n \log \frac{d_{meas}}{d_{std}} \quad (10)$$

여기서,

$E_{std}$  : 방사 허용기준과의 비교를 위한 표준거리에서의 전기장 세기 [dB(μV/m)]

$E_{meas}$  : 측정거리에서의 전기장 세기 [dB(μV/m)]

$d_{meas}$  : 측정거리 [m]

$d_{std}$  : 표준거리 [m]

$n$  은 아래와 같이 거리  $d_{meas}$  에 따른다.

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

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

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

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

3 m 이내의 측정거리는 사용하지 않는다.

서로 다른 여러 측정거리에서의 측정이 불가능하고, 측정거리가 빌딩의 외벽이나 구역의 경계 때문에 식 (10)을 사용할 수 없는 경우에는, 방사성 방해전력의 측정에 의해 전기장 세기를 구하여야 한다(7.7.4 참조).

#### 7.7.4 치환법을 이용하는 유효 방사성 방해전력의 현장측정

##### 7.7.4.1 일반적인 측정조건

피시험기기의 스위치를 끌 수 있고 그리고 치환법의 사용을 위해 피시험기기를 밖으로 들어낼 수 있을 경우에, 치환법을 추가적 조건 없이 사용할 수 있다.

피시험기기를 밖으로 들어낼 수 없고 피시험기기의 전면이 큰 평면 표면일 경우에, 치환법에 대한 이 면의 영향을 고려하여야 한다(식 (12) 참조). 피시험기기의 전면 표면을 측정방향의 2차원 평면과 맞출 수 없다면, 추가적인 측정 불확도를 고려하지 않는다.

피시험기기의 스위치를 끌 수 없는 경우에, 특정 주파수에서 피시험기기로부터의 방해 방사전력을 측정하기 위해 치환법을 사용하는 것이 아직도 가능하다. 이때, 피시험기기로부터의 방해 전기장 세기는 측정하고자 하는 주파수에서의 전기장 세기보다 20 dB 이상 낮은 인접 주파수를 이용한다. (여기서 "인접"이라는 용어는 수신기 IF 대역폭의 한배 또는 두배 이내를 의미함). 가능하다면, 무선 서비스에 방해를 줄 수 있는 주파수를 선정하여야 한다.

##### 7.7.4.2 30 MHz ~ 1 GHz의 주파수 범위

###### 7.7.4.2.1 측정거리

측정거리는 원거리장에서 측정이 이루어질 수 있도록 선정하여야 한다. 이 원거리장 요구규격은 일반적으로 다음과 같은 경우에 만족한다.

$$\begin{aligned} & \cdot d \text{ 가 } \lambda/2\pi \text{ 이상이고,} \\ & \cdot d \geq 2D^2/\lambda \end{aligned} \tag{11}$$

여기서,

$d$  는 측정거리[m]

$D$  는 케이블 배선을 포함한 피시험기기의 최대 크기[m]

$\lambda$  는 파장[m]

또는, 측정거리  $d$  가 30 m 이상일 때 이다. 원거리장에서 식 (10)에 있는 지수  $n$  은 1로 가정할 수 있다. 더 짧은 측정거리가 선택된다면, 전기장 세기가 거리에 반비례하여 감소하는 것을 확인하기 위해 7.7.3.2의 절차를 이용하여 이 가정을 확인할 수 있다. 만일 지역적 조건상 더 짧은 측정거리의 선정이 필요한 경우에는 이를 명기해야 한다.

#### 7.7.4.2.2 측정방법

피시험기기를 최대 방해 전기장 세기를 발생하도록 하는 동작모드에 놓은 상태에서, 최대 방사방향에서 실효방사 방해전력을 측정한다. 측정거리는 7.7.4.2.1에 적합하게 선정하여야 하며, 실제로 가능한 한 적어도 1 m ~ 4 m 범위로 안테나 높이를 변경해 가면서, 선정된 주파수에 대한 최대 방해 전기장 세기를 구해야 한다.

실효방사 방해전력의 측정을 위해서 다음 순서 a) ~ g)를 따라야 한다.

- a) 피시험기기를 분리하여 밖으로 내보낸다. 반파장 다이폴 안테나 혹은 이와 유사한 방사 특성과 알려진 상대이득  $G$ 를 갖는 안테나를 제거된 피시험기기 위치에 놓는다. 피시험기기를 제거하는 것이 실제적이지 않으면, 반파장 혹은 광대역 다이폴 안테나를 (피시험기기와의 상호결합을 최소화하기 위해 약 150 MHz 미만의 주파수 범위에서) 피시험기기 근처에 배치한다. 근처라 함은 3 m까지의 범위이다.
- b) 반파장 (혹은 광대역) 다이폴 안테나를 이와 동일한 주파수에서 동작하는 신호발생기로 급전한다.
- c) 반파장 다이폴 (혹은 광대역 안테나)의 위치 및 편파는 측정수신기가 최대 전기장 세기를 수신하도록 하여야 한다. 피시험기기가 제거되지 않는다면, 가능한 한 피시험기기의 전원을 끄고 다이폴 안테나를 피시험기기 주위의 3 m 이내 범위까지에서 이동시킨다.
- d) 피시험기기로부터의 최대 방해 전기장 세기가 측정수신기에서 측정되었을 때와 동일한 지시치를 보일 때까지 발생하는 신호의 전력을 변동시켜야 한다.
- e) 피시험기기의 전면이 대형평면으로 구성된 경우(예를 들어, 케이블 텔레비전 회로망 설비가 된 건물), 치환 안테나(반파장 다이폴 안테나)를 평면의 표면(건물 전면 벽) 앞 약 1 m의 거리에 배치한다. 치환의 위치는 치환안테나와 측정안테나 간의 가상 직선이 건물 전면의 방향과 수직을 이루도록 선택한다.
- f) 반파장 다이폴 안테나(혹은 광대역 안테나)를 둘러싸며, 반파장 다이폴 안테나와 측정안테나 사이의 측정 축에 수직인 평면의 가상 표면에 대한 높이, 편파 및 거리는 수신기가 최대 전기장 세기를 수신할 수 있도록 변동하여야 한다.
- g) 신호발생기의 전력도 위의 d)와 같이 변동하여야 한다.

제거된 피시험기기와 제거될 수 없는 피시험기기(단계 a) c)참조)에 대하여 신호발생기에서



의 전력  $P_G$  와 반파장 다이폴 안테나와 관련한 송신안테나의 이득  $G$  의 합이 측정될(피 측정) 실효방사 방해전력  $P_r$  로 된다.

$$P_r = P_G + G \quad (12)$$

피시험기기가 대형평면 표면(예: 전기통신망을 갖는 건물)을 갖는 경우, 그 표면의 전면에 위치하는 다이폴 안테나의 이득 증가는 아래 식으로 주어진다.

$$P_r = P_G + G + 4 \text{ dB} \quad (13)$$

여기서,

$P_r$  은 dB(pW)

$P_G$  는 dB(pW)

$G$  는 dB 이다.

표준 측정거리  $d_{std}$  에서의 방해 전기장 세기를 계산하기 위해 실효방사 방해전력을 사용할 수 있다. 자유공간에서의 전기장 세기  $E_{free}$  는 아래 식을 이용하여 계산한다.

$$E_{free} = \frac{7\sqrt{P_r}}{d_{std}} \quad (14)$$

여기서,

$E_{free}$  는 [μV/m]

$P_r$  는 [pW]

$d_{std}$  는 [m] 이다.

식 (14)에서 계산된 자유공간에서의 전기장 세기를 표준 시험장에서 측정된 방해 전기장 세기의 허용기준과 비교할 경우, 접지면의 반사 때문에 표준 시험장에서 측정된 전기장 세기는 식 (14)의 자유공간 전기장 세기보다 약 6 dB가 높다는 점을 고려해야만 한다. 식 (14)은 이러한 증가분을 고려하여 수정될 수 있다. 따라서 수직편파에 대해 표준거리에서의 방해 전기장 세기  $E_{std}$  를 아래 식을 이용하여 계산할 수 있다.

$$E_{std} = P_r - 20 \log d_{std} + 22.9 \quad (15)$$

160 MHz 이하의 수평편파에 대하여, 최대 전기장 세기는 표준 시험장에서는 측정되지 않는다. 그러므로 6 dB의 인자를 이용하여 다음과 같이 수정되어야 한다. 표 5에 다양한 계산값을 나타낸다.

$$E_{sd} = P_r - 20 \log d_{sd} + 16.9 + (6 - c_c) \quad (16)$$

여기서,

$E_{sd}$ 는 [dB(μV/m)]

$f$ 는 측정주파수

$d_{sd}$ 는 [m]

$c_c$ 는 수평편파에 대한 보정인자이다.

이 인자는 방사 신호원의 높이를 1 m로 가정하여 구해졌다.

표.5 주파수대비 수평편향 보정 계수

$f$ 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

만약 측정안테나와 피시험기기 사이에 장애물이 있으면, 방해 전기장 세기를 구하기 위해 이 방법을 주로 사용할 수 있다.

#### 7.7.4.3 1 GHz ~ 18 GHz 의 주파수 범위

##### 7.7.4.3.1 측정거리

원거리장에서 측정을 수행할 수 있도록 측정거리를 선정하여야 한다. 원거리장 조건은 2중 리지드 도파관 혼안테나(double-ridged waveguide horn antenna) 또는 대수주기 안테나를 이용하여 방사 방해전력을 거리의 함수로서 측정하여 확인하여야 한다.

측정거리가 과도거리 이상인 경우에 이 요구규격을 만족한다. 그림 17에서와 같이 구해지는 전이점으로 전이거리를 표시한다. 측정결과들을 표시하여야 하고 이 표시점들을 포함하도록 하는 5 dB 간격의 두개 평행선을 그린다. 전이점은 이 두 선이 교차하는 지점으로서, 그 지점 이후에서 방사전력이 20 dB/decade로 감소한다.

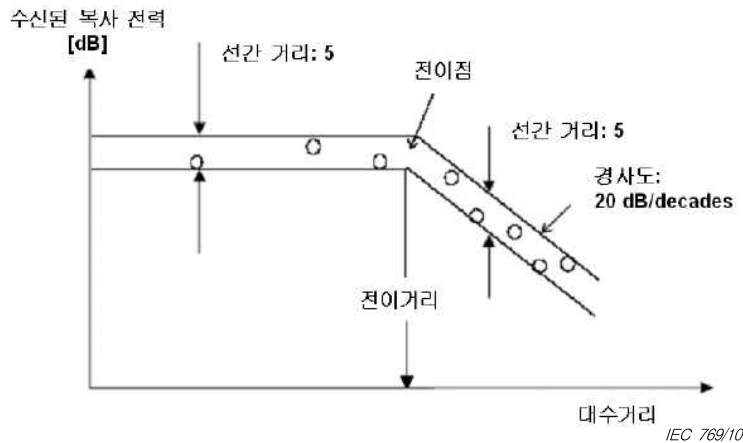


그림 17. 전이거리의 결정

#### 7.7.4.3.2 측정방법

방사 방해전력은 피시험기기를 최대 방해 전기장 세기를 발생하는 동작모드에 놓고, 최대 방사방향에서 측정되어야 한다. 최대 방사방향의 결정에는 2중 리지드 도파관 혼안테나 혹은 대수주기 안테나가 사용된다. 측정거리는 7.7.4.2.1에 따라 선정하며, 선정된 주파수에서 방해 전기장 세기를 측정한다. 측정된 전기장 세기가 국부적 최소치(예를 들어, 반사에 기인하는)가 아니라는 것을 확실하게 하기 위해서 안테나 위치를 약간씩 변화시켜 주어야 한다.

방사 방해전력 측정의 경우, 피시험기기를 분리하고, 2중 리지드 도파관 혼안테나 혹은 대수주기 안테나를 피시험기기의 자리 또는 피시험기기 바로 근처에 배치한다. 안테나는 동일한 주파수에서 동작하는 신호발생기로 급전한다. 안테나의 방향은 시험수신기가 최고의 전기장 세기를 수신할 수 있도록 한다. 이때의 안테나의 위치를 고정시켜야 한다. 시험수신기가 피시험기기가 발생하는 신호전력과 동일한 전력을 수신할 때까지 신호발생기의 전력을 변화시킨다. 신호발생기의 세기  $P_G$  와 반파장 다이폴 안테나에 대한 송신안테나의 상대이득  $G$ 의 합이 요구되는 방사 방해전력  $P_r$  이 된다.

$$P_r = P_G + G \quad (17)$$

여기서,

$P_r$  은 [dB(pW)]

$P_G$  는 [dB(pW)]

$G$ 는 [dB] 이다.

#### 7.7.5 측정결과의 문서화

설치장소(현장)에서 측정의 특정 환경과 측정조건은 반드시 문서화하여 측정을 반복할 때 동작조건을 재현할 수 있게 해야 한다. 문서화할 때는 아래 사항들이 포함되어야 한다.

- 표준 시험장을 사용하는 대신 현장 측정을 하는 이유
- 피시험기에 대한 설명
- 기술적 내용의 문서화
- 측정이 수행된 지점을 나타내는 측정 장소에 대한 축척 도면
- 측정된 시설에 대한 설명
- 측정된 시설과 피시험기기 사이의 모든 연결의 세부사항: 위치/구성에 대한 기술적 데이터 및 세부사항
- 동작조건에 대한 설명
- 측정기기에 대한 세부사항
- 측정결과
  - 안테나 편파
  - 측정치: 주파수, 측정레벨 및 방해레벨  
 주) 방해 레벨은 표준 측정거리에 대한 레벨이다.
  - 방해 정도의 평가(적용 가능한 경우에)

#### 7.7.6 현장 시험 방법의 측정 불확도

방출 측정 불확도에 관한 일반 및 기본 고려사항은 CISPR 16-4-1에 명시되어 있다.

### 7.8 30 MHz ~ 18 GHz 범위에서의 치환 측정

#### 7.8.1 일반사항

이 방법은 캐비닛 내부의 케이블과 회로를 포함하여 피시험기기 캐비닛으로부터 방사되는 무선방해를 측정하기 위한 측정법이다. 피시험기기는 어떠한 연결을 위한 포트도 없는 자체 내장형의 기기이거나, 전원이나 기타 외부 연결을 위한 단일 또는 다수 포트들을 갖는 기기이다. 향후 제정되는 제품 규격에서, EMC 기준전문위원회에서는 주파수 범위 1 GHz ~ 18 GHz에서 7.6에 기술된 전기장 세기 측정방법을 사용할 것을 권장한다.

#### 7.8.2 시험장

시험장은 평탄한 지역이어야 한다. 실내 시험장이 사용될 수도 있으나, 특히 높은 주파수 범위에서 주변환경으로부터 안정적이고 반사의 위험성이 없는 특성에 대한 요구규격을 만족하기 위해서 특별한 조치가 필요하다. 예를 들어, 측정안테나에 코너 반사기를 부착하여야 하고, 피시험기기의 뒷편에 흡수체 부착 벽이 설치되어야 한다. 시험장의 적합성은 아래와 같이 결정한다.

수평으로 놓인 A, B 두 개의 반파장 다이폴 안테나(7.8.3 참조)는, 바닥에서 1m 이하의 동일한 높이 h 로, 측정거리 d 만큼 떨어져 서로 평행하게 배치되어야 한다. 다이폴 안테나 B는 신호발생기에 연결하고, 다이폴 안테나 A는 측정수신기의 입력부에 연결한다. 신호발생기는 측정수신기 상의 최대 지시치를 나타내도록 동조시켜야 하며, 그 출력은 적절한 레벨로 조정한다. 다이폴 안테나 B가 어떤 방향으로든 100 mm 움직일 때 측정수신기 상의 표시가  $\pm 1.5$  dB 이상 변하지 않는다면, 이 시험장은 시험주파수에서의 측정 목적에 적합한 것

으로 판정할 수 있다. 의도된 모든 측정에 대해 시험장이 만족할 수 있음을 보장하기 위해, 충분히 작은 주파수 간격들로 전체 주파수 범위에 걸쳐 이 시험을 반복하여야 한다.

만약 피시험기기가 수직편파에서도 측정되어야 한다면(7.8.4 참조), 두 다이폴 안테나를 수직 편파에 맞게 배치한 상태에서 시험장의 적합성 시험을 반복해야 한다.

### 7.8.3 시험안테나

그림 18의 시험안테나 A 와 B는 위에서 설명된 바와 같이 반파장 다이폴 안테나이다. 1 GHz 미만의 주파수 범위에서, 이 요구규격은 주로 송신안테나 B 에 적용되는 내용이며, 이는 최대 방사 방향으로의 방사전력이 안테나 B의 단자전력과 관련되기 때문이다. 또한 측정 안테나 A도 역시 반파장 다이폴 안테나이어야 한다. 이 안테나의 실제 감도를 시험구성의 치환법 교정에 포함하여야 한다.

1 GHz ~ 18 GHz 주파수 범위에서는, 선형편파 혼 안테나가 권장된다.

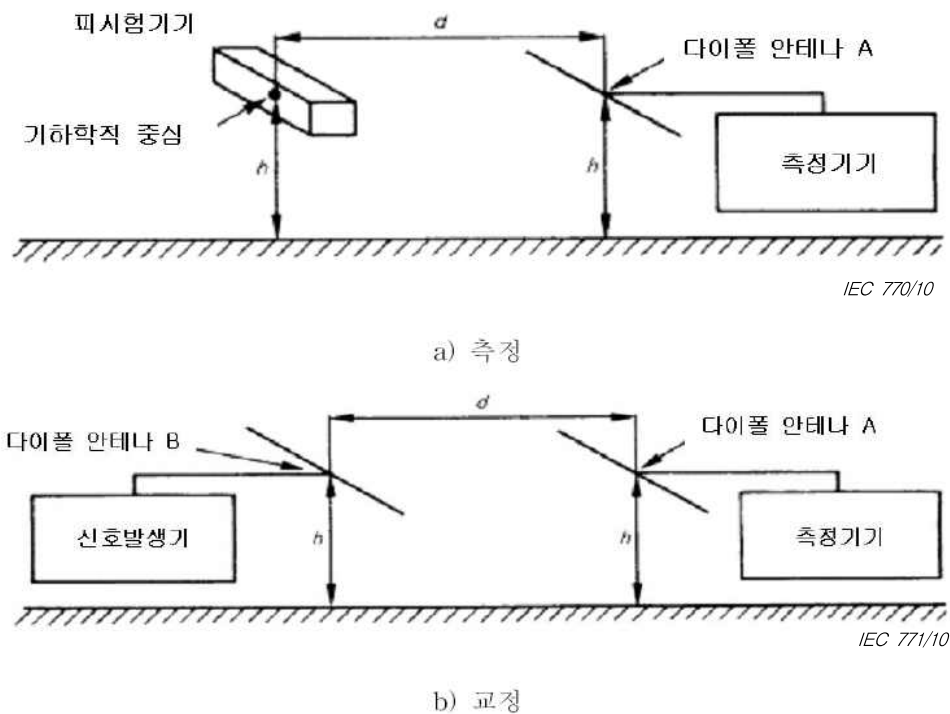


그림 18. 측정 및 교정에 대한 치환방법 셋업 구성

### 7.8.4 피시험기기의 구성

피시험기기는 수평면에서 (방위)회전시키기 위한 설비를 갖는 비전도성 테이블 위에 놓는다. 피시험기기의 기하학적 중심은 앞서 다이폴 안테나 B의 중심점으로 사용되었던 지점과 일치하도록 배치하여야 한다(그림 18 참조). 만약 피시험기기가 둘 이상의 기기로 구성되어 있다면, 각 기기를 개별적으로 측정하여야 한다. 피시험기기의 착탈형 리드선들은 피시험기기의 동작에 악영향을 미치지 않는다면 제거하여야 한다. 필요한 리드선들에는 전자파 흡수성을 갖는 페라이트 링을 부착하여야 하며, 측정에 영향을 주지 않게 배치하여야 한다. 차폐 구조를 갖는 피시험기기의 경우, 사용하지 않는 모든 커넥터들은 차폐형 종단으로 처리하여야 한다.

### 7.8.5 시험절차

피시험기기를 7.8.4에서 설명된 바와 같이 배치한 상태에서, 수평면과 측정용 다이폴 안테나 A를 시험장 적합성 확인 때와 동일한 위치로 배치한다. 이 다이폴 안테나 중심과 피시험기 중심 사이의 일직선을 통과하는 수직면에 대해 이 다이폴 안테나를 법선 방향으로 배치하여야 한다. 피시험기기는 정상적인 탁상설치형 상태에서 일차 측정하고, 수직면 상과 일치시키기 위해 90° 기울여서 이차 측정한다. 각 위치에서 수평면 내 방위각 방향으로 피시험기기를 360° 회전시켜야 한다. 최대 지시치 Y를 피시험기기의 특성 값으로 하여야 한다.

피시험기기를 반파장 다이폴 안테나 B로 치환하여 측정시스템을 교정한다. 앞서 측정한 피시험기기의 기하학적 중심과 동일한 지점에 교정용 다이폴 안테나 B의 중심을 위치시켜야 하며, 신호발생기에 연결된 측정안테나 A와는 평행하게 위치시켜야 한다. 피시험기기 캐비닛으로부터의 방사전력은, 각각의 측정주파수에서 앞서 기록한 최대 지시치(Y)와 동일한 지시치가 측정수신기에서 나오도록 신호발생기를 조정할 때 반파장 다이폴 안테나 B의 단자 전력으로 정의된다.

수직 및 수평면과 다이폴 안테나로 측정을 수행할 경우, 두 모드에 대한 별도의 교정이 이루어져야 한다.

### 7.8.6 대체 방법의 측정 불확도

방출 측정 불확도에 관한 일반 및 기본 고려사항은 CISPR 16-4-1에 명시되어 있다.

### 7.9 전자파 잔향실 측정(80 MHz ~ 18 GHz)

복사성 방출 측정은 KS C IEC 61000-4-21에 규정된 방법을 사용해 잔향실에서 수행하여도 된다. 대체 시험 방법의 사용 조건은 CISPR 16-4-5에 명시되어 있다. 방출 측정 불확도에 관한 일반 및 기본 고려사항은 CISPR 16-4-1에 명시되어 있다.

### 7.10 TEM 도파관 측정(30 MHz ~ 18 GHz)

복사성 방출 측정은 KS C IEC 61000-4-20에 규정된 방법을 사용해 TEM 도파관에서 수행하여도 된다. 대체 시험 방법의 사용 조건은 CISPR 16-4-5에 명시되어 있다. 방출 측정 불확도에 관한 일반 및 기본 고려사항은 CISPR 16-4-1에 명시되어 있다.

## 8. 방출 측정의 자동화

### 8.1 개요: 측정자동화에 대한 사전 주의

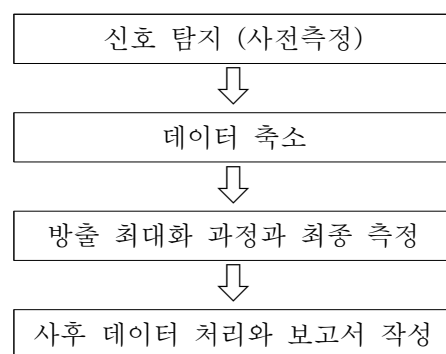
반복해서 수행되는 EMI 측정의 지루한 면은 측정 자동화에 의해 상당 부분 제거할 수 있다. 측정값을 판독하고 기록하는데 있어서 운용자의 실수가 최소화된다. 그러나 컴퓨터를 이용해 데이터를 수집하면 운용자가 발견할 수 있는 오류 이외의 새로운 형태의 오류가 나타날 수도 있다. 어떤 경우에 있어서는 숙련된 운용자가 수동으로 하는 측정에서보다 측정 자동화로 수집한 데이터에서 더 큰 측정 불확도가 발생하기도 한다. 근본적으로는 방출 값을

수동으로 측정하느냐 아니면 소프트웨어 제어 하에서 측정하느냐에 따른 정확도 차이는 없다. 두 경우 모두 측정 불확도는 시험배치에 사용되는 장비의 정확도 규격에 근거한다. 그러나 현재의 측정 상황이 소프트웨어 구성 시나리오와 다를 경우 어려움을 겪을 수도 있다.

예를 들어, 자동화된 측정시간 동안 주변신호가 존재한다면, 높은 레벨의 주변신호가 존재하는 주파수 근처에서의 피시험기기 방출값이 정확하게 측정되지 않을 수도 있다. 그러나 노련한 시험자는 실제 간섭과 주변신호를 구별해 낼 가능성이 높기 때문에 피시험기기 방출측정 방법을 필요에 맞게 적응시킬 수 있다. 그러나 실제 방출측정에 앞서 야외시험장에 존재하는 주변신호를 기록하기 위해 피시험기기를 꺼둔 채로 주변신호의 탐색함으로써 소중한 측정시간을 절약할 수 있다. 이런 경우에는 소프트웨어에 적절한 신호식별 알고리즘을 적용해 특정 주파수에서의 주변신호 존재 가능성에 대해 운용자에게 경고할 수도 있다. 피시험기기 방출이 서서히 변화하거나, 또는 피시험기기의 개폐(on-off)주기가 느리거나 과도적 주변신호(아크 용접에서 발생하는 과도전압)가 발생하는 경우, 운용자가 판단하여 조치할 것을 권장한다.

## 8.2 일반 측정절차

신호를 최대화하여 측정하기 전에 EMI 수신기로 신호를 검출할 필요가 있다. 관심있는 스펙트럼 내의 모든 주파수에 대해서 방출 최대화 과정 동안 준점두값 검파기를 사용하면 측정시간이 지나치게 늘어난다(6.6.2 참조). 방출 주파수마다 안테나 높이 이동측정과 같이 시간이 많이 걸리는 과정이 요구되지는 않는다. 이러한 과정은 측정된 방출 침두값 진폭이 방출 허용기준보다 높거나 근접하는 주파수에서만 수행되는 것으로 한정되어야 된다. 따라서 허용기준에 가깝거나 허용기준을 초과하는 진폭의 신호가 발생하는 주요 주파수들에서의 방출만을 최대화하여 측정한다. 그림 19의 일반 측정절차로 측정시간을 줄일 수 있다.



IEC 772/10

그림.19 측정시간 단축 절차

## 8.3 사전측정

### 8.3.1 일반사항

전반적인 측정 절차에서 이러한 초기 단계는 여러 가지 목적으로 이용된다. 사전측정은 그 주된 목적이 추가적인 시험 또는 탐색 파라미터의 근거가 될 최소한의 정보를 수집하는 것

이므로, 사전측정으로 인해 시스템에 대한 제한 조건과 요구규격의 수를 최소로 한다. 이런 측정모드는 방출 스펙트럼에 대한 친숙도가 매우 낮은 신제품을 시험하기 위하여 사용한다. 일반적으로 사전측정은 관심 있는 주파수 범위에서 주요 신호가 어디에 위치하는지 알아보기 위해 사용하는 데이터 수집 과정이다. 이러한 측정 목적에 따라 향상된 주파수 정확도 (예를 들면, 야외시험장에 대한 보다 많은 처리)와 진폭 비교를 통한 데이터 축소뿐만 아니라 (방사성 방출시험의 경우) 안테나 타워와 턴테이블의 이동도 필요할 수 있다. 이런 요인들로 인해 사전측정을 하는 동안 측정순서가 결정된다. 모든 경우에 있어 사후 데이터처리를 위해 그 결과를 신호 목록에 저장한다. 피시험기로부터 미지의 방출 스펙트럼에 대한 정보를 신속히 입수하기 위하여 사전측정을 할 때 6.6의 고려사항을 적용하여 주파수 주사를 실시한다.

### 8.3.2 필요한 측정시간 결정

피시험기기의 방출 스펙트럼과 특히 최대 펄스 반복주기  $T_p$ 를 모르는 경우, 측정시간  $T_m$ 이  $T_p$ 보다 짧지 않도록 이를 조사해야 한다. 피시험기로부터의 간헐성 방출의 특성은 방출 스펙트럼의 임계 침투값에 대해서 특별한 관련이 있다. 첫째 어떤 주파수에서 방출의 진폭이 안정적이지 않은지 알아야 한다. 이는 측정장비나 소프트웨어의 최대 홀드를 최소 홀드 또는 지우기/쓰기 기능과 비교하여 15초 동안 방출을 관찰해서 알 수 있다.

관찰기간 동안에는 시험배치에서 어떠한 변화(전도성 방출의 경우 리드선의 변동, 방사성 방출의 경우 흡수 클램프나 턴테이블 및 안테나의 움직임)도 없어야 한다. 예로, 최대 홀드 결과와 최소 홀드 결과 사이에 2 dB 이상의 차이가 나는 신호를 간헐성 신호로 표시한다. (전자파잡음을 간헐성 신호로 표시하지 않도록 주의해야 한다.)

방사성 방출의 경우에 안테나의 편파를 변경하고 측정을 반복한다. 이는 특정한 간헐성 침투값이 전자파잡음 레벨보다 낮은 레벨에 머무르기 때문에 발견하지 못할 위험성을 줄이기 위해서 필요하다. 모든 간헐성 신호에서 제로 스펙을 적용하거나 측정수신기의 IF-입력에 연결된 오실로스코프를 사용하여 펄스 반복주기  $T_p$ 를 측정할 수 있다. 또한 올바른 측정시간은 최대 홀드와 지우기/쓰기 디스플레이 사이의 차이가 2 dB 이하가 될 때까지 시간을 늘림으로써 측정 가능하다. 더 많은 측정(최대화 및 최종 측정) 동안 주파수 대역의 각 부분에서 측정시간  $T_m$ 이 적용 가능한 펄스 반복주기  $T_p$ 보다 작지 않도록 해야 한다.

### 8.3.3 다른 형태의 측정에 대한 사전주사 측정 요구규격

측정 방식은 아래와 같이 사전주사 측정에 대한 정의를 결정한다.

- KN 11처럼 주파수 범위 30 MHz부터 1 000 MHz에서, 측정거리 및 주파수 범위, 편파에 기초하여 구해진 표 6 의 고정 높이로 안테나 높이를 맞추어 놓을 수 있다. 피시험기기의 방위각 방향에서 충분히 많은 사전주사 측정을 수행할 필요가 있다. 신속한 개략 측정을 위한 이러한 방법이, 최종 최대값을 찾기 위한 출발점으로서의 복사성 방출량의 지표를 만들 것이다. 만약 가장 나쁜 경우의 안테나 높이 및 편파, 피시험기기 방위각에 대해 더욱 자세히 알고 싶으면, 적절한 최대화 시험절차를 결정하기 위해서는



적용가능한 규격을 사용하여야 한다.

주파수 범위 1 GHz 이상에서는, 안테나를 수평편파와 수직편파 방향으로 위치시킬 필요가 있으며, 방출 스펙트럼을 탐지하는 동안 최대 전기장 세기를 구하기 위해 피시험 기기를 회전시킬 필요가 있다. 이 시험절차의 상세한 내용은 7.6.6.1을 참조한다.

표.6 주파수 범위 30 MHz부터 1 000 MHz에서 신호탐지(사전주사를 위한)를 보장하기 위해 권장되는 안테나 높이

측정거리 m	편파	주파수범위 MHz	각각의 주파수범위에 대한 권장 안테나 높이 m
3	수평	30 – 100	2,5
		100 – 250	1/ 2
		250 – 1 000	1/ 1,5
	수직	30 – 100	1
		100 – 250	1/ 2
		250 – 1 000	1/ 1,5/ 2
10	수평	30 – 100	4
		100 – 200	2,5/ 4
		200 – 400	1,5/ 2,5/4
	수직	400 – 1 000	1/1,5/2,5
		30 – 200	1
		200 – 300	1/ 3,5
	수평	300 – 600	1/ 2/ 3,5
		600 – 1 000	1/ 1,5/ 2/ 3,5
30	수평	30 – 300	4
		300 – 500	2,5/ 4
		500 – 1 000	1,5/ 2,5/ 4
	수직	30 – 500	1
		500 – 800	1/ 3,5
		800 – 1 000	1/ 2,5/ 3,5

주1) 권장되는 안테나 높이는 최대 오차 3 dB 에 대해 신호원 위상중심 높이가 0.8 m 와 2.0 m 사이에서 유도된 것이다. 만약 위상중심 높이가 낮아지면, 수신안테나 높이의 수도 작아질 수 있다. 만약 방사패턴 로브가 발생하면 예를 들어 상측 주파수대역에서, 안테나 높이를 더 높일 필요가 있다.

주2) 전기통신시스템과 같이 매우 큰 피시험기에서, 수신안테나를 이 안테나의 빔폭에 따라 수직 및 수평 위치상의 여러 곳에 위치시킬 필요가 있다.

#### 8.4 데이터 축소

전체 측정절차들 중 두 번째 단계는, 사전측정 동안 수집되는 신호 개수를 줄여서 전체 측정시간을 더욱 단축하는 것을 목적으로 한다. 이런 과정을 통해 여러 가지 임무를 수행할 수 있는데, 스펙트럼 내의 중요 신호측정, 주변 또는 보조기기 신호와 피시험기기 방출의 구별, 허용기준 선에 대한 신호 비교, 그리고 사용자가 정의한 규칙에 근거한 데이터 축소 등의 임무들이 그 예이다. 여러 검파기의 연속적 사용과 진폭 대 허용기준 비교를 포함하는 데이터 축소 방법의 또 다른 예가 KN 16-2-1의 부록 C의 의사 결정도에 제공된다. 데이터 축소는 소프트웨어 툴 또는 운용자가 판단하여 수동으로 조치하는 것을 포함하여 완전 자동화 혹은 대화식으로 수행 가능하다. 데이터 축소를 자동화된 시험의 별도 부분으로 구성할 필요는 없다. 다시 말해, 데이터 축소는 사전측정의 일부분이다.

FM 대역과 같은 특정 주파수 범위에서는 청각에 의해 주변신호를 식별하는 방법이 대단히 효과적이다. 이를 위해서는 변조된 신호의 내용이 청취 가능하도록 신호를 복조할 필요가 있다. 사전측정의 출력 목록에 수많은 신호가 포함되어 있고 청각에 의해 식별이 필요할 경우에는 다소 시간이 오래 걸릴 수 있다. 그러나 동조와 청취를 위한 주파수 범위가 지정되

어 있다면, 이 범위 내의 신호만을 복조하게 될 것이다. 데이터 축소 과정의 결과는 추가 처리를 위해 별도의 신호 목록에 저장된다.

### 8.5 방출 최대화 및 최종 측정

최종 시험 동안 최대 레벨을 측정하기 위하여 방출을 최대화하여야 한다. 신호를 최대화한 후 적절한 측정시간(지시치가 허용기준 부근에서 변동이 발생할 경우 최소 15초 이상)을 허용하는 준침두값 검파 또는 평균값 검파를 이용하여 방출진폭을 측정한다.

방사성 방출 측정 형식은 최대 신호진폭을 산출하는 최대화 과정을 정의한다.

- 주파수 범위 9 kHz부터 30 MHz에서 - 피시험기기 방위각과 루프안테나의 수직면의 방위각의 변화로 지시레벨을 최대화 (예, KN 11 시험)
- 주파수 범위 30 MHz부터 1000 MHz에서 - 측정안테나 높이와 편파의 변화 및 피시험기기 방위각의 변화로 지시레벨을 최대화
- 주파수 범위 1 GHz 이상에서 - 안테나 편파의 변화와 피시험기기 방위각의 변화로 지시레벨을 최대화, 만약 피시험기기 표면 넓이가 안테나 빔폭보다 넓으면 안테나 표면을 따라 안테나를 이동시켜서 지시레벨을 최대화.

실제 최대화 순서를 실행하기 전에, 최대 방출 진폭을 확실하게 탐지하기 위하여 가장 나쁜 경우의 피시험기기 배치를 결정해야 한다. 가장 나쁜 방출이 일어나는 피시험기기 구성과 케이블 구성을 찾는 과정은 주로 수동 조작에 의한다. 이는 케이블과 장치의 배치를 조작하면서 진폭 변화를 관찰하기 위한 방출 스펙트럼의 그래픽 디스플레이와 신호의 최대 홀드 기능을 갖춘 주사형 수신기를 이용하여 이루어진다. 최종적인 방출 자동측정은 가장 나쁜 피시험기기 동작모드와 구성을 설정한 후에 시작되어야 한다.

특정 방사성 방출 측정에서, 피시험기기를 회전시키고 정해진 높이에서 수신안테나를 움직이고 안테나 편파를 변화시키는 최대화 과정이 포함된다. 많은 시간이 소요되는 이 탐색과정은 효과적으로 자동화될 수 있지만, 다른 결과를 초래할 수 있는 다양한 탐색 전략이 이용될 수도 있음을 인식해야만 한다. 피시험기기 방출 특성에 관한 이전의 지식에 있어서 안테나 마스트와 턴테이블의 탐색 범위 내에서 가장 나쁜 진폭을 구할 수 있는 최대화 절차가 선정되어야 한다. 이를테면, 피시험기기가 케이스 내의 슬롯 때문에 수평 평면에서 높은 지향성 신호를 방출하는 경우, 수신기로 데이터를 얻는 동안 턴테이블을 계속해서 돌려주어야 한다. 반면에, 선택된 위치의 각도 증분이 너무 큰 경우, 이산적인 단계에서 테이블 이동은 최대 진폭의 탐지가 불가능하게 되거나 신호를 완전히 놓칠 수도 있다. 스펙트럼 분석기의 조사시간은 최대 데이터를 효율적으로 찾기 위하여 턴테이블이 15°도는데 걸리는 시간보다 적어야 한다.

한 가지 탐색 전략은 안테나를 고정 높이에 둔 상태에서 턴테이블을 360° 회전시켜 최대 방출진폭에 맞는 각도를 찾는 것이다. 다음에, 안테나 편파를 변경(수평에서 수직으로)한 후에 전체 범위에 걸쳐 턴테이블을 반대로 회전시킨다. 이 과정 동안, 수신기로 시험 데이터를 계속해서 기록하면서, 두 번째 턴테이블 회전이 끝나면 최대 진폭이 측정된 턴테이블 각도와 안테나 편파를 찾는다. 그런 다음, 안테나와 턴테이블의 최악의 위치들을 선택한 후, 정해진

높이 범위상에서 안테나를 움직여 최대 진폭을 방출하는 위치를 찾는다. 이 때, 최대 방출 높이로 되돌아온 후, 수신기의 준침두 검파기를 이용하여 방출 레벨을 기록하거나, 또는 특정 주파수에서 더 높은 정밀도로 최대 방출 진폭을 탐색하기 위해 턴테이블의 회전각 증분을 더욱 세밀하게 하고 다음에 안테나 높이 증분을 더욱 세밀하게 하여 더 정밀한 탐색을 계속한다. 가장 짧은 시간에 피시험기기로부터의 최대 방출을 구하는 최적의 탐색 전략을 위한 소프트웨어를 설정하기 위해서 피시험기기의 방사 패턴에 대해 어느 정도 이해하는 것이 중요하다. 방사 패턴의 최대 빔이 아닌 측면 부분에서 최종 측정이 이루어지면, 시험 결과가 변할 수 있다.

주) 최종 측정은 FFT 기반 측정기를 사용해 몇몇 주파수에서 동시에 수행하여도 된다.

## 8.6 사후 데이터처리 및 보고서 작성

시험 과정의 마지막 부분에서는 문서작성 관련 요구규격에 대해 다룬다. 자동적으로 혹은 대화식으로 신호 목록에 적용할 수 있는 분류와 비교 루틴을 정의하는 기능은 필요한 보고서와 문서 작성 시에 사용자에게 도움이 된다. 보정된 침두값, 준침두값 또는 평균값 신호 진폭은 분류 또는 선택 기준으로 이용할 수 있어야 한다. 이러한 과정의 결과는 별도의 출력 목록에 저장하거나 단일 목록에 넣을 수 있고, 또한 문서 작성 또는 추가 처리를 위해 이용이 가능하다.

결과는 시험 보고서에서 사용하기 위해 표와 그래프 형식으로 표시되어야 한다. 그 외에도, 예를 들어, 사용된 트랜스듀서, 측정용 계측장치, 제품 표준에 따른 피시험기기 배치의 문서화 등에 관한 정보도 시험보고서에 포함되어야 한다.

## 8.7 FFT 기반 측정기를 이용한 방출 측정 전략

FFT 기반 측정기는 그 구현에 따라 동조 가능한 선택성 전압계보다 훨씬 더 빨리 가중 측정을 할 수 있다. 관심 주파수 범위에서의 가중 측정은 8.2에서 기술한 슈퍼헤테로다인 수신기로 실시한 사전주사 및 최종주사로 이루어진 측정보다 더 빠를 수 있다.

**부록 A**  
**(정보)**  
**주변 전자파잡음 존재시 방해의 측정**

**A.1 개요**

설치장소(현장)에서의 적합성시험(전도성 및 방사성)이나 야외시험장에서의 형식시험을 하는 경우에는 높은 레벨의 주변 전자파잡음 방출을 반드시 고려하여야 한다. 이 부록의 목적은 몇 가지 서로 다른 상황에 대한 측정절차를 설명하는 것이다.

어떤 경우에, 이 측정절차는 주변 전자파잡음 신호로 발생하는 문제의 해결책을 제공하지 못한다. 특히, 이 측정절차가 KN 16-1-4의 5.2.4에서 설명하고 있는 문제점들을 해결할 것으로 기대할 수는 없다. 그러나 이 요구규격 없이도 다음 절차를 이용할 수 있다.

**A.2 정의**

**A.2.1 피시험기기의 방해**

측정되어질 피시험기기로부터의 방출 스펙트럼

**A.2.2 주변 전자파잡음 방출 (ambient emission)**

피시험기기의 방해 스펙트럼에 겹쳐지는 방출 스펙트럼으로, 피시험기기 방해측정의 정확도에 영향을 미침

주) 이 측정방법에서는 KN 22의 10.8의 절차를 고려하지 않는다.

**A.3 문제의 설명**

설치장소(현장)에서의 적합성시험 동안에 그리고 야외시험장에서의 형식시험 동안에, 주변 전자파잡음 방출이 KN 16-1-4의 5.4 시험장 주변 전자파잡음 무선주파수 환경의 권고와 맞지 않는 경우가 자주 있다.

피시험기기의 무선방해는, 종종 주변 전자파잡음 방출의 주파수대역 내에 있으며, 피시험기기 방해와 주변 전자파잡음 방출 사이의 불충분한 주파수 간격으로 인해 또는 그 주파수들의 중첩으로 인해 KN 16-1-1에 규정된 무선방해 측정수신기로 측정할 수 없다.

KN에서 규정한 표준 측정수신기는 모든 종류의 RF 방출에 대해 균일한 시험결과를 얻기에 적합하다. 이 중에서 피시험기기로부터의 방해만이 오직 측정 대상이다. 그러나 이러한 수신기는 피시험기기 방해와 주변 전자파잡음 방출을 식별하거나 앞서 설명된 상황에서의 피시험기기 방해 측정에는 최적화되어 있지 않다.

실제 방해 조사상황에서 현장시험에 대한 대안은 없으므로, 피시험기기 방해와 주변 전자과잡음 방출 사이의 식별을 가능하게 하는 한 가지 해결방안을 아래에서 설명한다.

#### A.4 제안된 해결방안

##### A.4.1 개요

피시험기기 방해와 주변 전자과잡음 방출을 아래와 같이 분류할 수 있다.

표 A.1 피시험기기 방해와 주변 전자과잡음 방출의 조합

피시험기기방출	주변 전자과잡음 방출
협대역성	협대역성
	광대역성
광대역성	협대역성
	광대역성

협대역성 주변 전자과잡음 방출은 예를 들어, AM 또는 FM 변조신호일 수도 있으며 광대역성 주변 전자과잡음 방출은 예를 들어, 텔레비전 또는 디지털 변조신호일 수 있다. 여기서 "광대역성"과 "협대역성"이라는 용어는 KN 16-1-1에서 규정된 바와 같이 항상 측정수신기의 대역폭에 대해서 상대적이다. 협대역성 신호는 측정수신기 대역폭보다 좁은 대역폭을 갖는 신호들로 정의된다. 이 경우 모든 신호의 스펙트럼 성분들은 수신기의 대역폭 안에 포함된다. CW 신호는 항상 협대역성이다. 좁은 FM 신호는 실제 수신기 대역폭에 따라서 협대역성이 될 수도 있고 광대역성이 될 수도 있다. 이와는 대조적으로 임펄스 신호의 경우에는 스펙트럼 성분 가운데 일부는 수신기 대역폭 안에 들며 다수는 바깥에 있으므로 대개 광대역성이다.

피시험기기 방해의 측정은 복잡한 문제이다. 첫째는 피시험기기 방해와 주변 전자과잡음 방출을 식별하는 문제이며, 둘째는 협대역성 방출과 광대역성 방출을 구별하는 문제이다. 첨단 측정수신기와 스펙트럼 분석기는 각종 분해능 대역폭과 여러 유형의 검파기를 제공한다. 이들은 조합된 스펙트럼을 분석하고, 피시험기기 방해와 주변 전자과잡음 방출 스펙트럼을 구별하며, 협대역성과 광대역성 방출을 구별하고, 그리고 피시험기기 방해를 측정(또는 측정하기 어려운 환경에서는 평가)하기 위해 사용된다.

야외시험장에서 형식시험을 하는 경우에, 피시험기기 방해의 확인과 사전측정은 적합성을 인증받지 않은(예를 들어, 부분적으로) 흡수체 정렬 차폐실 내에서의 사전시험으로 피시험기기를 측정할 수 있으며, 주변 전자과잡음 내에 숨겨져 보이지 않는 방출 레벨을 피시험기기 와 인접해 측정한 방출 레벨과 비교하여 결정할 수 있는 야외시험장에서 최종시험으로 피시험기기를 측정할 수 있다.

피시험기기 방해 방출과 주변 전자과잡음 방출을 분리하여 구별할 수 없을 경우에는, 이들 방출들이 중첩되는 것을 고려해야 한다. 구별이 가능하기 위해서는 '피시험기기 방해 방출과

주변 전자파잡음 방출' 대 '주변 전자파잡음 방출' 비가 약 20 dB 정도 되어야 한다.

중간주파수 대역폭과 검파기가 규정된 대역폭과 준점두값 검파기와 다를 경우에는, 규정된 대역폭에서 준점두값 값이 측정오차 결정의 기준이 된다.

그림 A.1은 대역폭 및 검파기의 선정, 그리고 이 선정으로 인한 측정오차 추정을 위한 흐름도이다

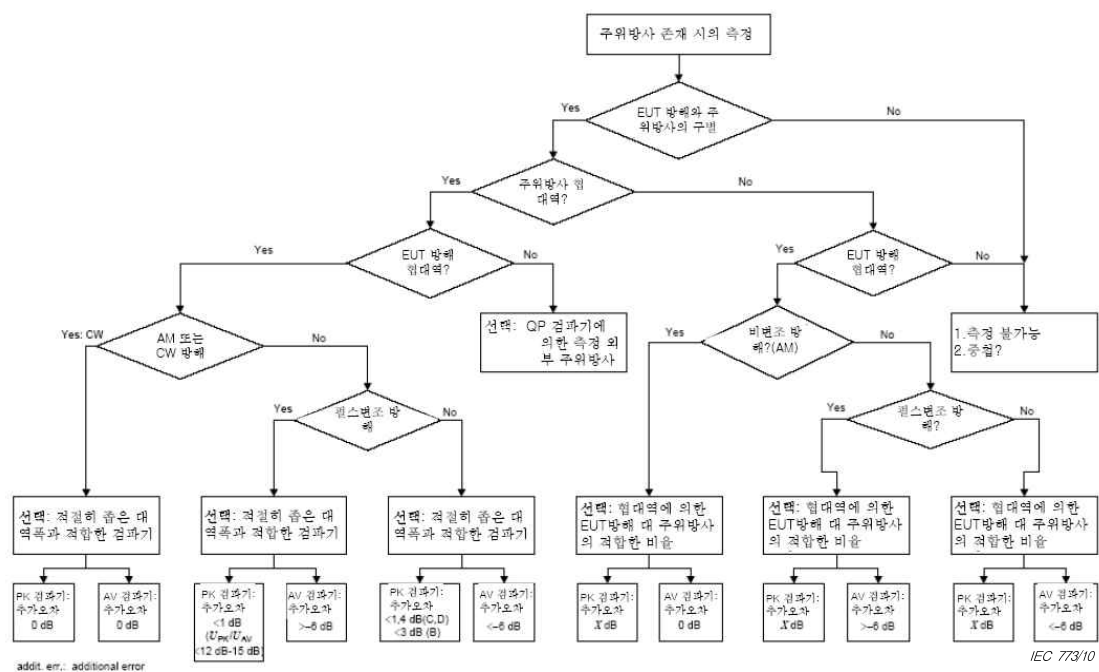


그림.A.1 대역폭 및 검파기의 선정과 이 선정으로 인한 측정오차 추정을 위한 흐름도

#### A.4.2 차폐실에서의 피시험기기 사전시험

어떤 제한적 조건들 하에서, 차폐실 예비시험으로 얻은 방출 주파수와 진폭 데이터를 이용할 수 있다 (이 차폐실은 KN 16-1-4의 부록 E (KN 22의 부록 A)에 있는 기존의 정규화 시험장 감쇠량(NSA) 값을 충족시키지 못하는 흡수체 정렬 차폐실, 즉 반무반사실 또는 무반사실이기 때문에). 이 차폐실에서의 측정으로 진폭이 대단히 큰 방출 스펙트럼이 나타날 것이다. 협대역성 방출의 경우, 제품의 방출 스펙트럼은 이 제품에서 사용되고 있는 클럭 주파수의 고조파와 저조파를 모두 포함한다.

어떤 제한적인 환경에서 제품의 방출 진폭을 구하는 데 이러한 사전시험 결과를 사용할 수 있다. 특히, 최종 적합성 시험이 야외시험장에서 수행되고, 하나 이상의 주파수가 RF 주변 전자파잡음에 숨겨져 보이지 않을 경우, 이들 숨겨진 주파수에 인접한 주파수가 RF 주변 전자파잡음에 정확하게 일치하지 않을 가능성이 있다. 그러므로 숨겨지지 않은 방출은 필요한 수신기나 스펙트럼 분석기의 대역폭을 이용하여 일반적인 방식으로 기록할 수 있다. 이때 RF 주변 전자파잡음에 의해 숨겨진 피시험기기 방출 진폭은 차폐실 예비측정을 이용하

여 다음과 같은 방법으로 판정할 수 있다.

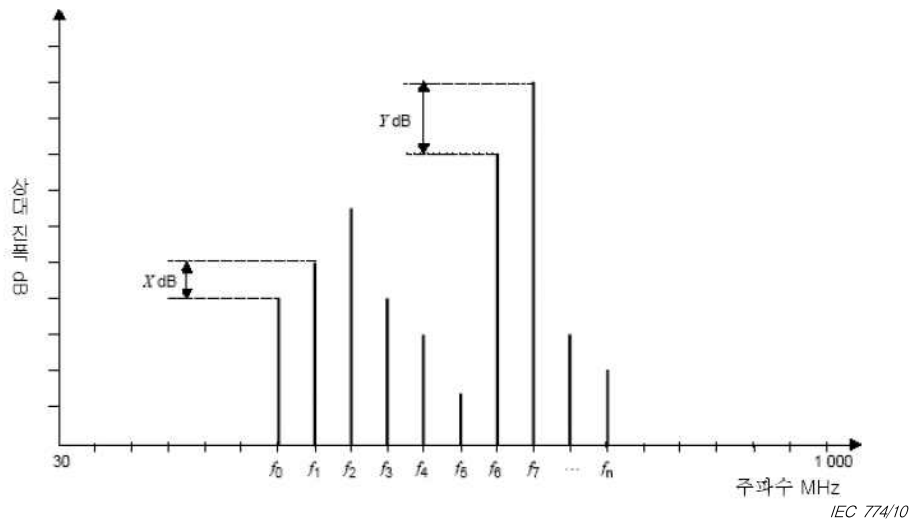
차폐실에서의 예비측정 중에 두개의 인접한 주파수에서의 방출의 진폭이  $X$  dB 만큼 차이가 있는 것으로 가정하자(그림 A.2 참조). 이때 RF 주변 전자파잡음에 숨겨지지 않은 이들 주파수 중의 하나는 야외시험장에서 측정한다. 인접 주파수에서의 방출 진폭을 구하기 위해서 측정 가능한 인접 주파수와 숨겨진 주파수의 진폭차이(" $X$  dB")를 차폐실 내에서의 진폭에 가산할 (혹은 차이의 부호에 따라 감산할) 수 있다. 이에 관해서는 그림 A.2 에 보여져 있으며, 여기서 (주파수  $f_1$  을 감춰진 주파수, 그리고  $f_0$  를 감춰지지 않은 주파수라고 가정하면)  $f_1$  에서의 진폭을  $f_0$  에서의 진폭보다  $X$  dB 만큼 큰 것으로 표시한다. 이어서, 야외시험장에서  $f_1$  의 진폭을 구하기 위해서  $X$  dB 를  $f_0$  의 측정 가능한 진폭에 가산한다. 마찬가지로,  $f_6$  의 진폭이 차폐실 시험 중의  $f_7$  에서의 진폭보다  $Y$  dB 만큼 작을 경우, (RF 주변 전자파잡음 숨겨져 있을 경우의)  $f_6$  에서의 진폭은 야외시험장에서 측정 가능한 것으로 추정되는  $f_7$  의 진폭보다  $Y$  dB 만큼 작을 것이다.

주) 위의 절차는 7.3.6.2(시험환경)의 c)에 포함된 내용을 강조하고 있다.

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

- a) 예비시험에서 구해지는 인접 주파수는 하나 또는 두 개의 인접 주파수(대개 기본 클럭 주파수의 저조파 또는 고조파) 이상 떨어져서는 안 되는데, 이는 차폐실의 불균일 효과로 야외시험장에서 추정된 주파수와 인접한 주파수들을 불필요하게 높아지거나 낮아지지 않게 하기 위해서다. 이 경우에 " $X$ " (또는 그림 A.2의 " $Y$ ") 값은 적절하지 않을 수도 있다.
- b) 인접 주파수에서의 진폭은 (최종 적합성 측정을 위한 경우에서와 같이) 차폐실에서 수신안테나의 높이를 이동시키며 주의하여 측정할 필요가 있다. 전체 높이로 이동 측정할 수 없는 경우 (RF 주변 전자파잡음에 숨겨진 방출에 대해서) 이러한 야외시험장 진폭 추정기법을 적용하기 전에 차폐실 측정치와 대응되는 야외시험장 측정치 사이의 대체 관계를 확립해둘 필요가 있을지도 모른다.
- c) 차폐실의 6면 전체를 완전 무반사로 처리한 경우, (접지면 반사가 억제되어 수신신호에의 간섭 기여가 없어지므로) 둘 또는 셋의 고정 높이에서 측정하여 이들 지시치 가운데 최대치를 이용하는 대체 방법으로써 높이 이동측정 기법을 이용할 수도 있다. 그런 기법들은 위의 b)항에서 언급한 것과 같은 상관관계 측정을 필요로 할 수도 있다.





주) 일반적으로  $f_n$  은 피시험기기의 기본 방출 주파수(기본 클럭 주파수)  $f_o$ 의  $n$  배이다.

그림.A.2 예비시험 중 인접 방출진폭의 상대적 차이

#### A.4.3 협대역성 주변 전자파잡음 방출이 존재할 때 피시험기기 방해의 측정방법

##### A.4.3.1 일반사항

피시험기기의 방해 유형에 따라서 이 측정은 아래 내용을 기초한다.

- 대역폭이 KN에서 규정한 측정수신기의 대역폭에 비해 좁은 조합된 스펙트럼의 분석
- 주변 전자파잡음 방출에 인접한 협대역성 방해의 선택을 위해 적합한 측정 대역폭의 조사
- 침두값 검파기(방해가 AM 혹은 펄스 변조인 경우) 또는 평균값 검파기의 사용
- 보다 더 좁은 측정 대역폭이 사용될 경우, 상대적으로 광대역성인 주변 전자파잡음 방출내에 협대역성 방해가 있는 경우, ‘피시험기기 방해’ 대 ‘주변 전자파잡음 방출’ 비의 증가
- 분리가 불가능할 경우, 피시험기기 방해와 주변 전자파잡음 방출의 중첩을 고려

##### A.4.3.2 비변조 피시험기기 방해

변조되지 않은 피시험기기 방해(그림 A3 참조)는 적당히 좁은 측정 대역폭을 선택함으로써 주변 전자파잡음 신호 반송파로부터 구별이 가능하다. 침두값 또는 평균값 검파기를 사용할 수 있다. 준침두값 검파기에 비해서 추가적인 측정오차는 없다. 침두값과 평균값들 사이의 차이가 작은 경우(예컨대, 1 dB 이하인 경우), 측정 평균값은 준침두값과 동등하다.

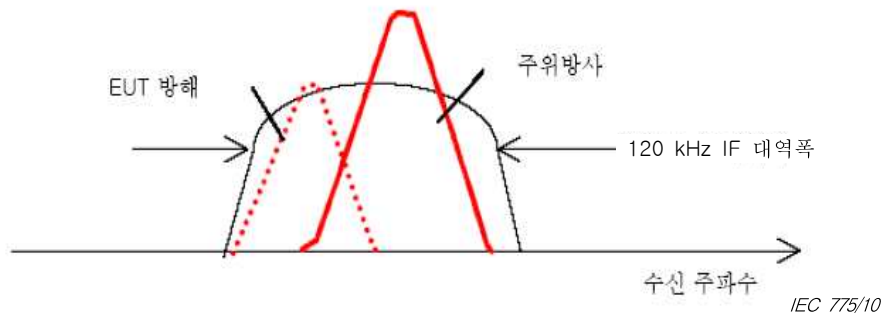


그림.A.3 비변조 신호에 의한 방해 (점선)

#### A.4.3.3 진폭 변조 피시험기기 방해

진폭 변조된 피시험기기 방해(그림 A.4 참조)는 적당히 좁은 측정 대역폭을 선택함으로써, 주변 전자파잡음 신호 반송파로부터 구별이 가능하다. 선택된 좁은 측정 대역폭이 피시험기기 방해의 변조 스펙트럼을 억제하지 않음을 보장하도록 유의해야 한다. 변조 스펙트럼의 억제는 선택도 증가의 결과로 피시험기기 방해의 침투 진폭에서의 감소로 인식된다.

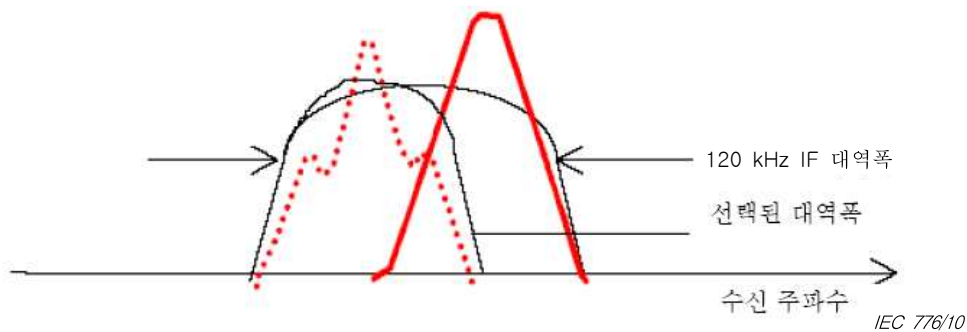


그림.A.4 진폭변조 신호에 의한 방해 (점선)

측정시간이 변조 주파수의 역수보다 큰 침투값 검파기만을 사용할 수 있다. 침투값이 준침투값보다 높은 10 Hz 미만의 변조 주파수(C와 D 대역의 경우 10 Hz 에서 0.4 dB, 2 Hz에서 1.4 dB 그리고 B 대역의 경우 10 Hz에서 0.9 dB, 2 Hz 에서 3 dB)에서 추가 측정오차를 고려하여야 한다. 그림 A.5에 변조 주파수에 응답하는 준침투값을 나타내었다.

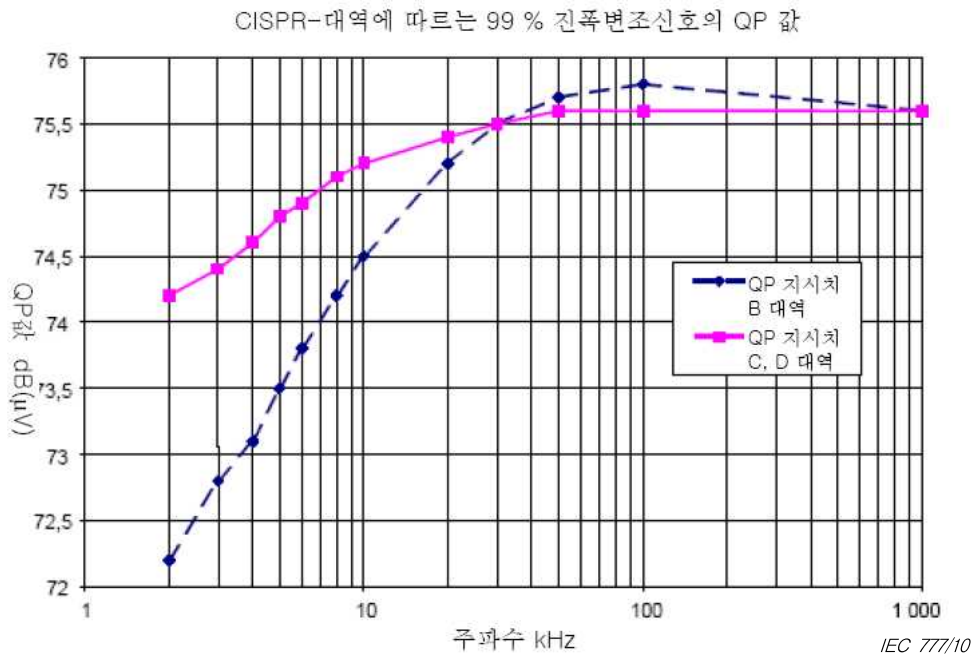


그림.A.5 KN에서 규정한 대역 B, C, D에서 준첨두값 검파기에서 변조 주파수 함수로서의 진폭변조 신호 지시치

#### A.4.3.4 펄스변조 피시험기기 방해

피시험기기에서 비롯되는 협대역성 펄스변조 방해는 진폭변조의 특별한 경우로 분류되며, 적절히 좁은 측정 대역폭에 의해 주변 전자파잡음 신호 반송파로부터 구별할 수도 있다. 선택도 때문에 변조 스펙트럼의 억제가 유발되어서는 안 된다. 첨두값 검파기만 사용 가능하다.

낮은 반복 주파수의 경우 추가 오차가 가능하지만 첨두값 검파기와 평균값 검파기 지시치 사이의 차이가 12 dB ~ 14 dB 범위 정도인 한에서는 준첨두값 검파기에 비해서 추가 측정 오차는 감안하지 않아도 된다.

펄스 폭이  $t = 50 \mu\text{s}$ 의 경우, 그림 A.6는 첨두값 및 평균값 간의 차이가 14 dB 이하인 한에서는, 첨두값과 준첨두값 사이의 편차는 무시할 수 있음을 나타낸다. 따라서 첨두값과 평균값 사이의 비교는 첨두값 검파기의 유용성 검증에 이용될 수도 있다.

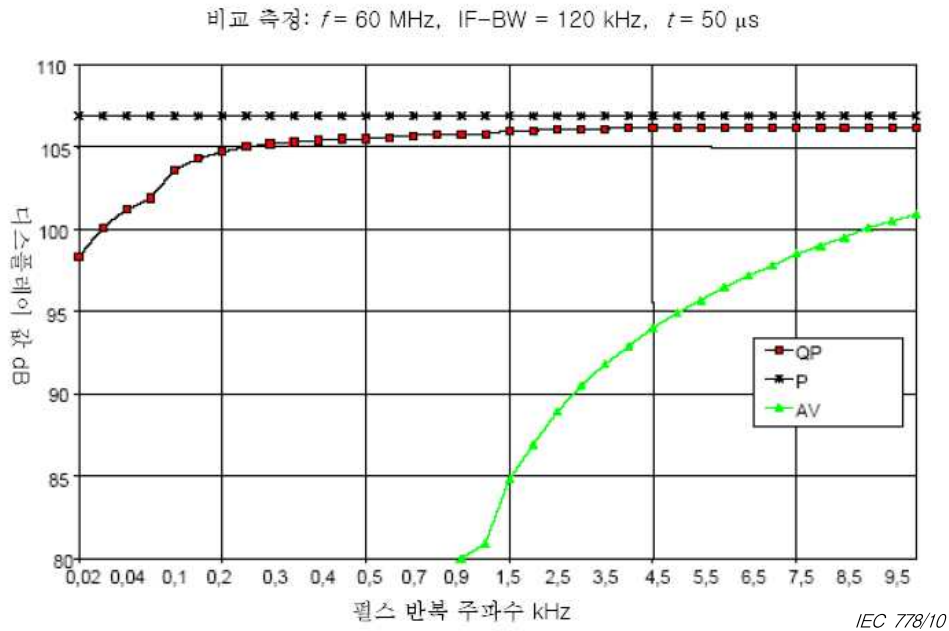


그림.A.6 펄스 반복 주파수 함수로서의 첨두값, 준첨두값 및 평균값 검파기 펄스변조 신호 (펄스폭  $50 \mu\text{s}$ ) 지시치

#### A.4.3.5 광대역성 피시험기기 방해

광대역성 방해(그림 A.7 참조) 측정에는 준첨두값 검파기를 사용하여야 한다.

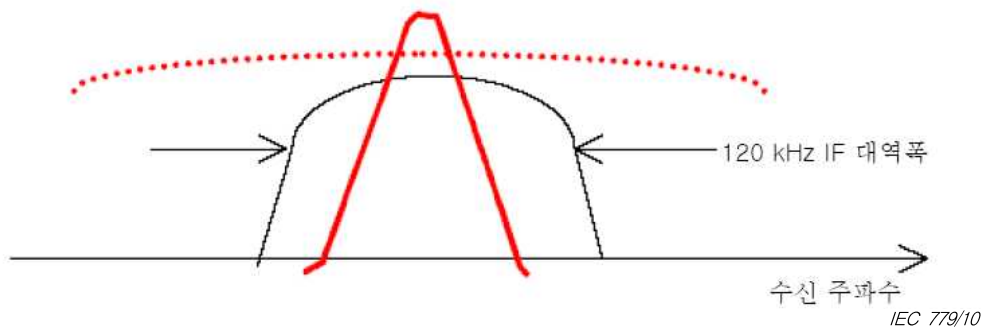


그림 A.7 광대역신호에 의한 방해 (점선)

사실 주변 전자파잡음 신호 대역 내에서 측정하는 것이 불가능하다. 한정된 대역 때문에 일반적으로 준첨두값 검파기를 사용하여 주변 전자파잡음 신호의 스펙트럼 밖에서 방해신호를 측정한다.

#### A.4.4 광대역성 주변 전자파잡음 방출이 존재할 때 피시험기기 방해의 측정방법

##### A.4.4.1 일반사항

이 경우에 측정방법은 아래에 기초한다.

- KN에서 규정한 측정수신기와 동일한 대역폭을 갖는 조합 스펙트럼의 분석
- 좁은 대역폭에 의한 측정 (협대역성 피시험기기 방해의 경우, 좁은 대역폭의 사용으로 '피시험기기 방해' 대 '주변 전자파잡음 방출' 비가 증가할 것이다.)
- 협대역성 피시험기기 방해에 대한 평균값 검파기의 사용
- 구별이 불가능할 경우, 피시험기기 방해와 주변 전자파잡음 방출의 중첩을 고려

#### A.4.4.2 비변조 피시험기기 방해

피시험기기 방해의 진폭(그림 A.8 참조)은 평균값 검파기로 측정해야 한다(KN 16-1-1에 규정된). 측정오차는 선택된 대역폭 내에서 광대역 신호 스펙트럼의 평균값에 따라 달라진다. 이러한 측정오차는 '주변 전자파잡음 방출' 대 '피시험기기 방해' 비를 최대화하는 측정 대역폭을 선택하여 최소화할 수 있다 (선택도 방법).

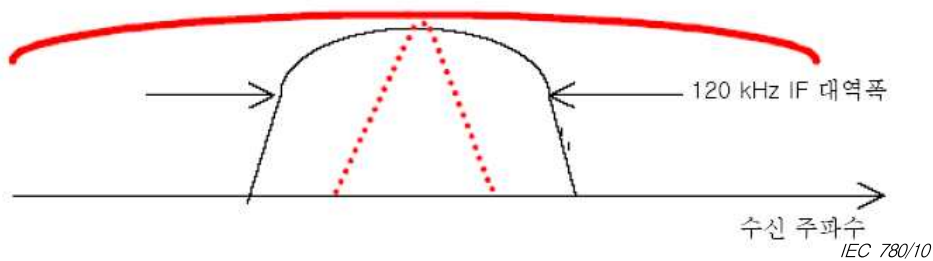


그림.A.8 비변조 피시험기기 방해 (점선)

#### A.4.4.3 진폭변조 피시험기기 방해

피시험기기 방해의 진폭(그림 A.9 참조)은, 준첨두값 검파기에 비해서 (100 % 변조에서) 6 dB까지의 추가적인 측정오류를 감안한다 하더라도, 평균값 검파기로 측정한다. 선택된 측정 대역폭은 '주변 전자파잡음 방출' 대 '피시험기기 방해' 비를 최대화해야 한다(선택도 방법).

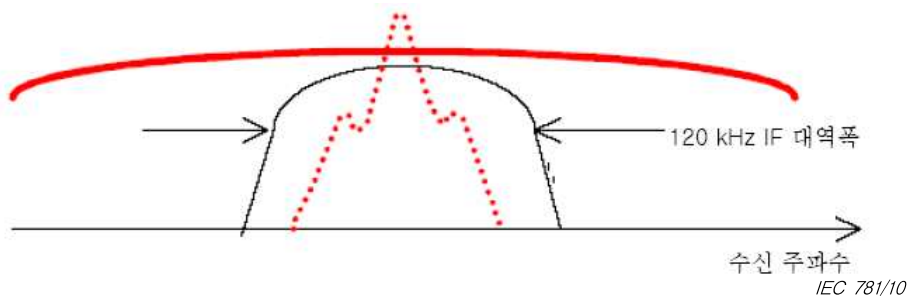


그림.A.9 진폭변조(AM) 피시험기기 방해 (점선)

#### A.4.4.4 펄스변조 피시험기기 방해

신뢰도가 높은 광대역 주변 전자파잡음 신호 스펙트럼에서 펄스 변조된 피시험기기 방해정

도를 확인하거나 검출(검파)해 내는 것이 어려운 것은 방해의 100% 진폭변조가 스펙트럼 내에서 방해를 감추기 때문이다.

피시험기기 방해의 진폭은 높은 듀티사이클의 경우에 평균값 검파기로 측정할 수 있다. 보다 작은 듀티사이클을 갖는 경우 100% 진폭변조 깊이 때문에, 평균값 검파기는 준첨두값 검파기에 비해서 측정오차가 증가하게 된다. 1 : 1 듀티사이클과 선형 평균값 검파기를 사용하는 경우, 측정오차는 6 dB 이다. 측정 대역폭은 피시험기기 방해의 측정 평균값과 광대역성 주변 전자파잡음 신호의 평균값 사이의 관계를 최대화 하는 것이어야 한다.

듀티사이클이 낮은 경우, 평균값은 준첨두값으로부터 상당히 벗어나게 된다. 이러한 경우, 첨두값 검파기는 가능한 한 좁은 측정 대역폭으로 사용하여야 하지만, 완전한 방해 대역폭을 포착하기에 충분할 만큼은 넓어야 한다. 주변 전자파잡음 방출과의 중첩을 고려하여야 한다.

#### A.4.4.5 광대역성 피시험기기 방해

원칙적으로, 광대역성의 주변 전자파잡음 스펙트럼이 존재할 때 광대역성 방해신호를 검파 또는 측정하는 것이 불가능하다. 이러한 방해신호는 주변 전자파잡음 스펙트럼 밖에서 혹은 중첩을 감안하여 측정하는 것은 가능하다.

피시험기기 방해신호와 주변 전자파잡음 방출의 조합, 그리고 측정에 포함된 오차에 대한 정보를 표 A.2에 보였다.

주) 주사형 수신기 또는 스펙트럼 분석기는, 신호 주파수 또는 펄스율이 서로 조화되거나 측정기기의 소인율이 측정된 펄스율과 조화되지 않는 한, 2개 이상의 상이한 광대역성 신호의 스펙트럼을 나타낸다.

#### A.5 중첩의 경우에 피시험기기 방해의 결정방법

피시험기기 방해와 주변 전자파잡음 방출의 선별의 결과로서, 측정레벨 대 주변 전자파잡음 방출 비가 20 dB 미만인 경우, 주변 전자파잡음 방출과 피시험기기 방해의 중첩을 감안할 필요가 있다. 임펄스 광대역성 전압에 대해서 아래 계산이 가능하다.

수신신호  $U_r$ 은 피시험기기 방해  $U_i$ 와 주변 전자파잡음 방출  $U_a$ 의 합이다.  $U_a$ 는 피시험기기의 스위치를 끈 후에만 측정이 가능하다. 중첩은 첨두값 검파기에 대해서 선형적이다 (그림 A.10 참조).

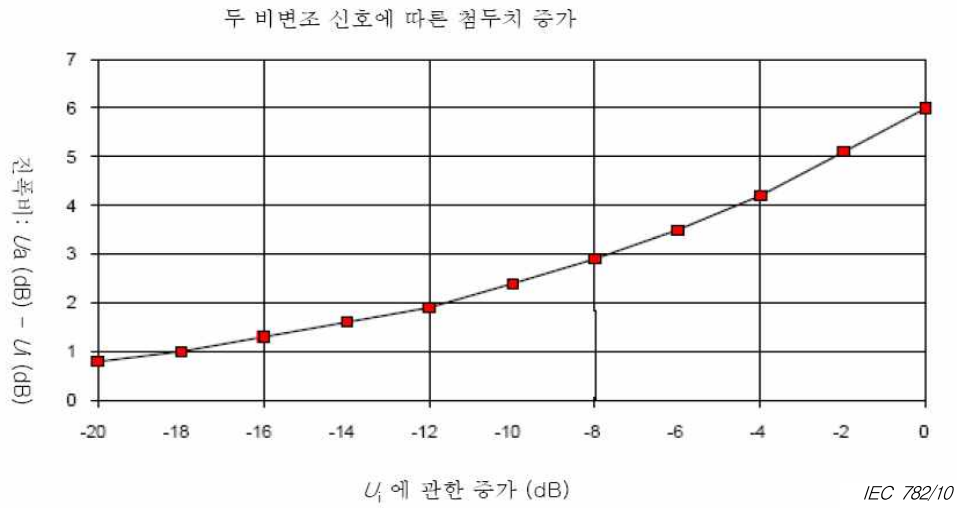


그림.A.10 두개의 비변조 신호의 중첩에 따른 침투값 증가  
( $U_a$  주변 전자파잡음 방출레벨,  $U_1$  피시험기기 방해레벨)

침투값 검파기를 사용할 경우에 다음 식을 적용한다.

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

그러므로 피시험기기 방해는 다음 식으로 계산할 수 있다.

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

주변 전자파잡음 방출에 대한 수신신호의 진폭비  $d$ 는 다음 식으로 쉽게 측정할 수 있다.

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

식 (A.2)에 주변 전자파잡음 방출  $U_a$ 의 값을 대입한다.

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

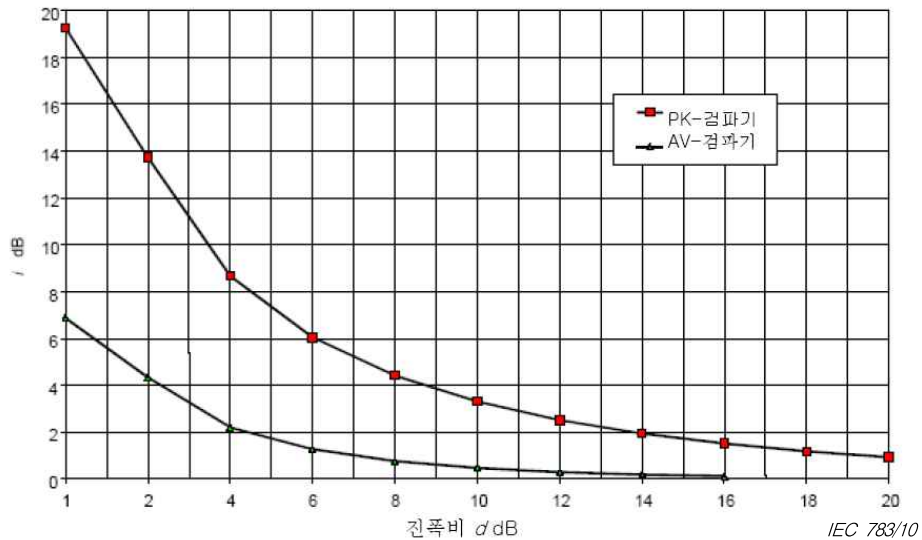
또는

$$U_{i, dB} = U_{r, dB} - 20 \log \left(1 - \frac{1}{D}\right) \quad (\text{A.5})$$

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

식 (A.6)에서 " $i$ "는 피시험기기 방해의 진폭 측정에 이용된다. " $i$ "는 그림 A.11에서 설명된다. 그림 A.11의 " $i$ "를 이용하여, 아래와 같이 피시험기기 방해 진폭을 계산할 수 있다.

$$U_{i, dB} = U_{r, dB} - i \quad (A.7)$$



$U_a$  는 dB 단위의 주변 전자파잡음 신호,

$U_r$  는 dB 단위의 (중첩에 의한) 수신신호의 합성 지시치,

$U_i$  는 dB 단위의 방해 신호이다.

$$d = U_r - U_a$$

$$U_i = U_r - i$$

$$i = -20 \log(1 - 1/D)$$

그림.A.11 진폭비  $d$  와 계수  $i$  에 의한 방해신호의 진폭 결정방법 [식 (A.3)과 (A.6) 참조]

그림 A.11은 아래와 같이 사용이 가능하다.

- 1) dB( $\mu$ V/m) 단위의 주변 전자파잡음 전기장 세기  $U_a$  를 측정한다(피시험기기 스위치 끈 상태)
- 2) dB( $\mu$ V/m) 단위의 합성 전기장 세기  $U_r$  을 측정한다(피시험기기 스위치 켜 상태)
- 3)  $d = U_r - U_a$  를 구한다.
- 4) 그림 A.11로부터  $i$  값을 구한다.
- 5)  $U_i = U_r - i$  를 이용하여 dB( $\mu$ V/m) 단위의  $U_i$  를 결정한다.

수신신호가 평균값 검파기로 측정된다면, 그림 A.12를 고려할 수 있다. 그림 A.12는 비변조



신호의 경우 약 1.5 dB까지의 추가 측정오차로 아래 식을 이용할 수 있음을 보여준다. 변조 신호의 경우, 오차는 감소하지만(그림 A.12 참조), 표 A.2의 오차는 고려하여야 한다.

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

평균값 검파기의 곡선(그림 A.11)을 사용할 경우, 식 (A.7)을 적용하여 평균값 검파기로 대역내 방해를 추정할 수 있다. 이 경우, 계수  $i$  는 아래 식으로 표현된다.

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

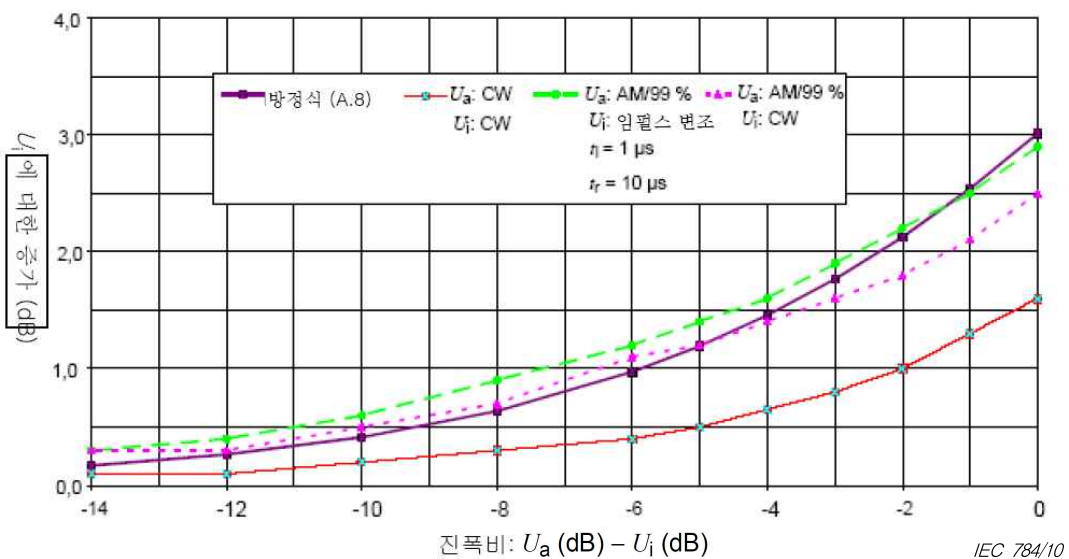


그림.A.12 실제 수신기로 측정하여 식 (A.8)로 계산한 평균 지시치의 증가

표.A.2 검출기 유형과 주변 전자파잡음 및 방해신호 스펙트럼의 조합에 따른 측정오차

주위 방출	폐시험기기 장애			
	비변조	진폭변조	펄스변조	광대역 장애
협대역				
신호잡음비 증가를 위한 조치	선택도 증가	선택도 증가	선택도 증가	주위 방출 외부측정
첨두치 오차 (PK/QP)	0 dB	대역 C, D에 대해서는 + 1.4 dB 이하, 대역 B에 대해서는 +3 dB 이하	+ 1 dB 이하 ( $U_{PK}/U_{AV} \leq 12..15$ dB)	-
평균치 오차 (AV/QP)	0 dB	-6 dB <sup>a</sup> 이하	-6 dB <sup>a</sup> 이상	-
광대역				
신호잡음비 증가를 위한 조치	선택도	선택도	선택도	측정 불가능 (중첩에만 해당)
첨두치 오차 (PK/QP)	+ X dB <sup>a</sup>	+ X dB <sup>a</sup> 이하	+ X dB <sup>a</sup> 이상	-
평균치 오차 (AV/QP)	0 dB	-6 dB <sup>a</sup> 이하	-6 dB <sup>a</sup> 이상	-
<sup>a</sup> 측정 절차가 추천되지 않음. 적합성 측정이 허용되지 않기 때문.				
주 1 X는 주위 방출의 펄스 특성에 따라 달라지는 오차				
주 2 PK는 첨두치, QP는 준첨두치, AV는 평균치				

## 부록 B

### (정보)

#### 스펙트럼 분석기와 주사형 수신기의 사용방법

##### B.1 개요

스펙트럼 분석기와 주사형 수신기를 사용할 때는 다음 특성을 고려해야 한다. 또한, 추가적인 정보를 위하여 이 기준의 6장을 참조한다.

##### B.2 과부하

대부분의 스펙트럼 분석기들은 2 000 MHz까지의 주파수 영역에서 RF 전단선택 필터(preselection) 기능이 없다. 즉, 입력신호가 광대역 믹서에 직접 인가되게 된다. 과부하를 피하고 손상을 방지하며, 스펙트럼 분석기를 선형으로 동작시키기 위해 믹서에서 신호 진폭을 보통 150 mV 첨두값 이하가 되게 하여야 한다. 이 레벨까지 입력신호를 줄이기 위해서는 RF 감쇠기나 추가적인 RF 전단선택 필터가 필요할 수 있다.

##### B.3 선형성 시험

먼저, 특정 피시험 신호의 레벨을 측정 한 후에, 수신기 또는 전단증폭기가 사용된다면 이 전단증폭기( $X \geq 6$  dB)의 입력에  $X$  dB 감쇠기를 삽입한 다음에, 앞서의 특정 피시험 신호 레벨을 다시 측정하여, 선형 특성을 측정할 수 있다. 수신기 화면상의 새로운 지시치는 측정 시스템이 선형인 경우에, 첫 번째 지시치로부터  $\pm 0.5$  dB 이상 넘지 않는  $X$  dB 만큼 차이가 나야 한다.

##### B.4 선택도

스펙트럼 분석기와 주사형 수신기는 표준 대역폭 내에 여러 스펙트럼 성분을 갖는 임펄스성 광대역 신호와 협대역 방해신호를 정확히 측정하기 위해, KN 16-1-1에 규정된 대역폭을 보유해야 한다.

##### B.5 펄스에 대한 정상 응답특성

스펙트럼 분석기와 준첨두값 검파 기능이 있는 주사형 수신기의 응답특성은 KN 16-1-1에 규정된 교정용 시험펄스로 검증할 수 있다. 교정용 시험펄스의 첨두값 전압이 크기 때문에 일반적으로 선형성 요구규격을 충족시키기 위해 40 dB 이상의 RF 감쇠기를 삽입할 필요가 있다. 이렇게 하면 감도가 떨어지기 때문에, 대역 B, C 및 D에 대해서 낮은 반복률로 측정하는 것과 RF 격리된 교정용 시험펄스로 측정하는 것이 불가능해진다. 만일 측정세트 앞에 전단선택 필터를 사용하면 RF 감쇠를 줄일 수 있다. 믹서 측에서 볼 때, 이 필터가 교정용

시험펄스의 스펙트럼 폭을 제한한다.

## B.6 침두값 검파

스펙트럼 분석기를 정상 (침두값) 검파모드로 하면, 원칙적으로는 준침두값 지시값보다 화면 상의 지시치가 높게 나타낸다. 침두값 검파 기능을 이용해서 방출을 측정하는 것이 편리한데, 그 이유는 준침두값 검파보다 더 빠른 주파수 소인시간을 사용할 수 있기 때문이다. 다음에, 준침두값 진폭을 기록하기 위해서는 방출 허용기준에 근접하는 신호들에 대해서만 준침두값 검파 기능을 이용해 재측정할 필요가 있다.

## B.7 주파수 주사율

스펙트럼 분석기나 주사형 수신기의 주사율은 KN규격에서 규정한 주파수 대역과 사용된 검파모드에 따라 조정되어야 한다. 최저 소인시간/주파수 또는 가장 빠른 주사율이 다음 표에 나와 있다.

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

고정형 동조 비주사 모드(fixed tuned non-scanning mode)에서 사용되는 스펙트럼 분석기나 주사형 수신기의 경우, 화면 소인시간은 검파모드에 상관없이 조정될 수도 있으며, 방출 작용을 관찰할 필요에 따라 조정될 수도 있다. 만일 방해 레벨이 안정적이지 않다면, 최대치를 구하기 위해 최소 15초 동안 수신기의 화면을 관찰해야 한다. (6.5.1 참조)

## B.8 신호 검출

간헐성 방출의 스펙트럼은 침두값 검파와 디지털 화면저장 기능(이 기능이 제공되는 경우에)으로 관찰할 수 있다. 다중 고속 주파수소인 측정방법에서는 단일 저속 주파수소인 측정 방법에서와 비교해서 방출을 검출할 수 있는 시간이 작아진다. 소인 시작시간을 다양하게 하여, 동기로 인한 방출신호의 숨겨짐이 없도록 해야 한다. 일정한 주파수 범위에 대한 총 관측시간은 방출 주기 사이의 시간보다 길어야 한다. 피측정 방해의 유형에 따라, 침두값 검파측정은 준침두값 검파를 사용할 때 필요한 측정의 전체 혹은 일부를 대체할 수 있다. 다음에, 방출 최대치가 발견된 주파수에서 준침두값 검파기를 사용해 재측정을 실시해야 한다.

## B.9 평균값 검파

스펙트럼 분석기의 평균값 검파는 화면에 표시된 신호가 더 이상 평활해질 수 없을 때까지 영상 대역폭을 감소시켜서 측정한다. 진폭 교정을 유지하기 위해 영상대역폭을 줄이면서 소인시간을 증가시켜야 한다. 이러한 측정의 경우, 수신기는 검파기가 선행모드에서 사용하여

야 한다. 선형검파를 실시한 후, 화면표시를 위한 신호는 대수값(dB)으로 처리하여야 하며, 어떤 경우에는 비록 이렇게 처리된 값이 선형검파된 신호의 대수값이라고 하더라도, 이 값을 보정할 수 있다.

대수 진폭표시는 예를 들어, 협대역과 광대역 신호를 더 쉽게 구분하기 위해 사용될 수 있다. 표시 값은 대수적으로 왜곡된 IF 신호 포락선의 평균값이다. 대수 진폭표시 값은 협대역 신호의 화면표시에는 영향을 주지 않으며, 선형 검파모드일 때보다 광대역 신호의 감쇠량이 더 커지게 된다. 그러므로 대수모드에서의 영상필터는 협대역과 광대역 양쪽 모두를 포함하는 스펙트럼 상에서 협대역 성분을 추정할 때 특히 유용하다.

## B.10 감도

스펙트럼 분석기 전단에 저잡음 RF 전단증폭기(pre-amplifier)를 사용하면, 감도를 높일 수 있다. 피시험 신호에 대한 전체 시스템의 선형성을 시험하기 위해, 이 증폭기 입력신호 레벨을 감쇠기로 조정할 수 있어야 한다.

스펙트럼 분석기 전단에 RF 전단선택 필터(pre-selecting filter)를 사용하면, 극히 높은 광대역성 방출에 대한 시스템 선형성을 유지하기 위해 대형 RF 감쇠기를 사용할 경우에, 감도를 높일 수 있다. 이 필터는 광대역 방출의 침투값 진폭을 감소시키므로, RF 감쇠량을 좀 낮게 하여 사용할 수 있다. 또한 이러한 필터는 강한 대역외 신호와 이로 인한 상호변조 생성을 제거하거나 감쇠시키기 위해서 필요할 수 있다. 이러한 필터를 사용하는 경우에는, 광대역 신호를 사용해서 교정하여야 한다.

## B.11 진폭 정확도

스펙트럼 분석기나 주사형 수신기의 진폭 정확도는 신호발생기, 전력측정기, 정밀 감쇠기를 사용해서 검증할 수 있다. 이들 계측기기의 특성, 케이블 및 부정합 손실은 검증시험 시에 오차 추정을 위해 분석되어야 한다.

## 부록 C

## (정보)

## 평균값 검파기 사용을 위한 주사율과 측정시간

## C.1 목적

이 부록은 평균값 검파기로 임펄스성 방해물 측정할 때 주사율과 측정시간의 선정에 관한 지침을 제공한다.

평균값 검파기는 다음 목적에 적당하다.

- a) 임펄스성 전자파잡음을 억제하여, 피측정 방해신호 중에 있는 CW 성분의 측정을 개선하기 위해
- b) 진폭변조 신호의 반송파 레벨을 측정할 때, 진폭변조도를 억제하기 위해
- c) 표준화된 미터 시정수를 사용하는 간헐성이거나, 불안정하거나 또는 표동성인 협대역 방해에 대한 가중 침투값 지시값을 보이기 위해

이 기준의 6에서는 9 kHz부터 1 GHz 주파수 범위용 평균값 측정수신기를 정의하고 있다.

적당한 영상 대역폭과 관련 주사율 또는 측정시간을 선택하기 위해, 다음의 고려 사항을 적용한다.

## C.2 방해의 억제

## C.2.1 임펄스성 방해의 억제

임펄스 방해의 펄스 주기  $T_p$  는 종종 IF 대역폭  $B_{res}$  으로 구해진다:  $T_p = 1/B_{res}$  이러한 전자파잡음의 억제를 위해, 이때 억제계수  $a$  는 IF 대역폭에 비교한 영상대역폭  $B_{video}$  으로 구해진다:  $a = 20 \log(B_{res}/B_{video})$ .  $B_{video}$  는 포락선 검파기 다음에 있는 저역통과 필터의 대역폭으로 구해진다. 보다 긴 주기의 펄스에 있어서, 억제계수는  $a$  보다 낮아진다. 최소의 주사시간  $T_{s, min}$  (그리고 최대의 주사율  $R_{s, max}$  는 다음 식을 사용하여 구해진다.

$$T_{s, min} = \frac{k \Delta f}{B_{res} B_{video}} \quad (C.1)$$

$$R_{s, max} = \frac{\Delta f}{T_{s, min}} = \frac{B_{res} B_{video}}{k} \quad (C.2)$$

여기서  $\Delta f$  는 주파수 범위이며,

$k$  는 측정수신기/스펙트럼분석기의 속도에 따른 비례계수이다.

주사시간이 보다 길어지면,  $k$  는 1 에 매우 가까워진다. 만약 100 Hz 의 영상대역폭을 선택하면, 최대 주사율과 펄스 억제계수를 표 C.1에서 구할 수 있을 것이다.

표 C.1 - 100 Hz 의 영상대역폭에 대한 펄스 억제계수와 주사율

	대역 A	대역 B	대역 C 및 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
영상대역폭 $B_{video}$	100 Hz	100 Hz	100 Hz
최대 주사율	17.4 kHz/s	0.9 MHz/s	12 MHz/s
최대 억제계수	6 dB	39 dB	61.5 dB

방해 신호 내에 짧은 펄스들이 존재할 것으로 예상되면, 이 경우는 대역 B (및 대역 C)에서 준침두값과 평균값 허용기준을 요구하는 제품규격에 적용될 수 있다. 양쪽 허용기준에 대한 피시험기기의 적합성 여부를 평가하여야 한다. 만약 펄스 반복주파수가 100 Hz 보다 크고 임펄스성 방해가 준침두값 허용기준을 넘지 않는다면, 100 Hz 의 영상대역폭을 갖는 평균값 검파에 대해 이 짧은 펄스들을 충분히 억제할 수 있다.

### C.2.2 디지털 평균에 의한 임펄스 방해의 억제

신호진폭을 디지털 평균하여 평균 검파를 할 수 있다. 만약 평균시키는 시간이 영상 필터 대역폭의 역과 같다면, 동일한 억제효과를 얻을 수 있다. 이 경우에, 억제계수  $a = 20 \log(T_{av} \times B_{res})$  이며, 여기서  $T_{av}$  는 어떤 한 주파수에서 평균시키는(측정한) 시간이다. 결과적으로, 10 ms 의 측정시간은 100 Hz 의 영상 필터 대역폭과 같은 억제계수를 갖게 된다. 한 주파수에서 다른 주파수로 변환될 때, 디지털 평균은 지연시간이 '0' 이라는 장점을 갖는다. 반면에, 어떤 펄스 반복주파수  $f_p$  를 평균할 때, 그 결과는  $n$  또는  $n+1$  번째 펄스 중의 어느 것이 평균되었는지에 따라 다를 수 있다. 이 영향은  $T_{av} \times f_p > 10$  인 경우에 1 dB 이하가 된다.

### C.2.3 진폭변조의 억제

변조신호의 반송파를 측정하기 위해서는, 충분히 긴 시간 동안 신호를 평균하여 또는 가장 낮은 주파수에서 충분한 감쇠특성을 갖는 영상 필터를 사용하여 변조를 억제하여야 한다. 만약  $f_m$  이 최저 변조주파수이고 100 % 변조에 따른 최대 측정오차를 1 dB 까지로 제한한다면, 이때 측정시간  $T_m$  은  $T_m = 10/f_m$  이어야 한다.

## C.3 매우 간헐성이며, 불안정하거나 또는 표동성인 협대역 방해의 측정

KN 16-1-1에서, 간헐성이거나, 불안정하거나 또는 표동성인 협대역 방해에의 응답특성은

160 ms 의 미터 시정수(대역 A 와 B) 및 100 ms 의 미터 시정수(대역 C 와 D)를 갖는 첨두값 지시를 사용하여 정의한다. 이들 시정수는 각각 0.64 Hz 및 1 Hz 의 2차 영상 필터 대역폭에 관련된다. 정확한 측정을 위해서 이들 대역폭을 사용하면 매우 긴 측정시간을 필요로 한다. (표 C.2 참조).

표 C.2 - 미터의 시정수와 해당 영상대역폭 및 최대 주사율

	대역 A	대역 B	대역 C 및 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
미터 시정수	160 ms	160 ms	100 ms
영상대역폭 $B_{video}$	0.64 Hz	0.64 Hz	1 Hz
최대 주사율	8.9 s/kHz	172 s/MHz	8.3 s/MHz

그러나 이 경우는 펄스 반복주파수가 5 Hz 또는 그 이하에 대해서만 적용된다. 보다 높은 펄스폭과 변조주파수를 위해서는, 보다 높은 영상 필터 대역폭을 사용할 수 있다. (C.2.1 참조).

그림 C.1 과 C.2 는 첨두값 지시를 갖는 평균값(“CISPR AV”)와 갖지 않은(진짜) 평균값(“AV”) 인 경우에, 10 ms 펄스주기 대 펄스 반복주파수  $f_p$  를 갖는 펄스의 가중함수를 보인다. 이때 미터 시정수는 160 ms (그림 C.1) 과 100 ms (그림 C.2) 이다.

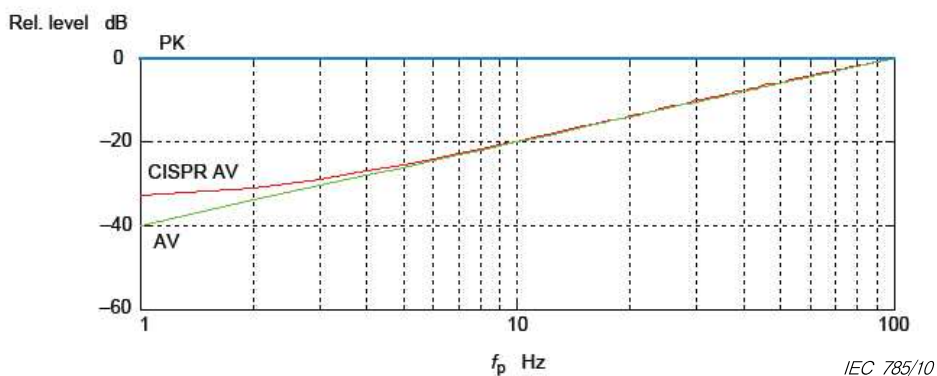


그림.C.1 첨두값 지시를 갖는 평균값(“CISPR AV”)와 갖지 않은 평균값(“AV”) 에 있어서, 첨두값(“PK”) 및 평균값 검파를 위한 10 ms 펄스의 가중 함수; 미터 시정수는 160 ms



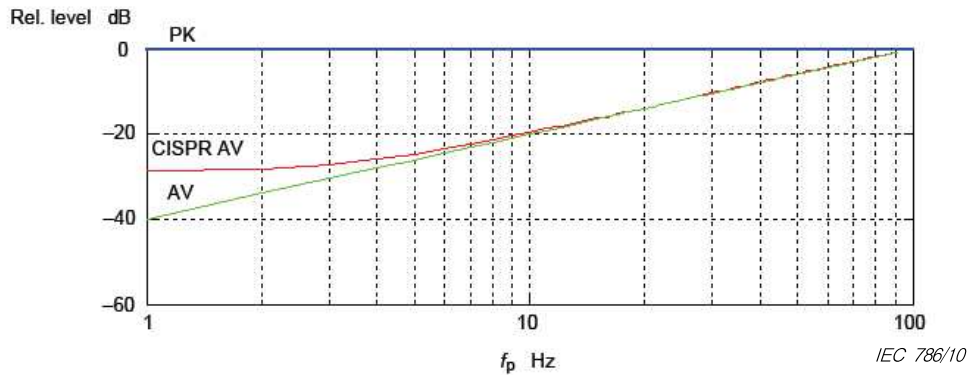


그림.C.2 첨두값 지시를 갖는 평균값(“CISPR AV”)와 갖지 않은 평균값(“AV”)에 있어서, 첨두값(“PK”) 및 평균값 검파를 위한 10 ms 펄스의 가중 함수; 미터 시정수는 100 ms

그림 C.1 과 C.2 는 펄스 반복주파수  $f_p$  가 감소할 때, 첨두값 지시를 갖는 평균값(“CISPR AV”)와 갖지 않은 평균값(“AV”) 사이의 차이가 증가함을 의미하고 있다.

그림 C.3 과 C.4 는 펄스폭의 함수로서  $f_p = 1\text{Hz}$  인 경우의 차이를 보인다.

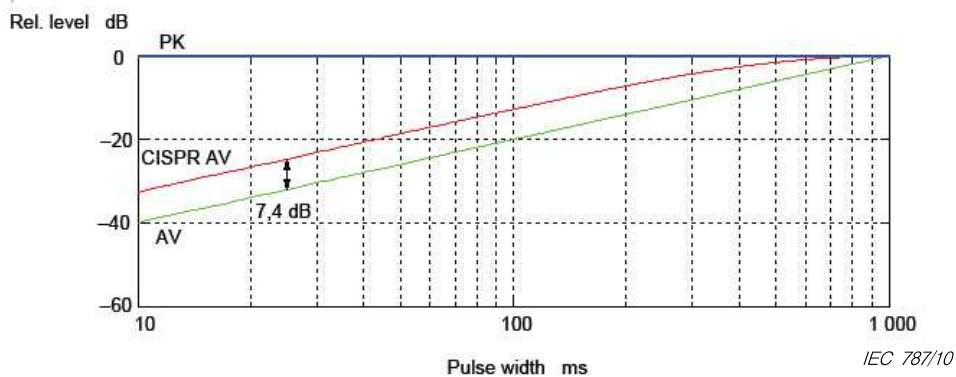


그림.C.3 펄스폭의 함수로서 첨두값(“PK”) 및 평균값 검파를 위한 (1 Hz 펄스의) 가중 함수  
예: 미터 시정수는 160 ms

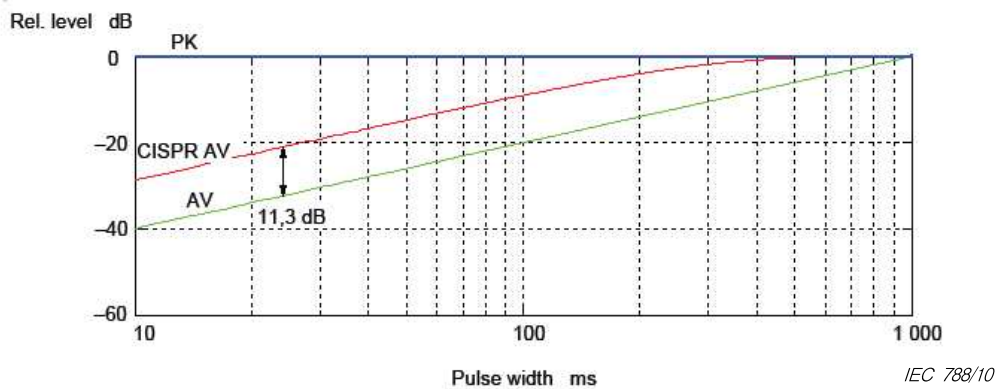


그림.C.4 펄스폭의 함수로서 첨두값(“PK”) 및 평균값 검파를 위한 (1 Hz 펄스의) 가중 함수  
예: 미터 시정수는 100 ms

#### C.4 자동 및 반자동 측정을 위해 권장되는 절차

매우 간헐성이거나, 불안정하거나 또는 표동성인 협대역 방해를 방출하지 않는 피시험기기를 측정할 때 예를 들면, 100 Hz 의 영상필터 대역폭을 사용하여 즉, 사전측정 동안에 아주 짧은 평균시간을 사용하여, 평균값 검파기로 측정할 것을 권장한다. 방출레벨이 평균 허용기준에 근접하는 것으로 파악되는 주파수들에서는, 보다 낮은 영상필터 대역폭을 사용하여 즉, 보다 긴 평균시간을 사용하여 최종 측정을 수행할 것을 권장한다. (사전측정/최종측정 절차에 대해서는, 이 시험방법의 8을 참조한다.)

매우 간헐성이거나, 불안정하거나 또는 표동성인 협대역 방해에 대해서는, 수동 측정이 보다 좋은 해결방안이 된다.

## 부록 D

## (정보)

## 적합성 시험에 적용되는 진폭확률분포(APD) 측정법의 설명

적합성 시험에 진폭확률분포 측정을 적용하는 경우에, 다음 두 가지 측정법 중의 하나가 사용된다. 그림 D.1 과 D.2 는 방해레벨의 측정(즉, 방법 1, 7.6.6.3.2 참조)과 확률의 측정(즉, 방법 2, 7.6.6.3.3 참조) 각각을 포함하여 진폭확률분포 측정법의 특징을 설명하고 있다.

최대 홀드 모드와 침두값 검파를 사용하여 얻은 예비측정 결과가 어떤 주파수에서 YY dB 로 규정된 진폭확률분포 허용기준을 초과하는 경우에(만약 2가지 진폭확률분포 허용기준을 적용한다면 보다 높은 허용기준을 사용하여야 함), 이때 확인된 이들 주파수에서 진폭확률분포 측정을 수행하여야 한다. YY dB 값은 해당 EMC 기준전문위원회에서 규정되어야 한다. (예를 들면, YY = 5, 10 등)

교란성 방해의 경우에, EMC 기준전문위원회는 진폭확률분포 측정을 수행해야 할 주파수 범위를  $XX (= \Delta f \times N)$  MHz 로 규정하여야 한다. 여기서,  $\Delta f$  는 주파수 스텝크기이며  $N$  는 주파수 개수이다. 주파수 범위는 제품의 특성에 따라 규정되어야 한다.

먼저,  $XX$  는 예비측정 결과로 구해진다. 이때  $\Delta f$  는 스펙트럼 분석기의 분해능 대역폭(RBW)(1 GHz 이상의 측정에서  $RBW = 1$  MHz)과 같아야 한다. 그러나 진폭확률분포 허용기준의 약 6 dB 이내의 값을 갖는 모든 주파수에서는 보다 작은 주파수 스텝크기로(즉,  $B_6/2$  로, 여기서  $B_6$  는 스펙트럼 분석기의 6 dB 대역폭임) 더 조사하여야 할 필요가 있을 수 있다. 1 GHz 이상의 측정을 위한 스펙트럼 분석기의 분해능 대역폭은 6 dB 대역폭  $B_6$  대신에 임펄스 대역폭  $B_{imp}$  로 정의된다.  $B_{imp}$  와  $B_6$  사이의 관계는 필터 유형에 따르며 일반화되지는 않는다. 만약  $B_{imp}$  를  $B_6$  로 근사화할 수 있으면, 1 GHz 이상의 측정의 경우에는 보다 작은 주파수 스텝크기  $B_6/2$  를  $B_{imp}/2$  로 권장한다.

마지막으로,  $N$  은  $XX$  와  $\Delta f$  값으로부터 구한다.

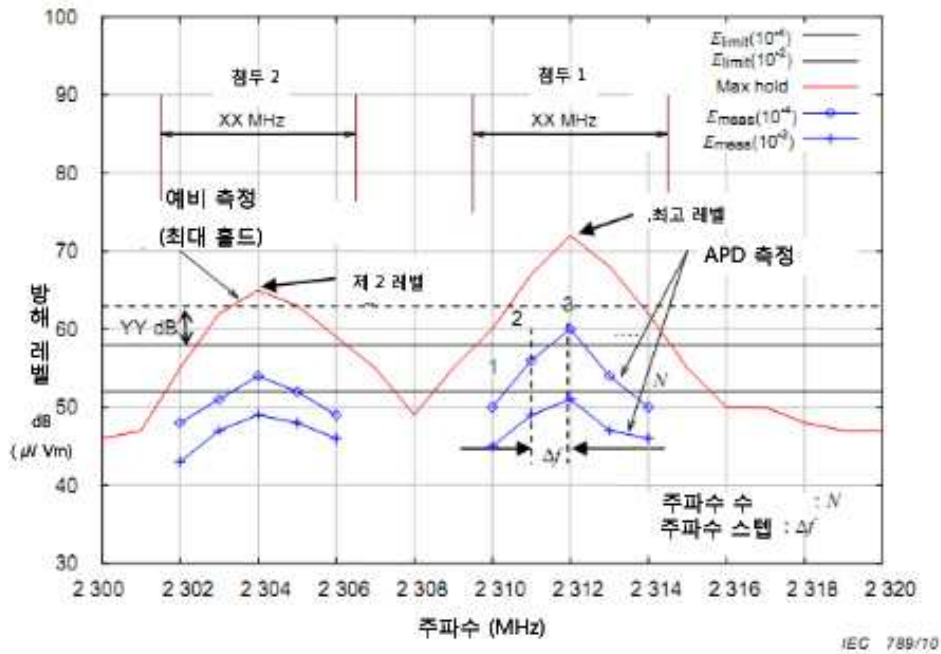


그림. D.1 교란성 방해에 대한 진폭확률분포 측정법 1의 예

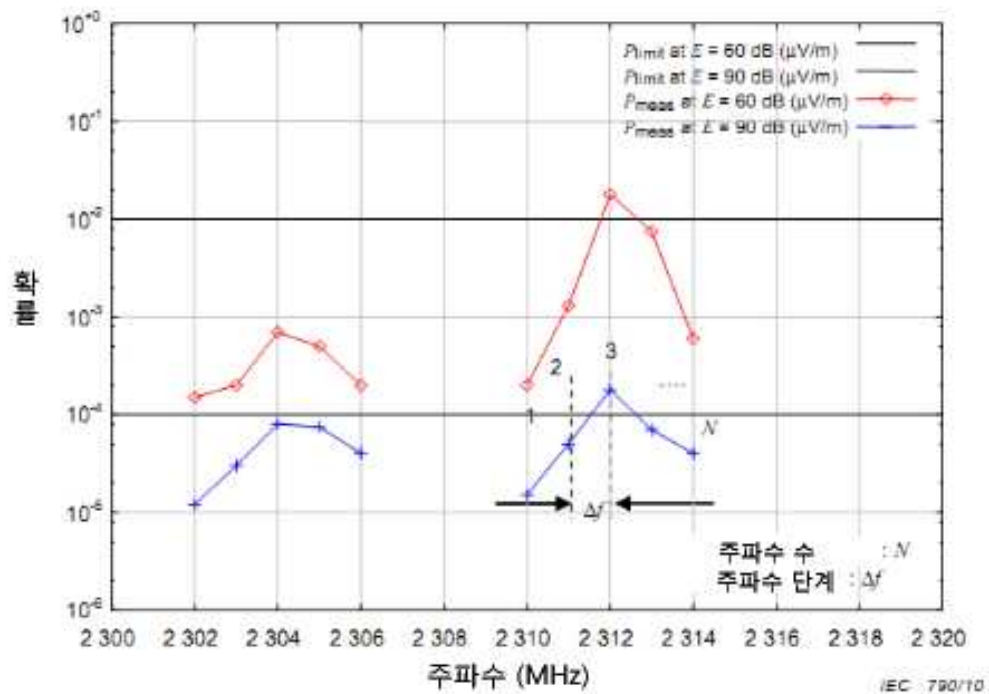


그림. D.2 교란성 방해에 대한 진폭확률분포 측정법 2의 예

## 부록 E

(규정)

## 적합성 시험을 위한 스펙트럼 분석기의 적절성 결정

스펙트럼 분석기 사용자는 제조자의 규격을 통해 혹은 측정하여, 스펙트럼 분석기가 사용 주파수 범위에서 20 Hz보다 큰 펄스 반복 주파수에 대한 준첨두 검파 요구규격을 충족하는지를 입증할 수 있어야 한다. KN 16-1-1, 6.5에서는 평균 검파기에 대한 펄스 응답을 요구하고 있다.

어떤 방출의 펄스 반복 주파수 측정은 항상 가능한 것이 아니기 때문에, 스펙트럼 분석기를 사용할 때는 준첨두 측정의 타당성을 검증하는 간단한 방법을 적용하여야 한다. 이 방법은 첨두 검파기와 준첨두 검파기로 얻은 측정 결과의 비교를 근거로 한다. 준첨두 가중 함수로부터 표 E.1에 나타난 진폭 차는 펄스 반복 주파수가 20 Hz인 신호의 측정 결과이다.

표 E.1 - 첨두 검파 신호와 준첨두 검파 신호의 최대 진폭 차

대역 A	대역 B	대역 C/D
7 dB	13 dB	21 dB

비교 측정은 준첨두 검파에 적용 가능한 허용기준과 가까운 진폭을 보이는 신호 주파수에서 실시하여야 한다. 첨두 검파 진폭과 준첨두 검파 진폭의 차이가 표 E.1의 값보다 작다면 준첨두 측정은 유효하며, 스펙트럼 분석기로 얻은 결과를 사용해 적합성을 입증할 수 있다. 진폭 차이가 표 E.1의 규정값보다 크다면, 준첨두 측정에는 스펙트럼 분석기 대신에 KN 16-1-1, 4.의 저-prf 요구규격을 완전히 충족하는 측정 수신기를 사용하여야 한다. 이 비교 측정에는 적절한 결과를 보장하기에 적합한 신호대 잡음비가 필요하다.