KC CISPR 16-2-3

(개정 : 2015-09-23)

CISPR Ed 3.1 2010-08

전기용품안전기준

Technical Regulations for Electrical and Telecommunication Products and Components

전기자기장해, 내성 측정장비 및 측정방법
제2부 : 전기자기 장해 및 내성 측정방법
제3절 : 방해 및 내성 측정방법 - 방사 방해 측정

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity Radiated disturbance measurements

KATS 국가기술표준원

http://www.kats.go.kr

목 차

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황 ····· 1
서문 ····· 2
1 적용범위 (Scope) ····· 3
2 인용 규격 (Normative references) ····· 3
3 용어 정의 (Terms and definitions) ····· 4
4 측정되는 방해의 종류 (Types of disturbance to be measured) ····· 8
4.1 일반 (General) ····· 8
4.2 방해의 종류 (Types of disturbance) ····· 8
4.3 검파기 기능 (Detector functions) ····· 9
5 측정 기기의 연결 (Connection of measuring equipment) ····· 9
6 일반적인 측정 요건 및 조건 (General measurement requirements and conditions) ····· 9
6.1 일반 (General) ····· 9
6.2 시험품에서 발생하지 않은 방해 (Disturbance not produced by the equipment under test) ····· 9
6.3 연속 방해 측정 (Measurement of continuous disturbance) ····· 10
6.4 시험품 작동 조건 (Operating conditions of the EUT) ····· 10
6.5 측정 결과 해석 (Interpretation of measuring results) ····· 11
6.6 연속 방해의 경우 측정 시간 및 주사 속도 (Measurement times and scan rates for continuous disturbance) ····· 11
7 복사성 방해의 측정 (Measurement of radiated disturbances) ····· 21
7.1 개요 (Introductory remarks) ····· 21
7.2 루프안테나 시스템 측정(9 kHz~30 MHz) (Loop-antenna system measurements (9 kHz to 30 MHz)) ····· 21
7.3 야외시험장 또는 반무반사실 측정(30 MHz~1 GHz) (Open-area test site or semi anechoic chamber measurements (30 MHz to 1 GHz)) ····· 23
7.4 완전 무반사실 측정(30 MHz~1 GHz) (Fully-anechoic room measurements (30 MHz to 1 GHz)) ····· 27
7.5 반무반사실에서 공통 시험 배치를 이용한 복사성 방출 측정 방법(30 MHz~1 GHz)과 복사성 내성 시험방법(80 MHz~1 GHz) (Radiated emission measurement method (30 MHz to 1 GHz) and radiated immunity test method (80 MHz to 1 GHz) with common test set-up in semi-anechoic chamber) ····· 32
7.6 완전 무반사실과 흡수체 부착 야외시험장/반무반향실(1 GHz~18 GHz) (Fully-anechoic room and absorber-lined OATS/SAC measurements (1 GHz to 18 GHz)) ····· 38
7.7 현장 측정 (9 kHz~18 GHz) (In situ measurements (9 kHz to 18 GHz)) ····· 46
7.8 대체 측정(30 MHz~18 GHz) (Substitution measurements (30 MHz to 18 GHz)) ···· 52
7.9 반향실 측정 (80 MHz~18 GHz) (Reverberation chamber measurements (80 MHz to 18 GHz)) ····· 54
7.10 TEM 도파관 측정 (30 MHz~18 GHz) (TEM waveguide measurements (30 MHz to 18 GHz)) ····· 54
8 방출 측정 (Automated measurement of emissions) ····· 54
8.1 서론-자동측정에 대한 주의사항 (Introduction - precautions for automated measurements) ····· 54
8.2 일반 측정 절차 (Generic measurement procedure) ····· 54
8.3 사전주사 측정 (Pre-scan measurements) ····· 55
8.4 데이터 축소 (Data reduction) ····· 57
8.5 방출 최대화 및 최종 측정 (Emission maximization and final measurement) ····· 57
8.6 사후처리 및 보고 (Post-processing and reporting) ····· 58
8.7 FFT 기반의 계측기를 이용한 방출 측정 전략 (Emission measurement strategies with FFT-based measuring instruments) ····· 58

부속서 A (Annex A) ····· 59
부속서 B (Annex B) ····· 73
부속서 C (Annex C) ····· 75
부속서 D (Annex D) ····· 79

부속서 E (Annex E) ····· 81
참고문헌 (Bibliography) ····· 82
KS C CISPR 16-2-3 : 2012 해설 ····· 83
해 설 1 ····· 84
해 설 2 ····· 85

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황

제정 기술표준원 고시 제2008-789호(2008.11.14) 개정 국가기술표준원 고시 제2014-0422호(2014. 9. 3) 개정 국가기술표준원 고시 제2015-383호(2015. 9. 23)

부 칙 (고시 제2015-383호, 2015.9.23)

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

전기용품안전기준

전기자기장해, 내성 측정장비 및 측정방법
제2부 : 전기자기 장해 및 내성 측정방법 - 제3절 : 방해 및 내성 측정방법 - 방사 방해 측정

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods
Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity
- Radiated disturbance measurements

이 안전기준은 2010년 8월 제3.1판으로 발행된 CISPR 16-2-3 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity - Radiated disturbance measurements를 기초로, 기술적 내용 및 대응 국제표준의 구성을 변경하지 않고 작성한 KS C CISPR 16-2-3(2012.05)을 인용 채택한다.

방해 및 내성 측정 장비와 측정방법에 대한 규정
– 제2-3부: 방해 및 내성 측정방법
– 복사성 방해 측정

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbance and immunity – Radiated disturbance measruements

1 적용범위

본 표준은 주파수 9 kHz - 18 GHz 범위에서 복사성 방해 현상을 측정하기 위한 방법을 규정한다.

비고 IEC Guide 107에 따라, KS C CISPR 16-2-3은 IEC의 제품 위원회들이 사용하기 위한 기초 EMC 발행물이다. Guide 107에 명시된 바와 같이, 제품 위원회들은 EMC 표준의 적용성을 결정할 책임이 있다. CISPR과 산하 소위원회들은 특정 제품을 위한 특정 전기자기 적합성 시험의 가치를 평가할 때 제품위원회들과 협력할 준비를 갖추고 있다.

2 인용 표준

아래 참조문서는 본 문서의 적용에 필수적이다. 연도 표시가 된 참조문서는 인용된 판본만 적용된다. 그렇지 않은 경우는 참조문서의 최신판(수정판 포함)이 적용된다.

KS C CISPR 14-1, 가정용 전기 기기, 전동 공구 및 유사 기기의 요구 조건 - 제1부: 방출

KS C CISPR 16-1-1, 전파 방해 및 내성 측정장비와 측정방법에 대한 규정 - 제1-1부 : 전파 방해 및 내성 측정 장비 - 측정 장비

KS C CISPR 16-1-2, 전파 방해 및 내성 측정장비와 측정방법에 대한 규정 - 제1-2부 : 전파 방해 및 내성 측정장비 – 보조기기 - 전도성 방해

KS C CISPR 16-1-4, 전파 방해 및 내성 측정장비와 측정방법에 대한 규정 - 제1-4부 : 전파 방해 및 내성 측정 장비 - 복사성 방해 측정을 위한 안테나와 시험장

KS C CISPR 16-2-1, 전파 방해 및 내성 측정장비와 측정방법에 대한 규정 - 제2-1부 : 방해 및 내성 측정 방법 - 전도성 방해 측정

KS C CISPR 16-4-1, 전파 방해 및 내성 측정장비와 측정방법에 대한 규정 - 제4-1부 : 불확도, 통계 및 한계값 모델링 - 표준화된 EMC 시험의 불확도

KS C CISPR 16-4-2, 전파 방해 및 내성 측정장비와 측정방법에 대한 규정 - 제4-2부 : 불확도, 통계 및 한계값 모델링 - EMC 측정에서의 불확도

KS C CISPR 16-4-5, 전파 방해 및 내성 측정장비와 측정방법에 대한 규정 - 제4-5부 : 불확도, 통계 및 한계값 모델링 - 대체 시험법의 사용 조건
KS C IEC 60050-161, 국제 전기기술 용어집 (IEV) - 제161장: 전기자기 적합성

KS C IEC 61000-4-3, 전기자기 적합성 (EMC) - 제 4-3부: 시험 및 측정 방법 - 복사, 무선주파수, 전자기장 내성시험

IEC 61000-4-20, 전기자기 적합성 (EMC) - 제4-20부: 시험 및 측정 방법 - 횡방향 전기자기(TEM) 도파관에서 방출 및 내성 시험

3 용어 정의

본 표준의 목적을 위하여 아래의 정의와 IEC 60050(161)의 정의가 적용된다.

3.1
흡수체 부착 야외시험장/반무반사실 (absorber-lined OATS/SAC)
접지면이 부분적으로 RF에너지 흡수체로 덮인 야외시험장 또는 반무반사실

3.2
보조 기기 (ancillary equipment)
측정 수신기 또는 (시험) 신호 발생기에 연결되고 시험품과 측정 또는 시험 기기기 사이에서 신호 전달에 사용되는 변환기 (예: 전류 및 전압 프로브, 의사회로망)

3.3
안테나 빔 (antenna beam)
시험품을 향하는 수신 안테나 (보통은 최대 감도 또는 최저 안테나 인자를 갖는 방향)의 안테나 패턴 (이득 패턴)의 주 로브(lobe)

3.4
안테나 빔 폭 (antenna beam width)
주 로브의 최대 전력을 기준할 때 안테나 빔의 주 로브의 반전력 (3 dB) 지점 간 각도. 이것은 안테나의 H면 또는 E면에 대하여 표현될 수 있다.

비고 안테나 빔 폭은 도(°)로 표현한다.

3.5
관련기기 (associated equipment)
AE
시험되는 시스템의 일부는 아니지만 시험품 실행을 돕기 위해 필요한 기구.

3.6
부대 기기 (auxiliary equipment)
AuxEq
시험되는 시스템의 일부가 아닌 말단 기기

3.7
기본 표준 (basic standard)
넓은 적용 범위를 갖거나 특정 분야에 대한 일반 조항을 포함하는 표준.

비고 기본 표준은 직접 적용하기 위한 표준으로서 또는 다른 표준들의 기초로서 기능할 수 있다.

[ISO/IEC Guide 2, 정의 5.1]

3.8
동축 케이블 (coaxial cable)
하나 이상의 동축선을 포함하는 케이블이며, 대개 지정된 특성 임피던스와 최대 허용 케이블 전달 임피던스가 공급하는 측정기기 또는 (시험) 신호발생기와 관련한 장비의 정합연결에 사용된다.

3.9
공통모드 흡수장치 (common-mode absorption device)
CMAD
적합성 불확도를 줄이기 위하여 복사성 방출 측정에서 시험 부피를 나가는 케이블에 사용될 수 있는

장치.

[CISPR 16-1-4, 3.1.4]

3.10
적합성 평가 (conformity assessment)
제품, 공정, 시스템, 사람 또는 신체에 관한 규정 요건이 충족된다는 것을 입증하는 것.

비고 적합성 평가 대상분야는 시험, 검사 및 인증 같은 IEC/IEC 17000에 정의된 활동뿐 아니라 적합성 평가기관의 인가도 포함한다.

[ISO/IEC 17000, 2.1, 수정됨]

3.11
연속 방해 (continuous disturbance)
측정수신기는 IF(중간주파수) 출력에서 지속시간이 200 ms 이상인 RF 방해로서 즉시 감소하지 않는 준첨두값 검파 모드에서 측정수신기의 계기에 편향을 일으킨다.

[IEC 60050-161, 161-02-11, 수정됨]

3.12
(전기자기)방출 ((electromagnetic) emission)
발생원으로부터 전기자기 에너지가 발산되는 현상

[IEC 60050-161, 161-01-08]

3.13
방출 한계값(방해 발생원으로부터) (emisson limit)
전자파 장해 발생원의 지정된 최대 방출 수준

[IEC 60050-161, 161-03-12]

3.14
시험품 (equipment under test)
EUT
전기자기(방출) 적합성 평가를 받는 기기 (장치, 전기용품 및 시스템)

3.15
완전 무반사실 (fully-anechoic room)
FAR
관심 주파수 범위의 전기자기 에너지를 흡수하는 RF 에너지 흡수체 (즉, RF 흡수체)를 부착된 내부 표면을 가진 차단실.

3.16
루프 안테나 시스템 (loop antenna system)
LAS
3개의 루프의 중심에 위치한 시험품의 직교하는 자기 다이폴 모멘트 3개를 측정하기 위해 사용되는 직교방향 루프 안테나 3개로 구성된 안테나 시스템.

3.17
측정 시간, 주사 및 소인 시간

3.17.1
측정 시간 (measurement time)
T_m
단일주파수에서 측정결과를 위한 유효한 가간섭성(코히어런트) 시간 (어떤 영역에서는

체재시간이라고도 일컬어짐)

- 첨두값 검파기에 대해서는, 최대 신호 포락선의 첨두값을 검출하기 위한 유효시간
- 준첨두값 검파기에 대해서는, 가중된 포락선의 첨두값을 측정하기 위한 유효시간
- 평균값 검파기에 대해서는, 신호 포락선을 평균하기 위한 유효시간
- r.m.s. 검파기에 대해서는, 신호 포락선의 r.m.s.를 결정하기 위한 유효시간

3.17.2
주사 (scan)
주어진 주파수 범위를 넘어선 연속적 주파수나 단계적 주파수의 변화

3.17.3
스팬 (span)
Δf
소인 또는 주사의 시작주파수와 정지주파수 사이의 차이

3.17.4
소인 (sweep)
주어진 주파수 범위를 넘어선 연속 주파수의 변화

3.17.5
소인 또는 주사율 (sweep or scan rate)
소인이나 주사 시간에 의해 분할된 주파수 범위

3.17.6
소인 시간 또는 주사 시간 (sweep or scan time)
T_S
소인 또는 주사의 시작 주파수와 정지 주파수 사이의 시간

3.17.7
관측 시간 (observation time)
T_O
소인이 여럿인 경우 특정 주파수에서 측정 시간 T_m 의 합. 소인 또는 주사의 수가 n이라면
$T_O = n \times T_m$

3.17.8
총 관측 시간 (total observation time)
T_{tot}
스펙트럼(단일 또는 다중 소인)의 개관을 위한 유효시간. 주사 또는 소인 내의 채널 수가 c 라면
$T_{tot} = c \times n \times T_m$

3.18
측정 수신기 (measuring receiver)
KS C CISPR 16-1-1에 부합하고, 사전선택이 있거나 없는, 동조 전압계, EMI 수신기, 스펙트럼 분석기 또는 FFT 기반의 계측기 등의 기기

3.19
단위 시간 당 소인 수(예: 초 당) (number of sweeps per time unit)
n_s
1/(소인 시간 + 귀선시간)

3.20
야외시험장 (open area test site)
OATS
제품의 복사성 방출 시험에 사용되는 지정 주파수범위에서 반자유공간 환경을 모의하여 전기자기장 측정에 사용되는 시설. 야외시험장은 전형적으로 노천에서 옥외에 위치하고, 전도성 접지면을 갖는다.

3.21
제품 표준 (product standard)
제품 또는 제품군이 목적에 적합함을 증명하기 위해 충족해야 하는 요건들을 명시한 표준.

비고 1 제품 표준은 목적 적합성 요건 외에도, 용어, 샘플링, 시험, 포장 및 라벨링 같은 측면들을 직접적으로 또는 참조에 의해 포함할 수 있고 때로는 가공 요건도 포함할 수 있다.

비고 2 제품 표준은 필요한 요건의 전부를 명시하는가 일부만 명시하는가에 따라 완전하거나 그렇지 않을 수 있다. 이런 측면에서, 치수 표준, 재료 표준, 기술제공 표준 같은 표준들을 구분할 수 있다.

[ISO/IEC Guide 2, 정의 5.4]

3.22
반무반사실 (semi-anechoic chamber)
SAC
여섯 면 중 다섯 면은 관심 주파수 범위의 전기자기 에너지를 흡수하는 RF에너지 흡수체료 (즉, RF 흡수체)로 라이닝 되어 있고 바닥 수평면은 야외시험장 시험 세트와 함께 사용하기 위한 전도성 접지면으로 되어 있는 차단된 함체.

3.23
시험 구성 (test configuration)
시험품의 방출수준 측정을 위해 지정된 배치를 함.

3.24
가중 (예: 임펄스 방해의 가중) (weighting)
첨두값 검파 임펄스 전압레벨을 무선수신 장해 효과에 대응하는 지시값으로 펄스 반복 주파수(PRF) 의존적으로 변환하는 것 (대개는 감소).

비고 3 아날로그 수신기의 경우, 장해의 정신물리학적 불쾌감은 주관적 양이다 (청각적 또는 시각적이고, 보통은 음성 텍스트를 잘못 이해하는 횟수가 특정하지 않다).

비고 4 디지털 수신기의 경우, 장해효과는 다른 객관적이고 재현성 있는 파라미터로 완벽한 에러보정이 가능한 결정적인 비트 에러율(BER) 또는 비트 에러확률(BEP)로 정의될 수 있는 객관적 양이다.

3.24.1
가중 방해 측정 (weighted disturbance measurement)
가중 검파기를 사용하는 방해 측정.

3.24.2
가중 특성 (weighting characteristic)
특정 무선통신시스템에 미치는 일정한 효과에 대하여 PRF의 함수로서 피크 전압 레벨. 즉, 방해는 무선통신시스템 자체에 의하여 가중된다.

3.24.3
가중 검파기 (weighting detector)
합의된 가중 기능을 제공하는 검파기

3.24.4
가중 인자 (weighting factor)
기준 PRF에 관한 또는 피크 값에 관한 가중함수의 값

비고 가중인자는 dB로 표현한다.

3.24.5
가중 함수 (weighting function)
가중 곡선 (weighting curve)
가중 검파기를 가진 측정 수신기의 레벨을 일정하게 나타내기 위한 입력 피크전압 레벨과 PRF 사이의 관계, 즉 반복 펄스에 대한 측정 수신기의 응답 곡선.

3.25
측정 (measurement)
합리적으로 어떤 양의 속성일 수 있는 양 값을 실험에서 하나 이상 획득하는 과정

[ISO/IEC Guide 99의 2.1] [8][1)]

3.26
시험 (test)
지정 절차에 따라, 주어진 제품, 공정 또는 서비스의 하나 이상의 특징을 판정하는 것으로 구성된 기술작업.

비고 시험은 어떤 품목에 일단의 환경 및 작동 조건 및/또는 요건을 적용함으로써 그 품목의 특징 또는 특성을 측정하거나 분류하기 위해 수행된다.

[IEC 60050-151:2001, 151-16-13][9]

4 측정되는 방해의 종류

4.1 일반

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

4.2 방해의 종류

전파 방해 평가 및 측정 중의 분광분포, 측정수신기 대역폭, 지속기간, 발생비율 및 자극 정도에 따른 신체적 및 정신물리학적인 이유로, 방해의 유형을 아래와 같이 구별한다.

a) **협대역 연속 방해** - 이산 주파수 상의 방해. 예를 들면, ISM 장비로 RF 에너지를 의도적으로 가하여 발생되는 기본파와 고조파처럼, 분리하여 측정될 경우, 아래 b)와 달리, 유일하게 하나의 선만 대역폭에 들어갈 정도로 측정 수신기의 대역폭보다 큰 개별 스펙트럼선들만으로 구성되는 일종의 주파수 스펙트럼이다.

b) **광대역 연속 방해** - 예를 들어, 정류자 모터의 반복되는 충격에 의해 대개 우발적으로 생성되며 측정수신기의 대역폭보다 낮아 측정 중에 하나 이상의 스펙트럼선이 대역폭에 들어갈 수 있는 어떤 반복 주파수를 포함한다.

c) **광대역 불연속 방해** - 또한 예를 들어, 반복률이 1 Hz (30/min 클릭률) 미만인 서모스탯이나 프로그램제어에 의한 기계적 또는 전자적 개폐과정에 우발적으로 생성된다.

b)와 c)의 주파수 스펙트럼은 개별(단일) 충격의 경우 연속 스펙트럼이 되며 반복적인 충격의 경우 불연속 스펙트럼이 되는 특징이 있다. 또 두 스펙트럼은 모두 KS C CISPR 16-1-1에 기술된 측정

---

1) 각괄호 안의 숫자는 참고문헌 번호이다.
'정신물리학적'은 물리적 자극과 감각적 반응 간의 관계를 의미한다.

수신기의 대역폭보다 넓은 주파수 범위를 지니는 특징이 있다.

4.3 검파기 기능

방해는 그 유형에 따라 다음 검파기를 갖춘 측정수신기를 사용하여 측정될 수 있다.

a) 협대역 방해 및 신호 측정에서 일반적으로 사용되는 보통의 검파기. 이는 특히 협대역 및 광대역 방해를 구별하기 위해 사용한다.

b) 라디오 청취자에 대한 소리 방해 정도를 평가하기 위한 광대역 방해 가중 측정을 위해 제공되나 협대역 방해 측정용으로 사용되기도 하는 준첨두값 검파기

c) 디지털 무선통신 서비스에 대한 임펄스 방해의 영향을 평가하기 위해 광대역 방해의 가중 평가용으로 제공되지만 협대역 방해에도 사용 가능한 rms 평균값 검파기.

d) 광대역 또는 협대역 방해 측정용으로 사용될 수 있는 첨두값 검파기

이러한 검파기들을 포함하는 측정 수신기는 KS C CISPR 16-1-1에 기술된다.

5 측정기기의 연결

측정기기, 측정 수신기 그리고 안테나 같은 보조기기의 연결에 관하여: 측정 수신기와 보조기기를 연결하는 케이블은 차폐되어야 하며 그 케이블의 특성 임피던스는 측정 수신기의 입력 임피던스와 정합이 되어야 한다. 보조기기의 출력은 규정된 임피던스로 종단되어야 한다.

6 일반적인 측정 요건 및 조건

6.1 일반

전파 방해 측정을 위해서는 다음 조건들을 충족시켜야 한다.

• **재현 가능할 것.** 즉, 측정 위치와 환경 조건, 특히 주위잡음에 상관 없이 재현 가능해야 한다.

• **상호작용이 없을 것.** 즉, 측정기기와 시험품의 연결로 시험품의 기능이나 측정기기의 정확도가 영향을 받아서는 안 된다.

이러한 요건은 다음 조건을 준수함으로써 충족될 수 있다.

a) 이상적인 측정 레벨에서의 충분한 신호 대 노이즈 비율의 존재. (예: 해당 방해한계 레벨)

b) 정의된 측정 배치, 시험품의 종료 및 작동 조건을 가짐;

6.2 시험품에서 발생하지 않은 방해

6.2.1 일반

배경 노이즈와 관련한 측정신호 대 노이즈 비는 다음 요건을 충족시켜야 한다. 배경 노이즈 수준이 요구수준을 능가하는 경우, 시험 보고서에 기록해야 한다.

6.2.2 적합성 (적합성 평가) 시험

시험장에서는 배경 노이즈와 시험품으로부터의 방출이 구별되어야 한다. 배경 노이즈 수준은 20 dB이 좋으나 요구 측정 수준보다 적어도 6 dB는 낮아야 한다. 6 dB 조건의 경우 시험품으로부터의 겉보기 방해 수준은 3.5 dB까지만큼 증가한다. 요구되는 주변 수준에 대한 장소 적합성은 시험장비를 제 위치에 두되 작동시키지 않은 상태에서 배경 노이즈를 측정하여 결정할 수 있다.

허용한계에 따른 적합성 측정의 경우, 배경 노이즈와 발생원 방출을 합한 수준이 지정된 한계를 초과하지 않으면 배경 노이즈 수준은 표준 -6 dB 수준을 초과해도 좋다. 그때 시험품은 한계를 만족시키는 것으로 간주된다. 다른 조처 또한 취할 수 있다. 예를 들면, 협대역 신호에 대한 대역폭을 줄이거나 안테나를 시험품에 더욱 근접시키는 것이다.

비고 주변 장의 세기와 주변 및 시험품 장의 세기를 별도로 측정하는 경우 시험품 장의 세기를 계량 가능한 불확도까지 추산하는 것이 가능할 수도 있다. 이 점에 대해서는 KS C CISPR 11의 **부속서서 C**를 참조한다.

6.3 연속 방해 측정

6.3.1 협대역 연속 방해

수신기는 조사 중인 이산 주파수에 맞추고 주파수 변동이 있으면 원상 복귀시킨다.

6.3.2 광대역 연속 방해

안정적이지 못한 수준의 광대역 연속 방해 평가를 위해서 최대 재현 가능한 측정 값을 찾아야 한다. 자세한 내용은 6.5.1을 참조한다.

6.3.3 스펙트럼 분석기 및 주사 수신기 사용

스펙트럼 분석기 및 주사 수신기는 방해 측정에 유용하며 특히 측정 시간을 줄이는 데 좋다. 그렇지만 이런 기기들의 특성에 특별한 관심을 기울여야 한다. 그러한 특성에는 과부하, 선형성, 선택성, 펄스에 대한 정상적인 응답, 주파수 주사 속도, 신호 인터셉션, 감도, 진폭 정확도, 그리고 첨두값, 평균값 및 준첨두값 검파가 있다. 이런 특성에 관해 **부속서 B**를 참조.

6.4 시험품 작동 조건

시험품은 다음 조건에서 작동 시켜야 한다.

6.4.1 정상 부하 조건

정상부하 조건은 시험품과 관련된 제품 규격에 따르며 그렇지 않은 경우에는 제조자의 설명서에 따른다.

6.4.2 작동 시간

정격 작동 시간이 주어진 시험품의 경우, 작동 시간은 표시에 따르고 그렇지 않은 경우에는 시간 제한이 없다.

6.4.3 장비 길들이기 시간

시험 전 장비 길들이기(running-in) 시간이 지정되지는 않지만 시험품을 충분한 시간 동안 작동시켜 장비의 수명기간 동안의 표본적인 운전상태와 모드가 시험 중에 나오게 보장한다. 일부 시험품의 경우, 관련 장비 출판물에 특수시험조건이 지정되는 경우도 있다.

6.4.4 전원 공급

시험품은 시험품 정격전압과 같은 전원으로 작동되어야 한다. 방해 수준이 공급전압에 따라 상당한 차이를 보인다면, 정격 전압의 0.9에서 1.1배 범위에 이르는 공급 전압에 대해 반복 측정하여야 한다. 정격전압이 둘 이상인 시험품은 최대 방해를 야기하는 정격 전압에서 시험하여야 한다.

6.4.5 운용모드

시험품은 측정 주파수에서 최대 방해를 야기하는 실제 조건하에서 작동되어야 한다.

6.5 측정 결과 해석

6.5.1 연속 방해

a) 방해 수준이 안정적이지 않은 경우, 측정 때마다 측정 수신기상의 지시값을 최소 15초 동안 관찰하여, 무시해야 할 분리된 모든 클릭을 제외하고, 최고 지시값을 기록한다. KS C CISPR 14-1의 4.2 참조).

b) 일반적인 방해 수준이 안정적이지는 않지만 15초 동안 2 dB 이상의 연속적인 등락을 보인다면, 방해 전압 수준을 그 이상의 기간 동안 관찰하여야 하며 그 수준은 아래와 같은 시험품 정상 사용조건에 적합하게 해석하여야 한다.

1) 시험품이 스위치를 자주 켰다 껐다 할 수 있는 것이거나 그 회전 방향을 바꿀 수 있는 것일 경우, 각각의 측정 주파수에서 측정 직전마다 시험품의 스위치를 켜거나 회전방향을 바꾸며 측정 직후마다 스위치를 끈다. 각 측정 주파수에서 처음 1분간 얻은 최대 수준을 기록한다.

2) 시험품이 정상적인 용도로 비교적 장시간 작동되는 것이라면 전체 시험기간 동안 스위치를 켜 둔 채로 유지하며 각 주파수에서 (위의 a)이 얻어진 규정에 따라) 지시값이 안정된 후이라야만 방해 수준을 기록한다.

c) 시험품으로부터의 방해 패턴이 시험 전체에 걸쳐 안정된 특성에서 임의적인 특성으로 변할 경우 해당 시험품은 위의 b)에 적합하게 시험한다.

d) 스펙트럼 전체에 걸쳐 측정하여, 적어도 최대 지시값이 나오는 주파수에서 그리고 관련 CISPR 출판물이 요구하는 주파수에서 측정치를 기록한다.

6.5.2 불연속 방해

현재로서는 복사성 불연속 방해의 측정에 대한 요건은 없다.

6.5.3 방해 지속 시간 측정

방해를 정확히 측정하고 그것이 불연속인지 판정하기 위해서는 방해 지속시간을 알아야 한다. 방해 지속시간은 다음 중 하나의 방식으로 측정할 수 있다.

- 시간 영역에서 방해를 모니터링 할 수 있도록 오실로스코프를 측정 수신기의 IF 출력에 연결
- 시간 영역에서 방해를 모니터링 할 수 있도록 주파수 스캐닝 없이 (즉, 제로 스팬(zero-span) 모니터모드에서) EMI 수신기 또는 스펙트럼 분석기를 방해 주파수에 동조
- FFT 기반의 측정 수신기의 시간영역 출력을 사용.

적절한 측정 시간을 결정하기 위한 지침은 8.3에서 찾을 수 있다.

6.6 연속 방해의 경우 측정 시간 및 주사 속도

6.6.1 일반

수동 측정과 자동 또는 반자동 측정의 경우에 모두, 측정 시간, 측정 주사속도 및 주사 수신기는 최대 방출을 측정할 수 있게 설정되어야 한다. 특히 사전주사를 위해 첨두값 검파기를 사용하는 경우 측정 시간과 주사속도는 시험중인 방출의 타이밍을 고려해야 한다. 자동 측정 실행에 관한 더욱 자세한 지침은 8.에 나와 있다.

6.6.2 최소 측정 시간

최소 측정 (체제) 시간은 **표 7**에 나와 있다. **표 1**에 있는 주사 수신기와 FFT 기반의 계측기를 위한 최소 측정(체제) 시간과 **표 2**에 있는 스펙트럼 분석기를 위한 주사 시간은 CW 신호에 적용된다. **표 1**에 있는 전체 CISPR 대역에서 측정을 위한 최소 주사 시간은 **표 7**로부터 유도되었다.

표 1 – 첨두 및 준첨두값 검파기를 갖춘 3개 CISPR 대역의 최소 주사 시간

주파수대역		첨두값 검파를 위한 주사 시간 T_s	준첨두값 검파를 위한 주사 시간 T_s
A	9 kHz~150 kHz	14.1 s	2 820 초=47분
B	0.15 MHz~30 MHz	2.985 s	5 970초=99.5 분= 1시간 39분
C 및 D	30 MHz~1 000 MHz	0.97 s	19 400초=323.3분=5시간 23분

표 1의 주사 시간은 CW 신호에 대해 적용된다. 방해 형태에 따라 (심지어 준첨두값 측정의 경우에도) 주사 시간을 늘려야 하는 수도 있다. 극단적인 경우에 관찰된 방출 수준이 안정적이지 않다면 특정 주파수에서 측정 시간 T_m을 15초로 늘려야 할 수도 있다 (**6.5.1** 참조). 그러나 분리된 클릭의 경우는 배제된다.

평균값 검파기와 함께 사용할 주사속도와 측정 시간은 **부속서 C**에 나와 있다.

대부분의 제품표준은 적합성 측정용으로 준첨두값 검파를 요구하는데 이것은 시간절약 절차가 적용되지 않는 경우 시간이 상당히 많이 걸릴 수 있다(**8.** 참조). 시간 절약이 가능한 절차를 적용하기 위해서는 사전 주사로 방출을 검파하여야 한다. 자동 주사 동안, 예를 들어, 단속적인 신호를 간과하지 않도록 하기 위해 **6.6.3**~**6.6.5**의 고려사항들도 고려되어야 한다.

6.6.3 주사 수신기와 스펙트럼 분석기에 대한 주사 속도

주파수 스팬에 걸쳐 자동 주사하는 중에 신호가 빠지지 않도록 보증하기 위해 두 가지 조건 중 하나를 충족시킬 필요가 있다.

• **단일 소인의 경우**: 각 주파수에서 측정 시간은 단속적 신호를 위한 펄스 사이의 시간간격보다 길어야 한다.

• **최대홀드를 가진 다중 소인의 경우**: 각 주파수에서 관측시간은 단속적 신호를 인터셉트하기에 충분한 시간이어야 한다.

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

주어진 계측기 설정에 기초하고 첨두값 검파를 이용하여 스펙트럼 분석기 또는 주사 EMI 수신기로 측정을 위한 최소 소인 시간을 결정할 때, 두 가지 서로 다른 경우를 구별해야 한다. 영상대역폭이 분해능대역폭보다 넓게 선택될 경우, 아래 식을 이용하여 최소 소인 시간을 계산할 수 있다.

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

여기서,

$T_{s\,min}$ 는 최소 소인 시간

Δf 는 주파수 스팬

B_{res} 는 분해능대역폭

k 는 비례 상수. 분해능필터 형태와 관련된다. 동기화 근접가우스 필터(near-Gaussian filter)의 경우 이 상수는 2와 3사이의 값으로 추정된다. 거의 직사각형의 엇갈리게 동조된 필터의 경우, k는 10과15 사이이다.

영상대역폭을 분해능대역폭 이하로 선택할 경우 아래 식을 이용하여 최소 소인 시간을 계산할 수 있다.

$$\mathrm{T}_{\mathrm{s\ min}} = k \times \frac{\Delta f}{B_{res} B_{bideo}} \tag{2}$$

여기서, B_{video} 는 영상대역폭

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

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

6.6.4 단계 수신기의 주사 시간

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

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

$$T_{s\min} = T_{m\min} \frac{\Delta f}{B_{res} \times 0.5} \tag{3}$$

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

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

광대역 방출만의 경우, 주파수 단계 크기를 늘릴 수도 있다. 그럴 경우, 방출 스펙트럼만의 최대값을 구하는 것이 목적이다.

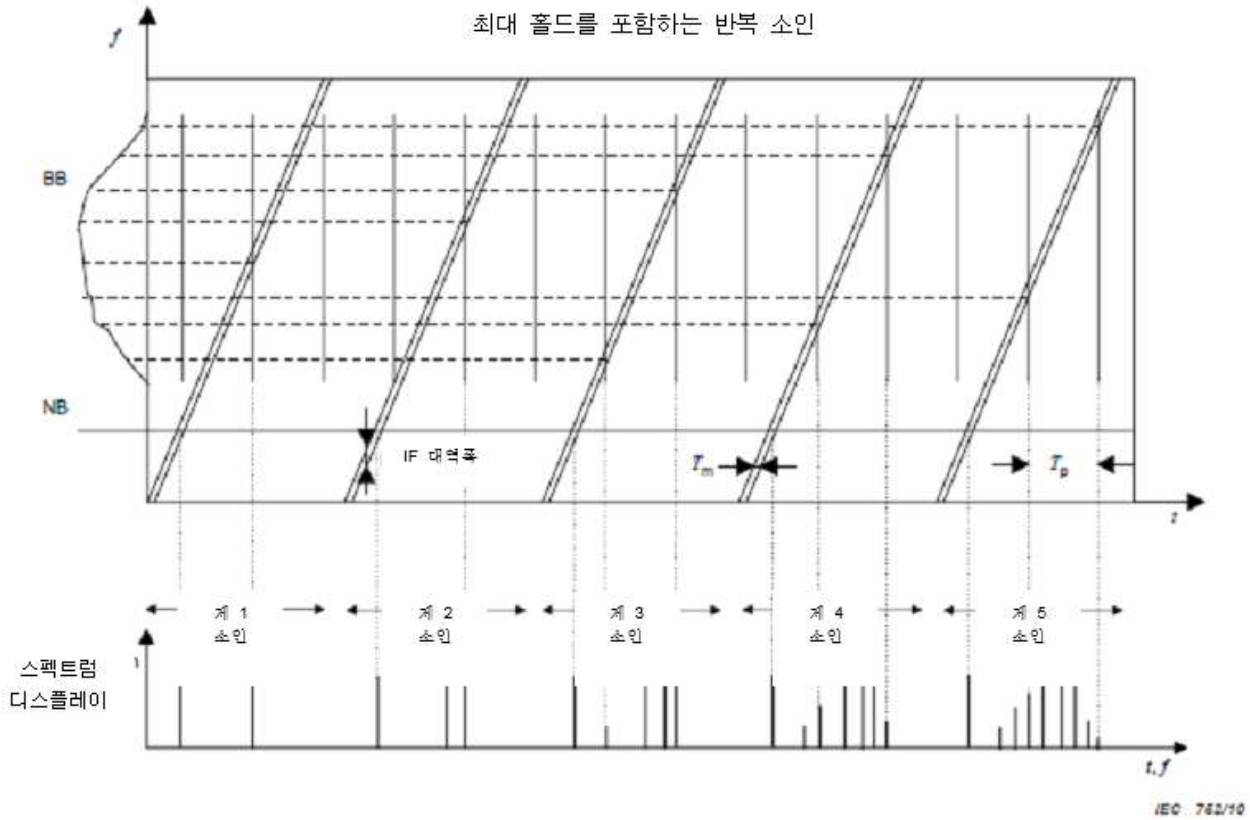
6.6.5 첨두값 검파기를 이용해 스펙트럼 개관을 얻는 전략

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

- 계단형 주사: 각 주파수에서 신호 첨두를 측정할 만큼 측정(체류)시간이 충분히 길어야 한다. 이를테면 충격성 신호의 경우 측정(체류)시간은 신호의 반복 주파수의 역수보다 길어야 한다.

- 소인 주사: 측정 시간은 단속적 신호(단일 소인) 사이의 간격보다 커야 하며 신호 인터셉션 가능성을 높이기 위하여 관측시간 동안 주파수 주사 수를 최대화해야 한다.

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

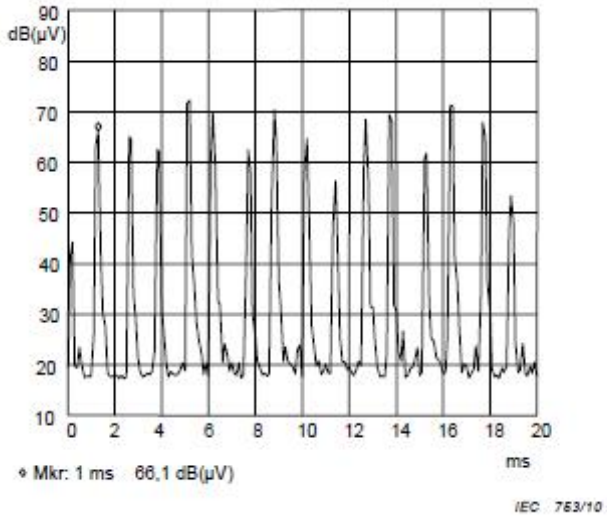


T_O 는 충격성 신호의 펄스-반복 시간 간격이다. 스펙트럼 대 시간 디스플레이(그림의 상부)의 각 수직선에서 펄스가 발생한다.

그림 1 – 최대 홀드 포함 다중소인을 사용하는 CW 신호("NB")와 충격성 신호("BB")의 결합 측정

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

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

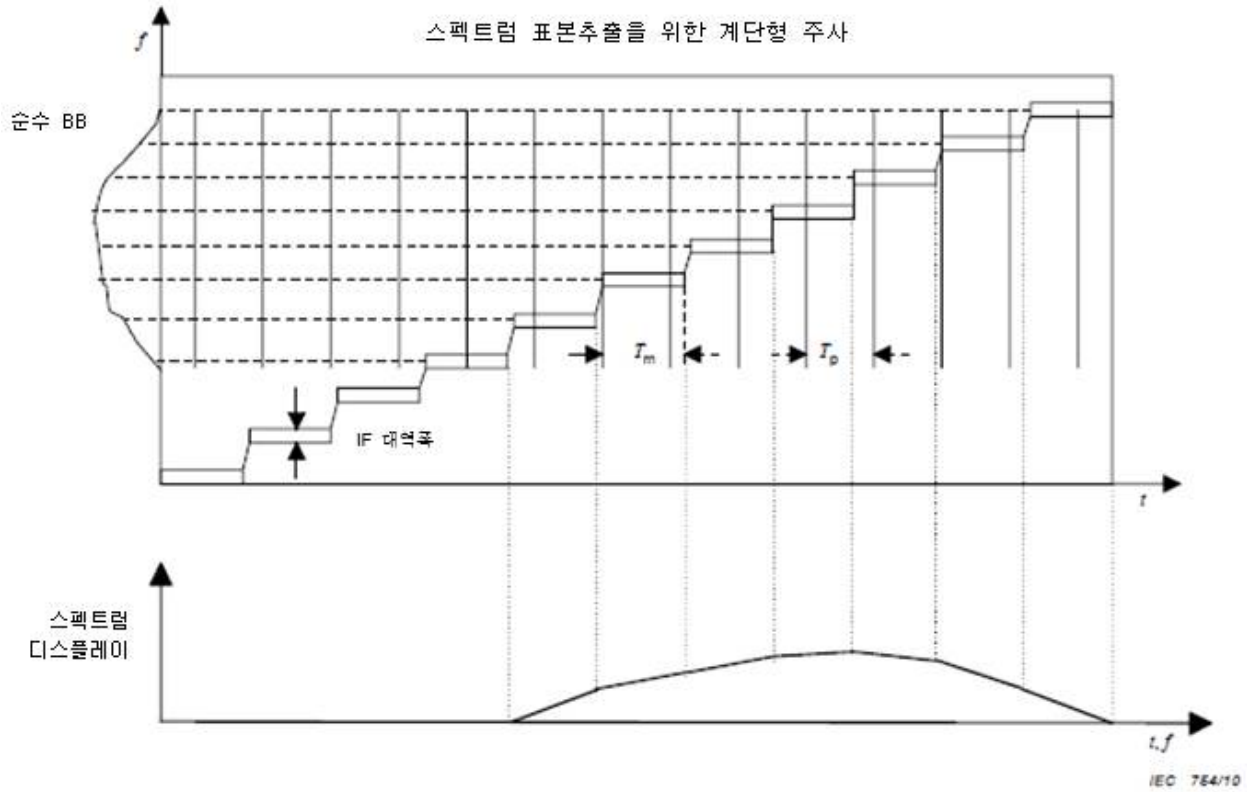


비고 DC 집전자 모터에서 발생하는 방해: 집전자 세그먼트의 수 때문에 펄스 반복 주파수는 높고(대략 800 Hz) 펄스 진폭은 매우 심하게 다양하게 변동한다. 그러므로 이 경우 첨두값 검파기의 권장 측정(체류)시간은 10 ms보다 크다.

그림 2 – 타이밍 분석의 예

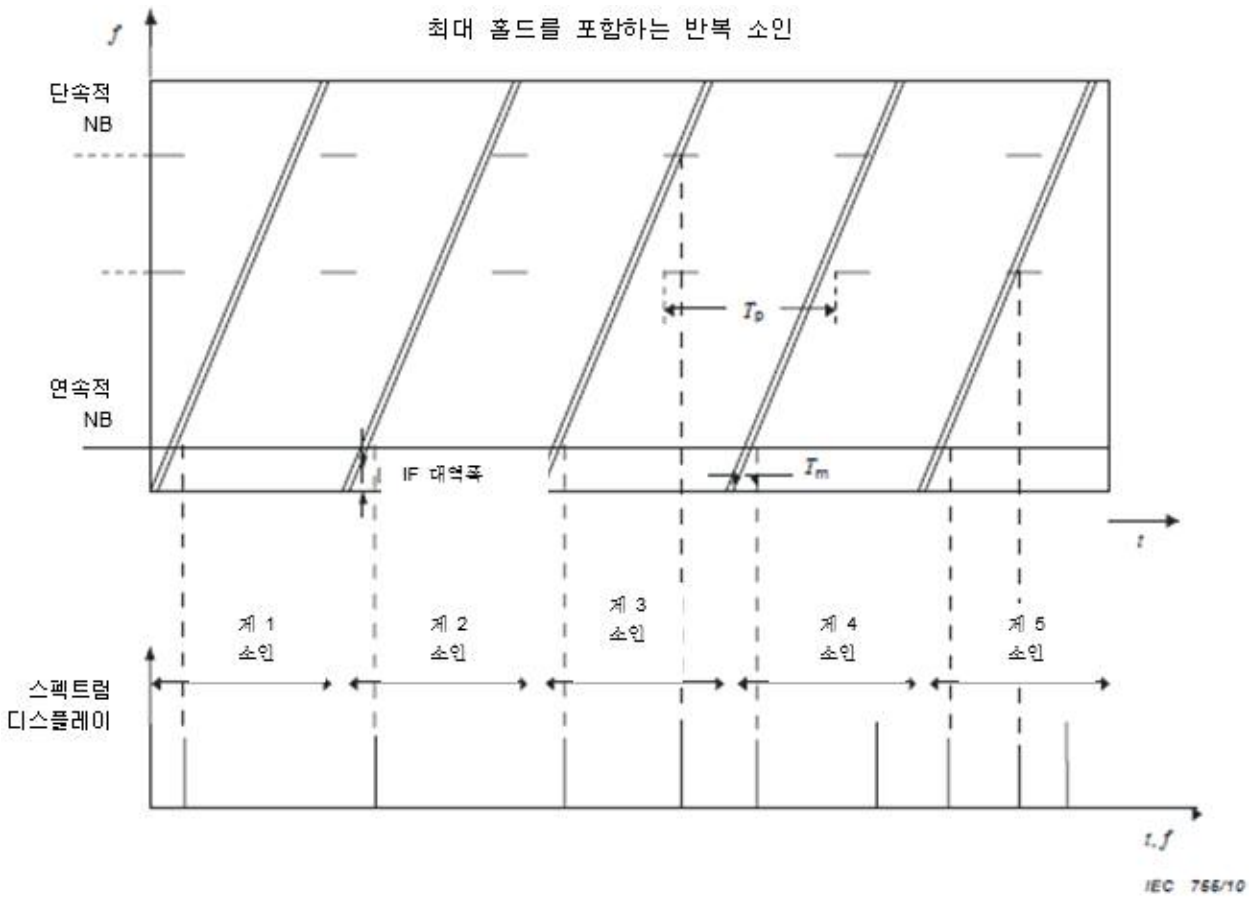
이러한 방식으로 지속 기간과 펄스 반복 주파수를 측정할 수 있으며 거기에 따라 주사속도나 체류시간을 선택할 수 있다.

- 연속 비변조 협대역 방해의 경우, 선택된 계측기 설정에서 가장 빠른 주사 시간을 이용할 수 있다.
- 순수 연속 광대역 방해의 경우(예: 점화 모터, 아크 용접 장비 및 집전자 모터에서 발생), 방출 스펙트럼의 표본추출에 대한 계단형 주사(첨두 또는 준첨두값 검파기로) 사용이 가능하다. 이런 경우 방해 유형을 알면 스펙트럼 포락선으로 폴리라인 커브를 그리는 데 도움이 된다(**그림 3** 참조).계단 크기를 선택하여 스펙트럼 포락선에서 어떤 중요한 변화도 놓치지 않도록 한다. 단일 소인측정(충분히 천천히 실행한다면) 또한 스펙트럼 포락선을 만들어낼 수 있다.
- 주파수를 알 수 없는 단속적 협대역 방해의 경우 “최대 홀드” 기능을 갖는 빠르고 짧은 소인(**그림 4** 참조)나 느린 단일 소인을 사용할 수 있다. 타이밍 분석은 실제 측정 전에 실행하여 적절히 신호를 인터셉트할 수 있게 한다.
- 단속적 광대역 방해는 KS C CISPR 16-1-1에 기술된 불연속 방해 분석 절차로 측정해야 한다.



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

그림 3 – 계단형 수신기로 측정하는 광대역 스펙트럼



비고 1 필요한 소인 수나 소인 시간을 펄스 지속기간과 펄스 반복 간격에 따라 늘려야 할 수도 있다.

비고 2 위의 예에서, 모든 스펙트럼 성분을 인터셉트하기까지 5개의 소인이 필요하다.

그림 4 – 방출 스펙트럼의 개관을 얻기 위하여 최대 홀드 기능이 있는 빠르고 짧은 반복 소인을 이용해 측정하는 단속적 협대역 방해

6.6.6 FFT 기반의 계기를 사용하는 타이밍 고려사항

FFT 기반의 계측기는 N 주파수에서의 병렬 계산과 계단식 주사를 병행할 수 있다. 이 목적을 위해 관심 주파수 범위를 순차적으로 주사되는 여러 세그먼트 N_{seg}로 세분한다. **그림 5**에는 3개의 세그먼트를 위한 절차가 나와 있다. 관심 주파수 범위의 총 주사 시간 T_{scan}은 다음과 같이 계산한다.

$$\mathrm{T_{scan}} = T_m N_{seg} \tag{18}$$

여기서

T_m 는 각 세그먼트의 측정 시간

N_{seg} 는 세그먼트 수

FFT 기반의 계측기는 주어진 주파수 범위에서 주파수 분해능을 개선하는 방법도 제공할 수 있다. 일반적으로 FFT 기반의 계측기는 FFT의 주파수 개수에 따라 결정되는 고정 주파수 계단 $f_{step\,FFT}$ 를 가질 것이다. 주파수 분해능 증가는 주어진 주파수 범위에서 반복계산을 수행함으로써 이루어진다. 반복계산 때마다 최저 주파수는 주파수 계단비(frequency step ratio) $f_{step\,final}$ 만큼 증분된다. 따라서, 주어진 주파수 범위에서 1차 계산은 다음 주파수들을 고려한다.

$f_{\min}$,
$f_{\min} + f_{step\,FFT}$,
$f_{\min} + 2f_{step\,FFT}$,
$f_{\min} + 3f_{step\,FFT}$ ...

주어진 주파수 범위에서 2차 계산은 다음 주파수들을 고려한다.

$f_{\min} + f_{step\,final}$,
$f_{\min} + f_{step\,final} + f_{step\,FFT}$,
$f_{\min} + f_{step\,final} + 2f_{step\,FFT}$,
$f_{\min} + f_{step\,final} + 3f_{step\,FFT}$ ...

계단비 3을 위해 적용된 이 계산은 **그림 21**에 나와 있다.

주사 시간 T_{scan} 은 다음과 같이 계산한다.

$$\mathrm{T_{scan}} = T_m \frac{f_{stepFFT}}{f_{step\,final}} \tag{19}$$

여기서
T_m = 측정 시간
$\frac{f_{stepFFT}}{f_{step\,final}}$ = 계단비

두 방법을 결합한 시스템의 경우, 주사 시간 T_{scan} 은 다음과 같이 계산한다.

$$\mathrm{T_{scan}} = T_m N_{seg} \frac{f_{stepFFT}}{f_{step\,final}} \tag{20}$$

비고 1 FFT 기반의 계측기는 두 방법, 계단식 주사뿐 아니라 주파수 분해능 개선방법도 결합할 수 있다.

비고 2 CISPR 16-3[2)]을 위한 추가적 배경정보가 준비 중이다.

2) CISPR 16-3:2003과 그것의 수정판 1과 2를 대체하는 신규 CISPR 16-3이 발행될 예정이다.

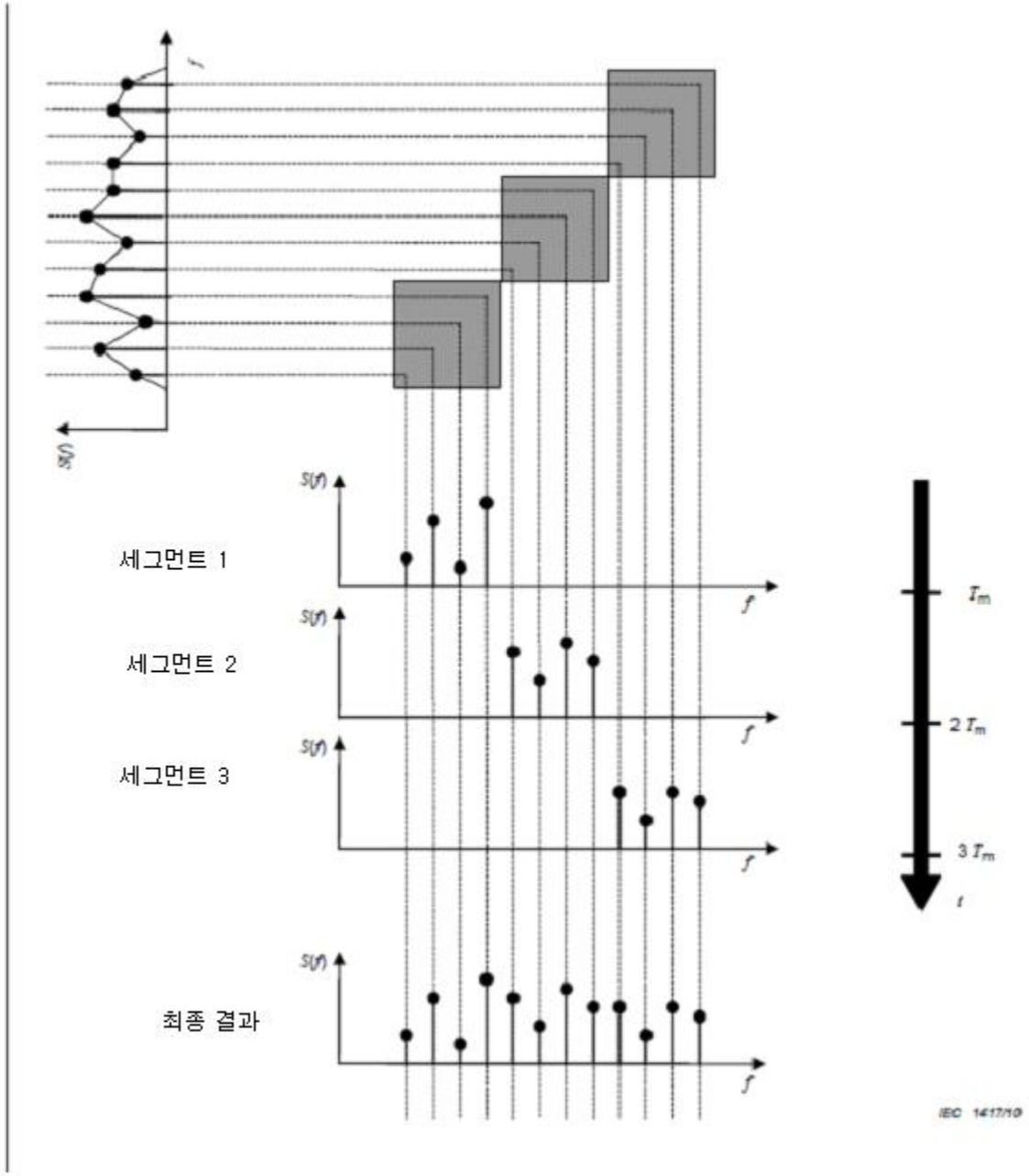


그림 20 – 세그먼트 FFT 주사

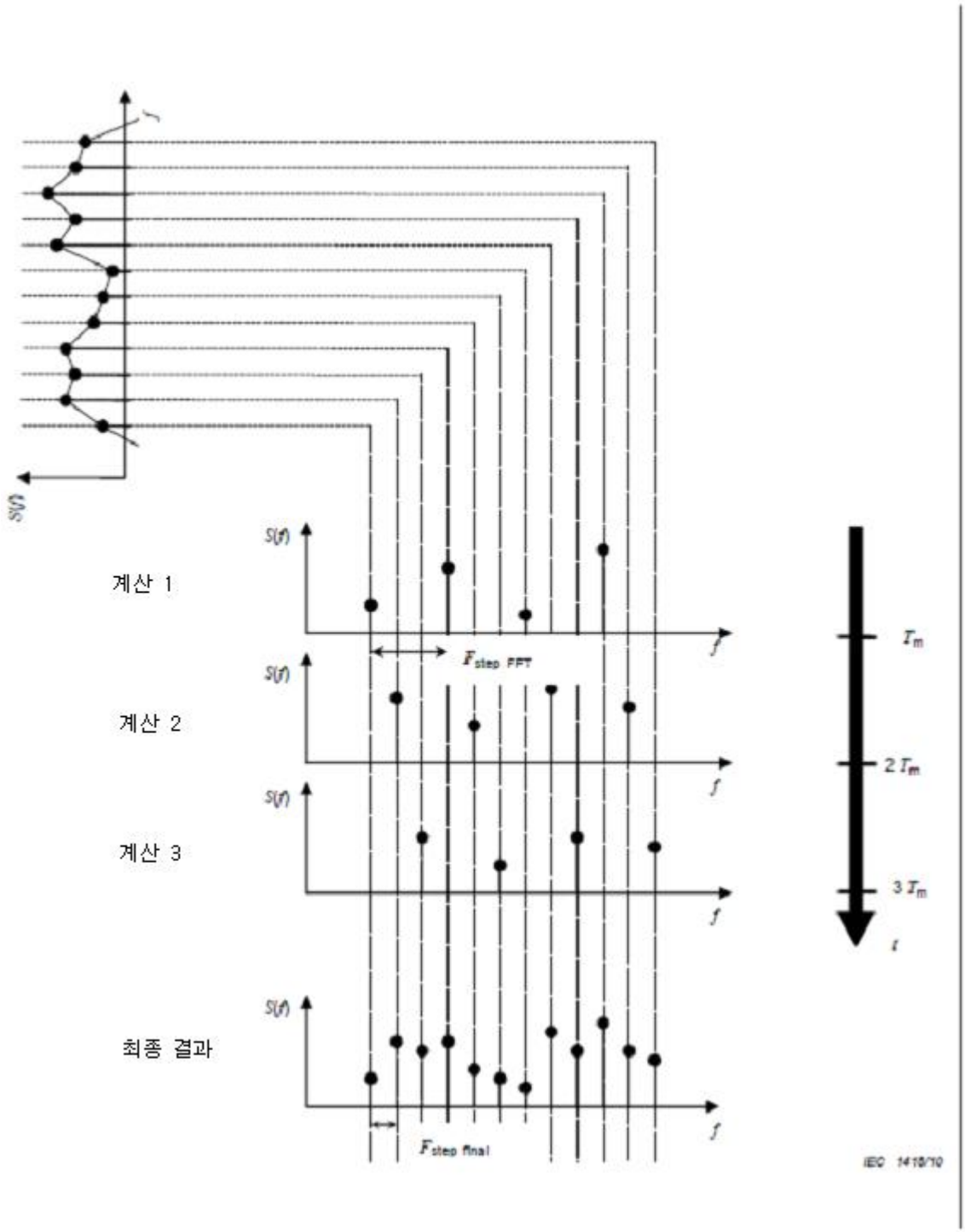


그림 21 – FFT 기반의 계측기에 의해 강화된 주파수 분해능

7 복사성 방해의 측정

7.1 개요

이 절에서는 기기와 시스템에 의해 방출되는 전파 방해의 전자기장 세기 측정을 위한 일반적 절차를 규정한다. 복사 방해의 측정 경험은 전압측정 경험에 비하여 그 폭이 넓지 못한 편이다. 따라서 복사 방해의 측정 절차는 지식과 경험을 쌓여가면서 거기에 따라 이를 개정되고 확장해가도록 개방되어 있는 상태이다. 특히, 시험품과 연결되는 도선과 케이블의 영향에 주의를 기울여야 할 것이다. **표 2**에는 CISPR 복사성 방출 시험장과 시험방법 그리고 이 문서 또는 다른 문서 내 관련 항에 대한 교차참조가 나와 있다.

어떤 제품의 경우는 전기적, 자기적 혹은 양쪽 부분에 공히 해당되는 복사 방해의 성분을 측정할 필요가 있다. 어떤 경우는 복사 전력과 관련한 수량의 측정이 더욱 적절할 수도 있다. 통상적으로는 기준접지면에 관련한 방해의 수평적 및 수직적 성분 양쪽에 관하여 공히 측정이 이루어져야 한다. 전기적인 성분이나 자기적인 성분의 측정 결과는 첨두값, 준첨두값, 평균값, 혹은 실효치 값으로 표현될 수 있다.

방해의 자기적 성분은 일반적으로 30 MHz까지의 주파수에서 측정된다. 자기장 측정의 경우는, 수평적 성분만이 수신안테나의 지점에서 측정되며, 이때는 장거리 안테나의 방법을 사용한다. 만일 대형루프안테나 방식을 사용할 경우는 시험품의 3개의 직교 자기장 다이폴 모멘트를 측정한다(단일 안테나 방법에서는 안테나가 위치한 전기장에서의 수평적 성분이 시험품의 수평적인 그리고 수직적인 다이폴 모멘트에 의해서 결정되며, 이는 반사작용의 결과임에 유의).

표 2 – CISPR 복사성 방출 시험장 및 시험방법에 적용 가능한 주파수 범위와 참조 문서

시험장/시험방법	9 kHz~30 MHz	30 MHz ~1000 MHz	1 GHz ~18 GHz
옥외 시험장	tbd	**7.3.8**	n/a
루프안테나 시스템 (LAS)	**7.2**	n/a	n/a
야외시험장(OATS) 또는 무반사실(SAC)	tbd	**7.3**	n/a
완전무반사실(FAR)	n/a	**7.4**	**7.6**
공통 복사성 방출/전파 장해 (Common RE/RI)	n/a	**7.5** (RI는 80 MHz부터)	n/a
흡수체 부착 야외시험장 (Absorber-lined OATS)	n/a	n/a	**7.6**
현장(In-situ)	**7.7.2**	**7.7.3, 7.7.4.2**	**7.7.3, 7.7.4.3**
대체(substition)	n/a	**7.8**	**7.8**
잔향실(Reverberation chamber)	n/a	**7.9** (80 MHz부터)	**7.9**
TEM 도파관	**KS C IEC 61000-4-20**	**7.10**	**7.10**
n/a=해당 없음; tbd=결정되지 않음 또는 고려 중			

7.2 루프안테나 시스템 측정(9 kHz~30 MHz)

7.2.1 일반

이 항에서 고려되는 루프안테나 시스템(LAS)은 주파수 범위 9 kHz~30 MHz에서 단일 시험품이 방출하는 자기장 세기의 실내측정에 적당하다. 자기장 세기는 시험품의 자기 방해장에 의해 LAS에서

유도되는 전류 측면에서 측정한다. LAS는 **KS C CISPR 16-1-4**에 기술된 방법을 사용해서 규칙적으로 검증되어야 한다. **KS C CISPR 16-1-4**는 LAS에 대하여 그리고 LAS로 얻은 결과와 이 항에 기술된 대로 얻은 결과 간의 관계에 대하여 완전한 설명도 제공한다.

7.2.2 일반 측정 방법

그림 5는 LAS를 이용하는 측정의 일반 개념을 보여준다. 시험품은 LAS의 중앙에 놓는다. 시험품의 자기장에 의해 LAS의 세 대형 루프안테나의 각각 속으로 유도되는 전류는 대형 루프안테나의 전류 프로브를 측정수신기 (또는 동등한 것)에 연결함으로써 측정한다. 측정하는 동안 시험품은 고정 위치에 유지한다.

서로 직교하는 자기장 성분 세 개로부터 생기는 대형 루프안테나 3개의 전류는 순차적으로 측정한다. 측정된 각 전류레벨은 제품표준에 명시된 dB로 표현된 방출 한계값에 부합해야 한다. 방출 한계값은 표준 지름이 2 m인 대형 루프안테나를 가진 LAS에 적용해야 한다.

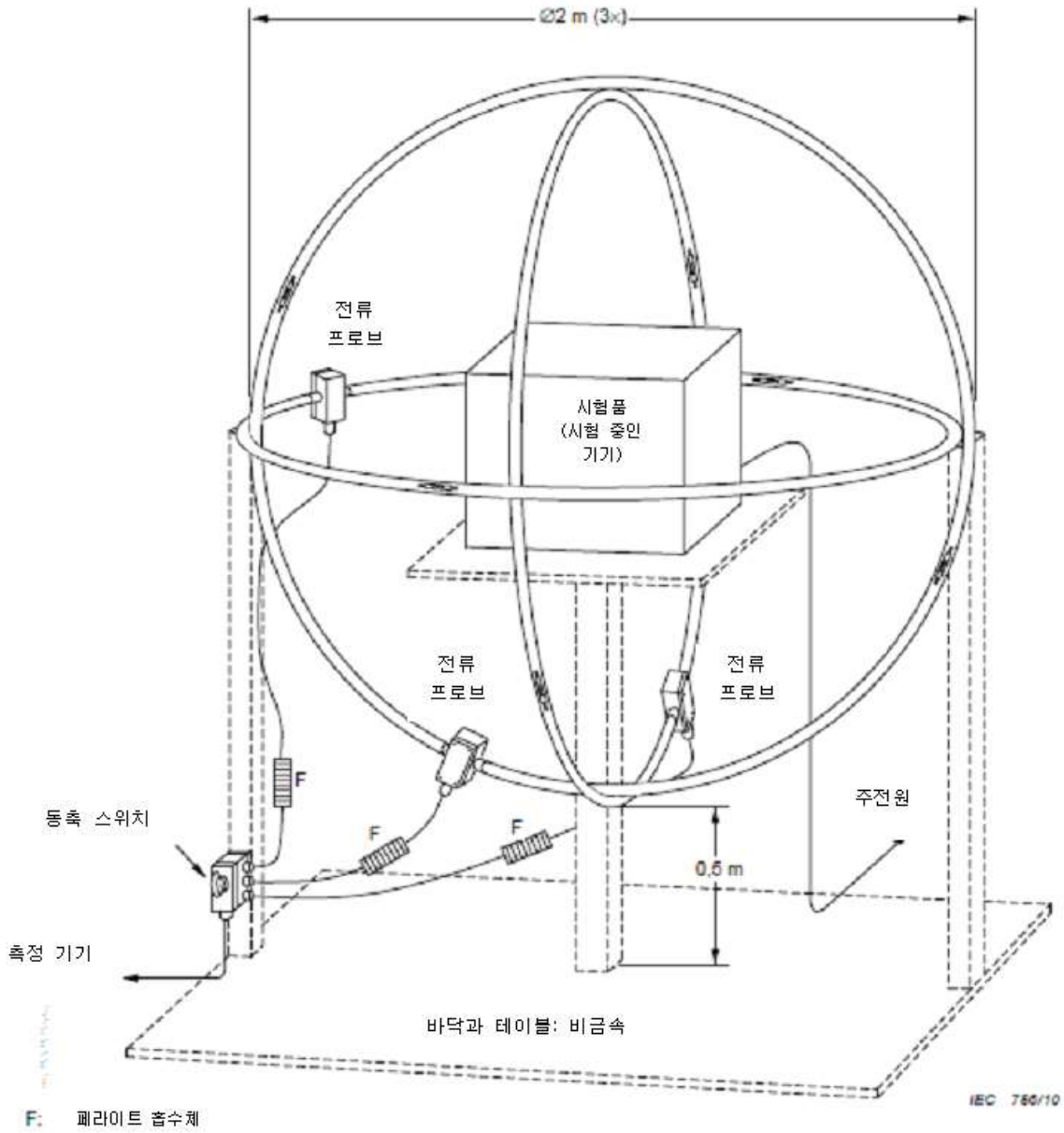


그림 5 – 루프안테나 시스템을 이용한 자기장 유도전류 측정의 개념

7.2.3 시험 환경

LAS의 바깥 경계와 근처 사물 (예: 바닥과 벽) 간 거리는 최소 0.5 m 이어야 한다. RF 배경 장(ambient field)에 의해 LAS에서 유도된 전류는 KS C CISPR 16-1-4에 따라 판단해야 한다.

7.2.4 시험품의 구성

시험품과 LAS 사이의 불요 용량성 결합을 피하기 위하여, 시험품의 최대 치수는 시험품과 LAS의 표준 2 m 대형 루프안테나 사이에 최소 2.0 m의 거리가 생기는 것이어야 한다.

주전원 도선의 위치는 최대 전류 유도를 위해 최적화 되어야 한다. 일반적으로 이 위치는 시험품이 전도 방출 한계값에 부합하는 경우에는 중요하지 않을 것이다.

대형 시험품의 경우, LAS의 루프안테나의 지름을 4 m까지 증가해도 된다. 그런 경우:

a) 측정된 전류값은 CISPR 16-1-2의 B.6에 따라 보정해야 한다.
b) 시험품의 최대 치수는 시험품과 대형 루프 사이에 최소 (0.1x*D*) m 의 거리를 허용해야 하고, 여기서 D는 비표준 루프의 지름이다.

7.2.5 LAS의 측정 불확도

방출 측정의 불확도에 대한 일반 및 기초 고려사항은 KS C CISPR 16-4-1에 나와 있다.

7.3 야외시험장 또는 반무반사실 측정(30 MHz~1 GHz)

7.3.1 측정량

측정될 양은 1 m~4 m의 높이에서, 시험품과의 수평거리 10 m에서, 방위면의 모든 각도에 걸쳐, 수직 및 수평 편파의 함수로서 시험품에 의해 방출된 최대 전기장 세기다. 이 양은 다음 항들에 따라 결정해야 한다:

a) 관심 주파수 범위는 30~1 000 MHz이다.
b) 이 양은 양의 한계값 레벨을 표현하기 위해 사용되는 단위에 해당하는 전기장 세기 측면에서 표현해야 한다.
c) 반무반사실/야외시험장 측정 시험장과 포지셔닝 테이블은 해당 CISPR 검증 요건에 부합하는 것을 사용해야 한다.
d) KS C CISPR 16-1-1에 부합하는 측정수신기를 사용해야 한다.
e) 10 m 대신에 3 m나 30 m 같은 대체 측정 거리의 사용은 대체 측정 방법으로 간주해야 한다.
f) 측정 거리는 시험품의 경계부터 안테나의 접지면 기준점까지 수평으로 투영한 거리이다.
g) 시험품은 CISPR 명세에 따라 구성하고 작동시킨다.
h) 자유공간 안테나 인자를 사용해야 한다.

측정량 *E*는 자유공간 안테나 인자 F_a를 사용해, 최대 전압 판독치 V_r로부터 도출한다:

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

여기서

E = 측정량 설명에서와 같은 전기장 세기, dB(μV/m)

V_r = 측정량 설명에서와 같은 절차를 사용해 최대 수신 전압, dB(μV)

A_C = 안테나와 수신기 간 측정 케이블의 손실, dB

F_a = 수신 안테나의 자유공간 안테나 인자, dB(m^{-1}).

비고 자유공간 안테나 인자는 안테나의 성능지수로서 사용된다. 전기장 세기는 자유공간

환경이 아니라 접지면에서 측정된다는 것을 유의해야 한다.

7.3.2 시험장 요건

시험장은 물리적 및 전기적 특성과 이의 유효성확인을 위한 KS C CISPR 16-1-4의 관련 규격에 적합해야 한다.

7.3.3 일반적인 측정 방법

그림 6은 수신안테나에 도달하는 직접선 또는 반사선으로 야외시험장(OATS) 또는 반무반사실(SAC)에서 이루어지는 측정의 개념을 나타낸다.

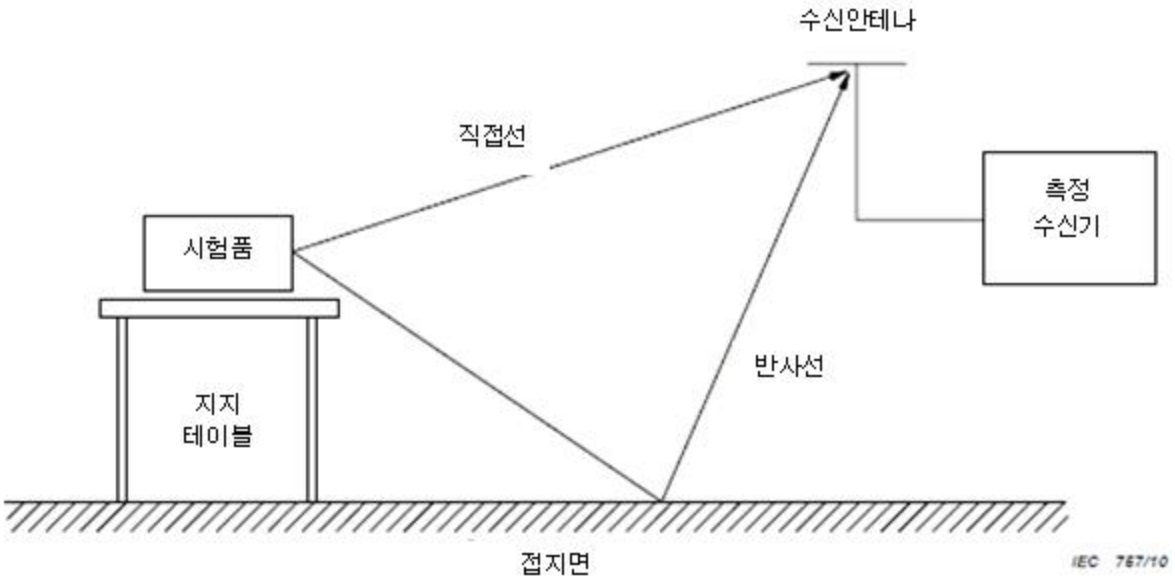


그림 6 – 수신안테나에 도달하는 직접선과 반사선으로 야외시험장(OATS)에서 수행되는 전기장 세기 시험의 개념

시험품은 접지면에서 지정된 높이에 설치되며 정상적 운용 조건을 대표하도록 구성된다. 안테나는 지정된 이격거리에 위치한다. 시험품은 수평면에서 회전상태로 두며, 이때의 최대 지시값을 기록한다. 안테나 높이는 직접선과 반사선이 동위상 부가부분에 접근하거나 만나도록 조정한다.

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

7.3.4 측정 거리

지정된 거리에서 복사 방해의 한계치를 따르게 되어 있는 시험품은, 그 거리에서 측정하는 것이 기기 크기 등의 사유로 비실용적인 경우가 아니라면 그렇게 해야 한다. 측정 거리는 안테나에서 가장 가까운 시험품의 지점과 안테나의 교정 기준점을 접지면에 투영했을 때 그 두 지점 간 거리이다. 안테나 기준점이 안테나 교정보고서에 명시되어 있지 않다면, 대수주기 안테나의 경우 기준점은 안테나 주파수 범위의 중심 주파수에서 반파장에 해당하는 다이폴 요소들 사이에 수평 안테나 붐 통로 상의 한 지점이다.

비고 중심 주파수는 $\log(\mathrm{f}_{\mathrm{center}}) = (\log f_{\min} + \log f_{\max})/2; f_{center} = 10^{\log(f_{center})}$ 에 의해 정의된다.

10 m의 거리는 대부분의 야외시험장에서 선호되는데, 이는 그 거리에서는 측정되는 방해수준의 예측치가 일반적인 주위의 노이즈 수준보다 훨씬 높이서 유용한 시험결과의 도출할 수 있기 때문이다. 3 m 미만, 혹은 30 m 이상의 거리는 일반적으로 사용되지 않는다. 만약 어쩔 수 없이, 규정된 거리 이외의 측정 거리를 사용해야 할 경우 결과는 제품 표준에 명시된 절차에 따라 외삽되어야 한다. 어

떠한 지침이 일절 없는 경우는 외삽에 대한 적절한 당위성이 설명되어야 한다.

일반적으로, 외삽법은 단순한 역거리(inverse distance) 법칙을 따르지 않는다.

가능하다면, 측정은 원거리장에서 이루어져야 한다. 원거리장 영역은 하기 조건에 의하여 지정된다. 측정 거리 d의 선택은 아래 조건 가운데 하나에 의한다.

a) $d \geq \lambda 6$. 이 거리에서 E/H = Z_0 =120 π = 377 Ω으로서 전자기장의 강도 성분은 서로 직각을 이루며 측정오차는, 시험품이 동조 쌍극 안테나로 여겨질 경우, 3 dB의 차수이다.

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

c) $d \geq 2D^2/\lambda$. 여기서, D 는 케이스들에 적용되는, 시험품의 조명에 필요한 최소한의 개구를 결정하는 시험품 또는 안테나의 최대 치수이다. 여기서 $D >> \lambda$ 이다.

7.3.5 안테나 높이 변화

전기장 세기 측정에서, 접지면 상의 안테나 높이는 직접선과 반사선이 동상일 때에 발생하는 최대 지시값을 얻기 위해 지정된 범위 내에서 가변적으로 운용할 수 있다. 일반적으로 10 m 이내의 측정 거리에서는 다음과 같이 운용한다. 전기장 세기의 측정을 위한 안테나의 높이는 1 m~4 m 범위에서 가변적으로 운용한다. 30 m까지 장거리에서 높이는 2 m~6 m 범위에서 가변적으로 운용한다. 지시값을 극대화하기 위해서 안테나의 최저지상 높이를 1 m까지 조정할 필요가 있을 수도 있다. 이러한 높이의 주사는 수평 편파와 수직 편파에 다같이 적용된다. 단, 예외적으로 수직 편파의 경우 안테나의 최저지점이 시험장 접지면에서 25 cm 이상의 거리를 두도록 최소높이를 증가시켜야 한다.

7.3.6 제품의 상세 규격

7.3.6.1 일반

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

7.3.6.2 시험 환경

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

정확한 방해의 측정을 보증하기 위해서는 전기자기적 환경을 특별히 고려할 필요가 있다. 시험장에서 시험품의 스위치가 꺼진 상태로 측정되는 주위 무선 노이즈와 신호 수준은 최소한 허용기준치 대비 6 dB이 적어야 한다. 알려진 바로, 이는 모든 주파수에서 항상 실현 가능한 것만은 아니다. 그렇더라도, 측정된 배경 노이즈 수준과 시험품의 무선 노이즈 방출 수준의 합이 허용기준치를 초과하지 않을 경우, 시험품은 허용기준에 적합한 것으로 여겨져야 한다. 배경 노이즈 수준과 이로써 야기되는 측정 오차에 관한 추가정보는 **6.2.2** 및 **부속서 A**를 참조.

지정된 측정범위 이내의 주파수에서 주변의 전자기장 세기 수준이 허용기준치를 초과하는 경우, 아래와 같은 대안이 이용될 수 있다.

a) 더욱 가까운 거리에서 측정하여, 허용기준치가 지정된 거리로 결과를 외삽한다. 외삽 공식은 제품 표준에서 권고된 바에 따르거나, 3회 이상의 각기 다른 거리에서 측정하여 검증되어야 한다.

b) 방송국의 방송이 종료되고, 주위의 산업관련 기기로부터 나오는 노이즈가 적은 시간대의 임계 주파수 대역에서 측정을 시행한다.

c) 조사대상 주파수에서 시험품 방해의 진폭과 차폐실 혹은 무반사실에서 근접주파수에서의 방해 진폭을 비교한다. 조사대상 주파수에서의 시험품 방해 진폭은 근접주파수 방해 진폭을 측정하고 이를 비교함으로써 예측될 수 있다.

d) 야외시험장 축(axis)의 방위를 지정할 때, 강한 주위 신호의 방향을 고려하는 것이 바람직하므로 될 수 있는 대로 시험장 수신안테나 방위를 통해서 그런 신호들을 판별한다.

e) 어떤 RF 주위 방해 가까이서 발생하는 시험품의 협대역 방해에 대해서, 이들 둘이 모두 표준대역폭 안에 있을 경우 더 좁은 대역폭의 기기가 유용할 수도 있다.

7.3.6.3 시험품(시험 중인 기기)의 구성

예를 들어 입력신호의 특성, 운용모드, 부품들의 배열, 상호접속 케이블의 길이 및 형태 등, 시험품의 운용조건이 지정되어야 한다.

개별 시스템과 다부품 시스템의 시험은 아래 두 조건을 충족시켜야 한다.

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

시스템이란 관련 구성품들과 연결케이블이 결합된 시험품을 의미한다.

구성이란 시험품, 기타 시스템 구성품, 상호접속 케이블 및 시스템 구성 주전원 도선 등의 방향을 의미한다. 모든 측정 과정에서, 시스템 구성은, a) 조건이 먼저 만족되고 나서 b) 조건이 지켜져야 하는, 상기 두 조건을, 아래 단락에서 기술되는 지침 이내에서, 충족시켜야 한다.

전형적이라는 말은 시험품의 실제 사용방법에 관한 준비상태를 묘사하기 위해 사용된다. 표준적인 구성에 관한 지침은 하기와 같다.

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

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

접속 케이블은 형태와 길이를 기기 제조자가 지정하는 대로 한다. 각 케이블에서 잉여 길이는 30 cm~40 cm 범위 길이의 S자 모양으로 꼬아서 대충 이의 중앙에서 별도의 묶음으로 처리해야 한다. 만약 케이블의 부피가 너무 크거나 뻣뻣하다든지 시험이 사용자의 시설 내에서 이루어진다든지 하여 S형 묶음처리가 비현실적일 경우 케이블 잉여 길이 처리는 시험자의 재량에 맡기며 시험 성적서에 그 사실이 기록되어야 한다. 제품 표준에 잉여 케이블에 관한 다른 요건들이 규정될 수도 있다.

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

대개 테이블 위에서 작동되는 시험품에 있어서, 복사성 방출 시험은 상부 표면의 치수가 적절한 비전도성 테이블 위에 놓고 해야 한다. 테이블은 비전도 재료로 만들어진 원격제어 턴테이블 위에 놓는다. 턴테이블의 상면은 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 상면에 관해서

측정되어야 한다. 통상적으로 바닥에 놓여지는 시험품은 바닥에서 시험한다. 이 경우 매입형 턴테이블이 유용하다. 통상적으로 바닥에 놓거나 테이블 위에 놓는 시험품은 탁상형 장치로서 시험해야 한다.
시험품은 제조자의 요건 및 의도된 사용조건에 적합하게 접지되어야 한다. 시험품이 접지 연결이 안 된 채 운용될 경우 시험도 접지하지 않은 상태에서 시행한다. 시험품이 실제 설치 조건으로 연결되어야 할 접지단자 또는 내부접지도선을 갖추고 있을 경우 접지도선이나 접지단자는 접지면(혹은 어스접지용 설비)에 접속하여 실제 설치조건을 모사해야 한다. 시험품의 교류본선 코드 플러그 단말에 포함된 내부 접지도선은 본선전원 공급 중에는 언제나 접지되어야 한다. 단, 제조자가 의도한 접지 장소에서, 거치형 시험품은 두께 15 cm 이하의 유전재료로 접지면으로부터 절연되어야 한다.

7.3.7 측정계기

안테나를 포함한 측정계기는 KS C CISPR 16-1-1 및 KS C CISPR 16-1-4의 관련 요건에 적합해야 한다.

7.3.8 기타 옥외 시험장에서의 전기장 세기 측정

야외시험장과 유사하나 금속 접지면이 없는 옥외 시험장에는 어떤 제품, 예컨대 ISM 기기와 각종 차량 등에 알맞은 실제적인 사유를 명기하여야 한다. 7.3.4~7.3.7에 제시된 규정이 유효하다.

7.3.9 야외시험장과 반무반사실의 측정 불확도

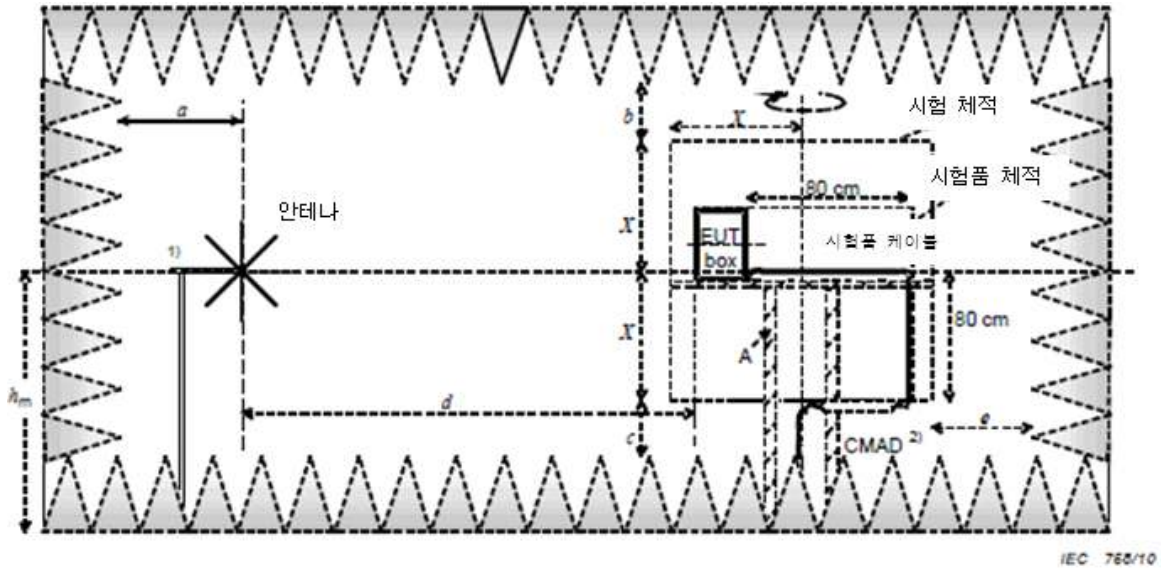
방출측정 불확도에 대한 일반 및 기초 고려사항은 KS C CISPR 16-4-1에 나와 있다. 야외시험장 또는 반무반사실에서 (30 MHz~1 GHz) 복사성 방출 측정에 특정한 불확도 특징은 KS C CISPR 16-4-2에 나와 있다.

7.4 완전 무반사실 측정(30 MHz~1 GHz)

7.4.1 시험 배열과 시험장 기하 구조

시험품 방출 시험에는 FAR 유효성 확인 시험에 사용되는 수신안테나와 동일 형태의 안테나가 사용되어야 한다. 안테나 높이는 시험 체적의 기하학적 중간높이에 고정된다. 측정은 수신 안테나의 수평 및 수직 편파에서 수행한다. 방출은, 적어도 세 연속 방위각 위치(0°, 45°, 90°)의 각각에서 턴테이블이 시험품과 함께 회전하는 동안 측정해야 하고, 이 때 연속 회전은 요구되지 않는다. **그림 7**은 전형적인 FAR 시험장 기하구조와 관련 치수를 보여준다.

시험품은 턴테이블에 놓아야 한다. 그림 7, 8 및 9는 FAR 내 여러 치수를 설명하고 있다. 턴테이블, 안테나 기둥 및 지탱하는 바닥은 시험장 검증 절차 시 설치되어 있어야 하고, 전기자기파를 거의 투과하는 재료로 구성되어야 한다. 거리 a , b , c 및 e 는 시험 체적의 크기에 의해 한정될 수 있다. 바닥면의 레벨 (흡수체 높이 + c)는 거치형 기기를 위한 레벨일 것이다 (운반 파레트 높이는 시험 체적의 바깥이 될 것이다).



A 는 턴테이블 및 시험품 지지

$2x$ 는 1.5 m, 2.5 m, 5 m, 즉, 사용되는 시험거리에 해당 (각각 3 m, 5 m 또는 10 m)

h_m 는 시험 체적의 중간값

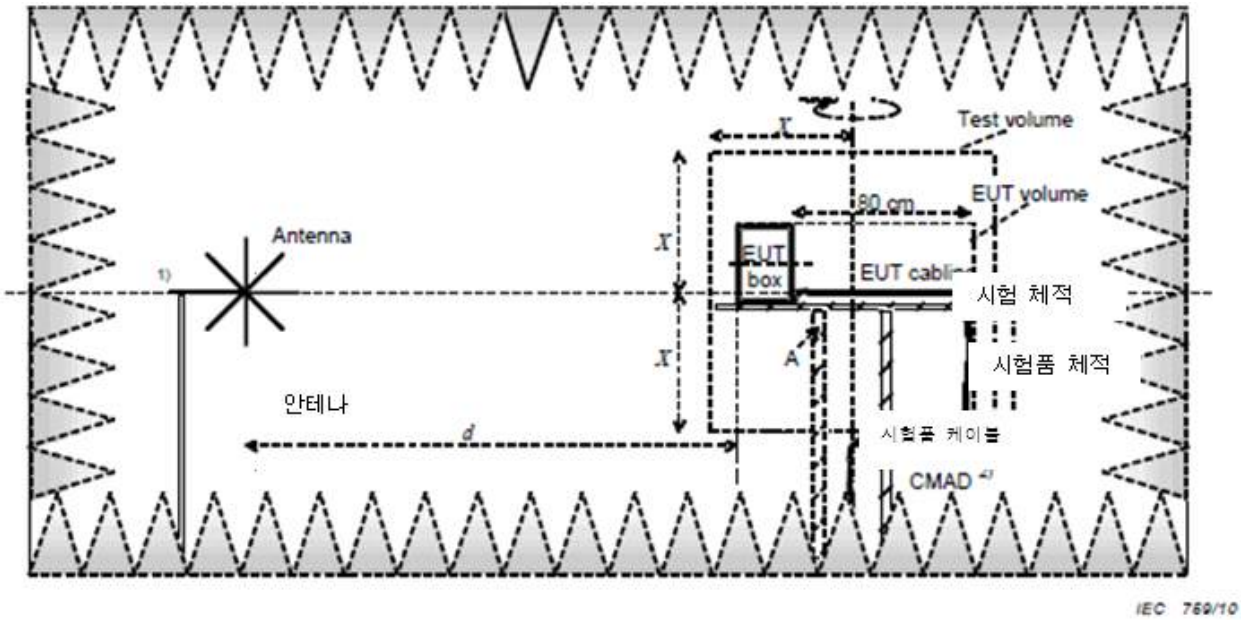
a,b,c 및 e ≥ 0.5 m가 권장됨 (≥ 1 이면 더욱 편리함), 실제값은 KS C CISPR 16-1의 미래 버전의 FAR 교정절차와 일치될 것임.

d 3 m, 5 m 또는 10 m

1) 안테나와 케이블 배치의 유효성은 함께 확인되며 시험품 시험 중에 동일한 구성으로 사용된다.

2) 페라이트 클램프는 관련 제품 표준에 적합하게 사용되어야 한다. 이들 클램프의 가능한 용도는 (필요할 경우) 시험 성적서에 문서화되어야 한다.

그림 7 – a,b,c 및 e가 실(room)의 성능에 따라 달라지는 FAR 내 기하구조



A 는 턴테이블 및 시험품 지지

$2x$ 는 1.5 m, 2.5 m, 5 m, 즉, 사용되는 시험거리에 해당 (각각 3 m, 5 m 또는 10 m의 시험거리에 대해)

d 는 3 m, 5 m 또는 10 m

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

그림 8 – FAR의 시험 체적 내부 탁상형 기기의 표준적 시험장치

안테나의 기준점으로부터 시험품 경계까지의 시험거리를 측정한다. 안테나의 기준점과 위상중심간 차이의 경우 보정계수를 적용하여 시험거리에서의 전자기장 세기를 얻을 수도 있다.

불확도를 줄이기 위해서 전기장 세기에 보정계수(C_{dr} dB) 방정식 (5)가 합산될 수 있다. 안테나의 교정과정에 각 주파수에 대해서 위상보정계수 C_{dr} 가 측정된다. (이 과정은 안테나 교정으로 결정되거나 대수주기 요소의 기계적인 간격 결정에 의하여 안테나 계수[AF]와 함께 계산된다.) 두 계수(C_{dr} 와 F_a)는, dB 단위로, 안테나 출력 전압에 합산되어 강도방정식 (6)을 얻게 된다. 위상중심 보정이 포함되지 않은 경우, 불확도 추산에 추가적인 항이 포함되어야 한다.

$$C_{dr} = 20\log\left[\left(d + P_f - r\right)/d\right] \quad (5)$$

전기장 세기는 아래 방정식에 의해 주어진다.

$$E_f + V_f + F_a + C_{dr} \quad (6)$$

여기서,

f 는 주파수 (MHz)

d 는 안테나 경계부터 안테나의 기준점까지 요구되는 거리 (m).

P_f 는 주파수 함수로서의 위상중심 위치 (안테나 팁으로부터의 m)

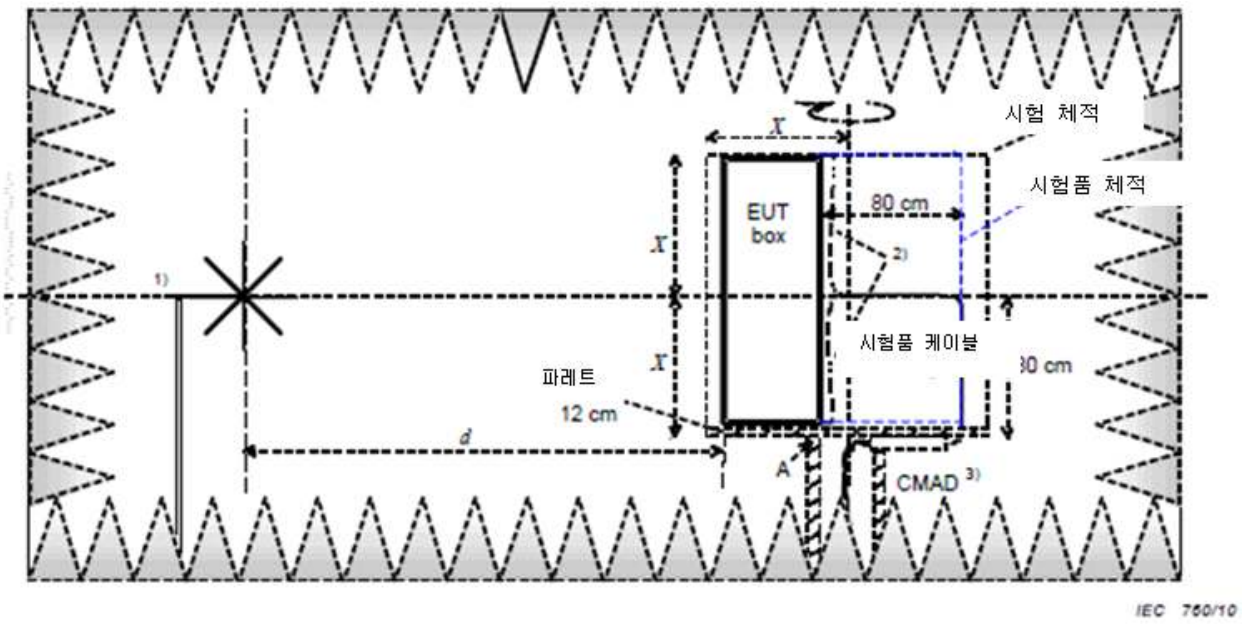
r 는 발생원에서부터 안테나 기준점까지의 필요한 분리점 (m).

E_f 는 발생원으로부터의 거리 d 에서의 전기장, dB (μV/m)로 표시됨

V_f 는 주파수 f 에서의 안테나 출력 전압, dB (μV)로 표시됨.

C_{dr} 는 위상중심 보정계수로서, dB로 표시됨.

F_a 는 위상중심에서 전기장에 대한 안테나 인자(자유공간)로서, dB(m^{-1})로 표시됨.



A 는 턴테이블 및 시험품 지지

$2x$ 는 1.5 m, 2.5 m, 5 m

d 는 3 m, 5 m 또는 10 m 시험거리에 대해서 각각 3 m, 5 m 또는 10 m

12 cm (10 cm~14 cm)의 파레트는 금속과 목재 지반면 사이에서 절충한 재질이다.

1) 안테나 케이블 배치는 유효성 확인 절차 때의 배치와 동일하다 (**그림 7** 참조).

2) 케이블의 배치는 케이블의 출구의 위치에 따라 달라지며, 하우징의 표면에 근접하도록 해야 한다.

3) 페라이트 클램프는 관련 제품 표준에 적합하게 사용되어야 한다. 이들 클램프의 가능한 사용도는 (필요할 경우) 시험 성적서에 기재되어야 한다.

그림 9 – FAR의 시험 체적 내부 바다설치형 기기의 표준적 시험 배열

7.4.2 시험품의 위치

그림 8과 **9**는 전형적인 탁상형 시험품과 거치형 시험품의 시험 배치를 보여준다. 시험품은 표준적인 용도와 같은 방식으로 구성, 설치, 배치 및 운용되어야 한다. 전체 시험품은 시험 체적에 맞아야 한다. 시험품 실행에 필요하지만 시험품의 일부를 형성하지 않는 관련 기기는 차단실 밖에 위치시켜야 한다.

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

측정 재현성을 개선하기 위해서 하기의 지침을 고려해야 한다.

a) 시험품 (**7.4.3**에 적합하게 포설된 케이블 포함)는 그 중심이 시험 체적의 중심과 동일한 높이에 위치하도록 설치한다. 이를 위해 적당한 높이의 비전도성 지지가 사용될 수도 있다.

b) 시험 체적의 중심까지 대형의 시험품을 올리는 것이 실질적으로 불가능한 경우에는 (**그림 7**과 **8** 참조), 시험품은 시험 중에 비전도성 운반용 파레트 위에 그대로 둘 수도 있다(**그림 9**). 파레트의 높이는 시험 성적서에 기재한다.

어떤 거치형 기기의 설치규격에는 기기를 전도성 마루에 설치하여 직접 접착하도록 되어 있다. 다음 고려사항들은 FAR 내 거치형 기기의 시험에 적용된다: 전도성 바닥에 직접적으로 설치하고 접합하기 위한 거치형 기기의 FAR 시험결과가 FAR 시험장에 적용되는 방출 한계값과의 부적합을 보인다면, 최종 설치환경을 더 잘 모의한 접지면에서 그 시험품을 시험할 경우의 실제 방출은 더 낮을 수 있다. 이는 방출이 200 MHz 미만의 주파수에서 수평편파이며 표준설치 상태에서 방출 발생원이 지상 높이 0.4 m 미만에 상당하는 기기 위의 어떤 높이에서 비롯되는 경우에는 특히 그러하다. 따라서, FAR 측정에 근거해 부적합 판정을 하기 전에, 기기에 의도된 최종 설치조건을 더 잘 모사하기 위해 접지면 시험환경 (즉, 야외시험장 혹은 반무반사실)에서 추가 조사를 할 것이 권장된다.

7.4.3 케이블 레이아웃 및 종단

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

아래에 나열된 항목들은 우수한 재현성을 얻기 위한 시험장치의 일반적 조건이다 (**그림 8**과 **9** 참조). 이상적인 경우는, 측정되는 모든 방출은 시험 체적으로부터 나와야만 한다. 시험 중에 사용되는 케이블들은 제조자의 규격에 적합해야 한다. 시험품은 케이블 종단이 이용 가능하지 않으면 종단되지 않은 케이블을 사용할 수 있다. 시험 중에 사용된 케이블과 종단의 규격을 시험 성적서에 명료하게 기재해야 한다.

a) 시험품 및 보조장비 혹은 전원에 접속된 케이블들은 시험 체적 안으로 (묶음이 없이) 수직 0.8 m 그리고 수평 0.8 m의 길이가 포함되어야 한다(**그림 8**과 **9** 참조). 상대공차 ±5 %로 1.6 m를 초과하는 케이블 길이는 시험 체적의 바깥 쪽에 포설되어야 한다.

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

c) 시험 중에 보조기기에 사용되지 않는 케이블들은 아래와 같이 적절히 종단 처리한다.
   1) 정확한 임피던스(50 Ω 혹은 75 Ω)의 동축 종단기(coaxial terminator)가 딸린 동축(실드) 케이블.

   2) 내부 와이어가 하나 이상인 차폐 케이블은 제조자의 규격에 적합한 공통모드 (선 대 기준접지)와 차동모드 (선 대 선)의 성단(종단)을 포함해야 한다

   3) 비차폐 케이블은 제조자의 규격에 적합한 공통모드 성단 뿐 아니라 차동모드 성단을 포함해야 한다

d) 시험품의 적절한 작동을 위해 보조기기를 필요로 하는 경우에는 그 기기의 방출로 인해 원래의 방출 측정에 영향을 주지 않도록 특별히 주의해야 한다. 가능하다면 보조기기는 차폐실의 바깥쪽에 설치한다. 상호접속 케이블들을 통한 FAR로의 무선 주파수 누출에 대하여 측정이 이루어져야 한다.

e) 케이블 배치를 포함하는 시험 구성, 부착 케이블과 성단의 규격, 시험 체적 외부 케이블 길이로부터의 방출 영향을 억제하기 위해 취할 조치 (예컨대, 페라이트 클램프) 등이 각종 제품 표준에 명기되어야 한다.

다수의 시험품들의 상이한 특성으로 인하여, 제품 표준들은 본 부속조항과는 상당히 벗어날 수도 있다 (예: KS C CISPR 22 [3]의 10.5)[3].

7.4.4 FAR를 위한 측정 불확도

방출측정의 불확도에 대한 일반 및 기초 고려사항은 KS C CISPR 16-4-1에 나와 있다. 대체 시험방법의 사용 조건은 KS C CISPR 16-4-5에 나와 있다. FAR에서 3 m 거리에서의 방출측정을 위한 불확도 예산의 예는 KS C CISPR 16-4-2에 나와 있다.

7.5 반무반사실에서 공통 시험 배치를 이용한 복사성 방출 측정 방법(30 MHz~1 GHz)과 복사성 내성 시험방법(80 MHz~1 GHz)

7.5.1 적용성

복사성 방출 시험과 복사내성 시험을 위한 서로 다른 시험 배치의 대안으로서, 제품 위원회의 재량하에, 이 항의 조항들에 일치하는 공통 시험품 배치를 사용해 두 시험 요건들에 따라 시험을 수행할 수 있다. 이 항에 기술된 시험 배치는 동일한 구성 및 시험 배치를 사용하는 시험품의 복사성 방출 및 내성 시험이 기술적으로 정당할 때 적용 가능하다. 이 시험 배치는 구성이 간단한 시험품, 예컨대 단일 함체, 작은 함체들의 조합, 시험품에 연결된 5개 미만의 케이블 등에게 가장 적용 가능하다고 간주된다. 이 대체 시험배치는 제품 방출 표준에 의해 3 m 이격거리에서의 복사성 방출 시험이 허용되는 시험품에게 허용된다.

KS C IEC 61000-4-3에 기술된 바와 같이, 전기자기계 균일성을 달성하기 위해 필요한 경우, 복사내성 시험은 시험품과 전송 안테나 사이의 접지면의 일부를 흡수체로 덮고서 수행할 수 있다 (즉, 흡수체가 부착된 야외시험장과 비슷한 흡수체 부착 반무반사실). 방출 측정의 경우, 접지면 흡수체가 없는 반무반사실의 정규 시험장 감쇠 특징은 KS C CISPR 16-1-4의 요건을 충족해야 한다.

7.5.2 시험품 경계 정의와 안테나-시험품 이격거리

복사성 방출 시험과 복사성 내성 시험은 수신기 또는 전송 안테나를 수평거리 3 m에 시험품의 중심으로부터 측정한 시험품의 최대 폭의 절반을 더한 곳에 위치시키고 수행해야 한다. 시험품으로부터의 거리를 결정할 때 사용된 안테나 기준점은 식별된 기준점이다. 그러나 기준점이 명시되어 있지 않다면, 기준점은 평가될 주파수의 상한과 하한의 반파장에 해당하는 다이폴 안테나 요소들 사이의 수평 안테나 붐 통로 상의 지점이다.

비고 대수주기 안테나의 경우, 제조자는 기준점을 명시할 수 있다.

시험품 경계는 시험품을 둘러싸는 가장 작은 가상의 (상상의) 사각형으로 정의한다. 모든 시스템간 케이블은 이 경계 안에 포함되어야 한다 (**그림 10** 참고). 이 경계의 각 모서리는 시험품의 네 면 중 하나 안에 있어야 하고, 내성 시험을 위해 교정된 균일장 영역(uniform field area, UFA)과 공면에 있어야 (그리고 그 안에 들어가야) 한다.

---

3) 각괄호 안의 숫자는 참고문헌 번호이다.

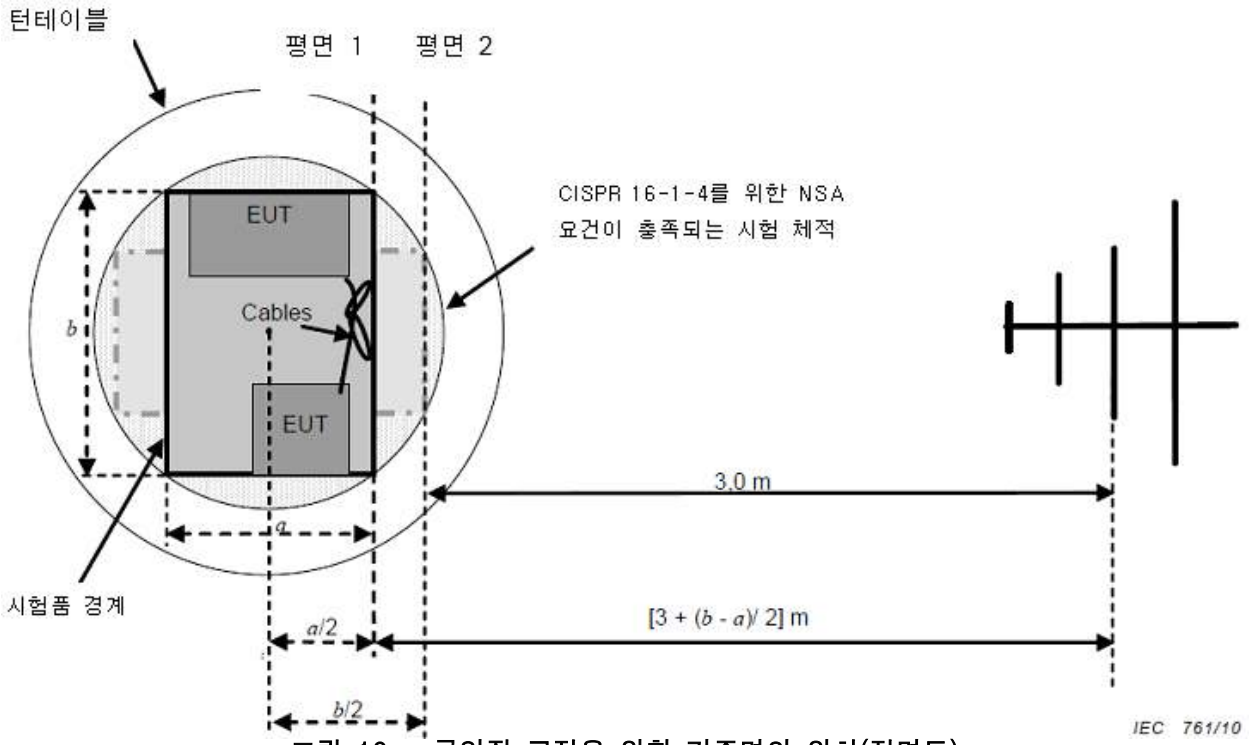


그림 10 – 균일장 교정을 위한 기준면의 위치(정면도)

7.5.3 균일 시험 체적(uniform test volume)

균일 시험 체적은 다음 조건들로 정의된다.

- 시험품과 그것의 보조기기(AuxEq) (예: 말단장치와 케이블)은 KS C CISPR 16-1-4의 시험장 검증요건을 충족하는 시험 체적에 맞아야 한다. KS C CISPR 16-1-4의 방출 시험에서 사용하기 위한 대체 시험장용 시험장 검증절차를 참고한다.
- 시험품과 그것의 보조기기는 그것들의 각 면이 KS C IEC 61000-4-3의 요건에 일치하고 이 소항에 기술된 바와 같은 균일장 영역에 일치할 수 있는 시험 체적에 맞아야 한다.

두 안테나 이격거리에서 동등하지 않거나 부대칭인 경계를 가진 시험품의 평가는 KS C IEC 61000-4-3의 요건에 따라 균일장 영역 교정이 필요하다. 그림 10에 보인 예와 같이, 이것은 시험품의 앞면을 따라 길이 b인 평면 (0° 방위)과 시험품의 측면을 따라 길이 a인 평면 (90° 방위)에 있다.

최대 폭이 1.5 m인 시험품을 수용하기 위하여, 균일장 영역을 다음 두 조건에 대하여 교정할 수 있다.

- 턴테이블의 중심을 통해 안테나 축에 직교하는 평면에서
- 측정 축에 수직이고 턴테이블 중심의 0.75 m 앞에 있는 안테나 축에 직교하는 평면에서.

교정된 두 균일장 영역 사이에 앞면이 노출되는 시험품을 시험하기 위해 선형 내삽을 할 수 있다. 이것은 다음을 전제한다.

- 두 표면의 각각은 KS C IEC 61000-4-3에 정의된 개수의 지점에서 −0 dB~+6 dB 기준을 충족한다.
- 두 균일장 영역에서 −0 dB~+6 dB 기준을 충족하는 지점들의 평균 전기장 세기는 안테나에 일정 순방향 전력(constant forward power)을 인가할 때 안테나와 균일장 영역 간 거리에 반비례 한다.

P_{c1} 은 일정한 전기장 세기를 이용한 교정 또는 일정 전력을 이용한 교정방법으로 평가되는, 턴테이블 중심에서 균일장 영역의 순방향 전력 (로그 스케일)이라고 지칭하고, Pc2는 그에 대응하는 턴테이블 중심의 0.75 m 앞에 있는 균일장 영역의 순방향 전력이라고 지칭한다. 시험품 표면을 조명

하기 위해필요한 순방향 전력은 P_{c1} 과 P_{c2} 및 대응하는 안테나 거리 (역시 로그 스케일)를 선형 내삽하여 구할수 있다. 다른 측정 세부사항과 설명에 대해서는 KS C IEC 61000-4-3의 6.2의 장 교정(field calibration)을 참고하도록 한다.

시험품 경계의 치수들이 이격거리 3 m의 20 % 이하 (즉, 0.6 m 이하)의 차이가 있는 경우, 그림 10의 평면 1 (시험품의 가장 넓은 면)에 대응하는 이격거리에서 단일 균일장 영역 교정만 필요하다.

비고 앞 문단에 설명된 방법을 사용할 때, 시험품의 두 면은 송신 안테나와의 더 가까운 거리로 인해 더 높은 내성 전기장 세기 레벨에서 시험될 것이다.

연결 케이블을 포함해 시험품 경계는 시험장 검증요건을 충족하는 시험 체적에 들어맞아야 한다. 공통 방출/내성 셋업의 경우, 시설은 시험품 경계의 최소 및 최대 치수에 해당하는 두 수직 평면에서 시험품 면과의 0°, 90°, 180° 및 270° 각도에서 교정해야 한다. 시설에서 시험될 기기의 종류를 고려해서 두 평면 위치를 선택할 수 있다.

전기자기장 균일성 기준을 달성하기 위해 바닥 흡수체를 사용하는 경우, 이 흡수체들은 송신 안테나와 평면 2 사이에 놓여야 한다. 하나의 평면만 교정하는 경우 (즉, 시험품의 두 경계치수의 차이가 0.6 m 미만이면) 바닥 흡수체는 송신 안테나와 교정된 평면 사이에 위치시켜야 한다.

7.5.4 공통 방출/내성 시험 배치에서 시험품 배열의 명세

시험은 시험품을 그것의 전형적이고 현실적인 작동에 최대한 가깝게 구성하여 수행해야 한다. 달리 명시되지 않은 한, 케이블과 배선은 제조자가 명시한 바를 따라야 하고, 기기는 모든 덮개와 접근판넬을 설치한 채로 하우징 (또는 캐비닛) 안에 있어야 한다. 시험품의 정상 작동조건에서 벗어나는 모든 사항을 시험 성적서에 포함시켜야 한다. 7.3.6.3의 명세가 적용된다. 시험품 (비전도성 받침 구조 위에 있는, 해당 시)는 회전할 수 있도록, 7.3.6.3에 명시된 원격작동 턴테이블 위에 위치시켜야 한다.

접지면 위 시험품의 높이는 다음 요건들에 따라야 한다.

- 탁상형 기기는 높이가 0.8 m±0.01 m인 비전도성 배치 테이블 위에 놓는다 (7.3.6.3 참고). KS C CISPR 16-1-4는 시험결과에 대한 비전도성 셋업 테이블의 영향을 결정하는 방법을 명시하고 있다.
- 거치형 기기는 해당 제품표준에 명시된 비전도성 받침 위에 놓는다. 제품 표준에 시험품 높이 배치요건이 없는 경우, 시험품은 접지면 위 5 cm~15 cm 높이의 비전도성 받침 위에 놓아야한다.

벽에 설치하여 작동하도록 설계된 기기는 탁상형 기기로서 시험해야 한다. 그런 시험품의 방향은 정상 작동 때의 방향과 (즉, 정상적으로 설치될 때의 자세와) 일치해야 한다.

접속 케이블, 부하 및 장치는 시험품의 각 접속포트 종류 중 하나에 연결해야 하고, 현실적으로 가능한 경우, 각 케이블은 실제 사용에 전형적인 장치에서 종단해야 한다. 동일 유형의 접속 포트가 여러 개 있는 경우, 전형적인 개수의 장치들을 장치 또는 부하에 연결해야 한다. 예를 들어 사전 시험을 통해 포트들을 그 이상 연결해도 방해 레벨이 유의하게 증가 (즉, 2 dB 넘게 증가)하지 않거나 내성 레벨이 유의하게 악화되지 않는 것이 입증 가능하다면, 부하들 중 단 한 개만 연결해도 충분하다. 포트들의 구성 및 부하에 대한 근거를 시험 성적서에 문서화 해야 한다.

추가적 케이블의 개수는 케이블을 추가해도 한계값에 관하여 마진이 유의한 양으로 (예컨대 2 dB) 감소되지 않는 조건에 한정해야 한다. 일부 경우, 특색, 부하, 인터페이스 유형 및 케이블의 최적 배치는 방출 시험용과 내성 시험용이 서로 다르며, 이로 인해 균일 시험품 배치의 범위 내에서 시험품의 약간의 재구성이 필요할 수 있다.

케이블 레이아웃과 종단은 다음 요건들에 따라야 한다.

- 케이블은 수직~및 수평- 편파 복사장이 초과되지 않을 방향이어야 한다. 해당 제품 방출 및 내성 표준에 정의된 케이블 배치 규칙과 케이블 길이를 적용해야 한다. 그러나 요건들이 상충하는 경우, 제품 방출 표준에 정의된 배치와 최대 케이블 길이를 사용해야 한다. 그 규칙들의 준수는 방

출 표준의 케이블 배치 규칙을 적용하고 내성 시험에서 수평 또는 수직 부품들을 합해 케이블 길이의 최소 1 m를 전기자기장에 길이를 노출함으로써 달성될 수 있다. 잉여 케이블 길이는 케이블길이의 대략 중심에서 30~ 40 cm 길이의 묶음이 형성되도록 묶어야 한다. 제품 방출 표준에 아무런 케이블 배치 정보가 나와 있지 않다면, 다음 배치를 적용한다.

- 탁상형 시험품의 경우 (그림 11과 12 참고), 균일 시험 체적을 나가는 케이블 (즉, 시험품을 바깥에 연결하는 케이블)은 그림 11과 12에 따라 전기자기장에 총 1 m (±0.1 m) 길이가 노출되어야 하고, 그 후 바닥을 향해 수직으로 내려가야 한다 (최소 0.8 m 길이는 시험품 테이블 높이에 의해부여된다). 테이블에 매달린 상호연결 케이블은 접지면과의 거리가 최소 0.4 m (±0.04 m) 이어야 한다. 접지면까지 40 cm 미만의 거리로 매달린 케이블을 적정 길이로 줄일 수 없다면, 잉여 케이블을 앞뒤로 접어 30~40 cm 길이로 만들어야 한다. 제조자가 특정 케이블에 선언한 최소 길이 때문에 탁상형 제품(0.8 m 높이의 테이블에 놓인)의 경우 접지면까지의 길이를 포함해 케이블의 1 m 수평 배치가 가능하지 않은 경우, 수평 배치는 케이블의 0.8 m 초과분에 좌우되어야 한다. 묶을필요는 없다.

- 거치형 시험품의 경우 (그림 13과 14 참고), 균일 시험 체적을 나가는 케이블은 최소 0.3 m가 시험 체적 내부를 수평으로 지난 다음에 전형적인 평소 사용에 따라 (입/출력 포트의 바닥 위 높이에 따라) 수직으로 내려가도록 배치해야 한다. 수평 케이블은 그 케이블에서 바닥에 거치기 위한 전체 길이의 최소 10 cm 높이를 접지면으로부터 절연해야 한다.

시험품 함체 간 케이블은 다음과 같이 처리해야 한다.

- 제조자가 명시한 케이블 종류와 연결기를 사용해야 한다.

- 제조자의 명세가 길이 3 m 이하의 케이블을 요구한다면, 그 명시된 길이를 사용해야 한다. 케이블은 1 m(±0.1 m) 길이가 노출되어야 하고, 여유분은 앞뒤로 접어서 탁상형 기기의 경우 30~40 cm 길이의 묶음을, 거치형 기기의 경우 약 1 m 길이로 만들어야 한다 (**그림 11**과 **12** 참고). 명시된 길이가 3 m보다 길거나 길이가 명시되지 않은 경우, 조명되는 길이는 1 m 이어야 한다. 잉여 케이블은 시험 체적 밖으로 빼야 한다(**그림 13**과 **14** 참고).

- 탁상형 기기와 거치형 기기의 시험품 조합은 개별 기기 구성에 따라 배치해야 하고, 탁상형 기기와 거치형 기기 사이의 상호연결 케이블은 이 규칙들에 따라야 한다.

- 보조기기 내에서 종단되지 않은 케이블은 케이블에 연결될 보조기기를 대표하고 필요한 기능 임피던스를 대표하도록 차동모드 및 공통모드 종단을 모사해야 한다.

- 다른 기기에 연결되지 않은 케이블은 다음과 같이 종단할 수 있다 (**7.3.6.3** 참고).
  - 동축 차폐 케이블은 동축 종단 (대개 50 Ω 또는 75 Ω)으로 종단해야 한다.
  - 2개 이상의 내부 와이어를 가진 차폐 케이블은 시험품 제조자의 명세에 따라 공통모드 및 차동모드 종단을 가져야 한다. 이 공통모드 종단은 내부 와이어들 또는 그것들의 차동모드 종단과 케이블 차폐 사이에 적절히 연결해야 한다. 공통모드 종단에 대한 아무런 정보가 없으면 150 Ω 공통모드 종단을 사용해야 한다.
  - 비차폐 케이블은 제조자의 명세에 따라 차동모드 종단을 가져야 한다.

  제조자가 선언한 최대 길이에 관하여 단축되었고 시험 편의를 위해 이 문단에 따라 인위적으로 종단된 모든 케이블도 시험챔버 벽 또는 바닥에 추가적 150 Ω 공통모드 종단을 해야 한다.
다음 사항들을 7.3.6.3과 함께 고려해야 한다.

- 시험품이 적절히 작동하기 위해 관련기기(AE)가 필요하다면, AE가 복사성 방출 측정 또는 복사내성 시험에 영향을 주지 않도록 특별히 주의를 기울여야 한다. 챔버 차폐 상에 적절한 연결 인터페이스가 있다면 AE는 무반사실 밖에 위치해도 된다. 상호연결 케이블을 통해 무반사실 안으로 또는 밖으로 RF 누설을 방지하기 위한 대책이 필요할 수 있다.

- AE로부터의 불요 방출을 억제하기 위해 사용된 기타 방법 또는 기기는 시험실 밖에 또는 융기된 바닥 밑에 위치해야 한다.

• 케이블 배치, 부착된 케이블과 종단, 시험 체적을 나가는 케이블에 CMAD의 사용, 시험 체적 밖 AE로부터의 방출을 억제하기 위해 취해진 기타 대책을 포함해 시험 배치를 시험 성적서에 명확히 기술해야 한다.

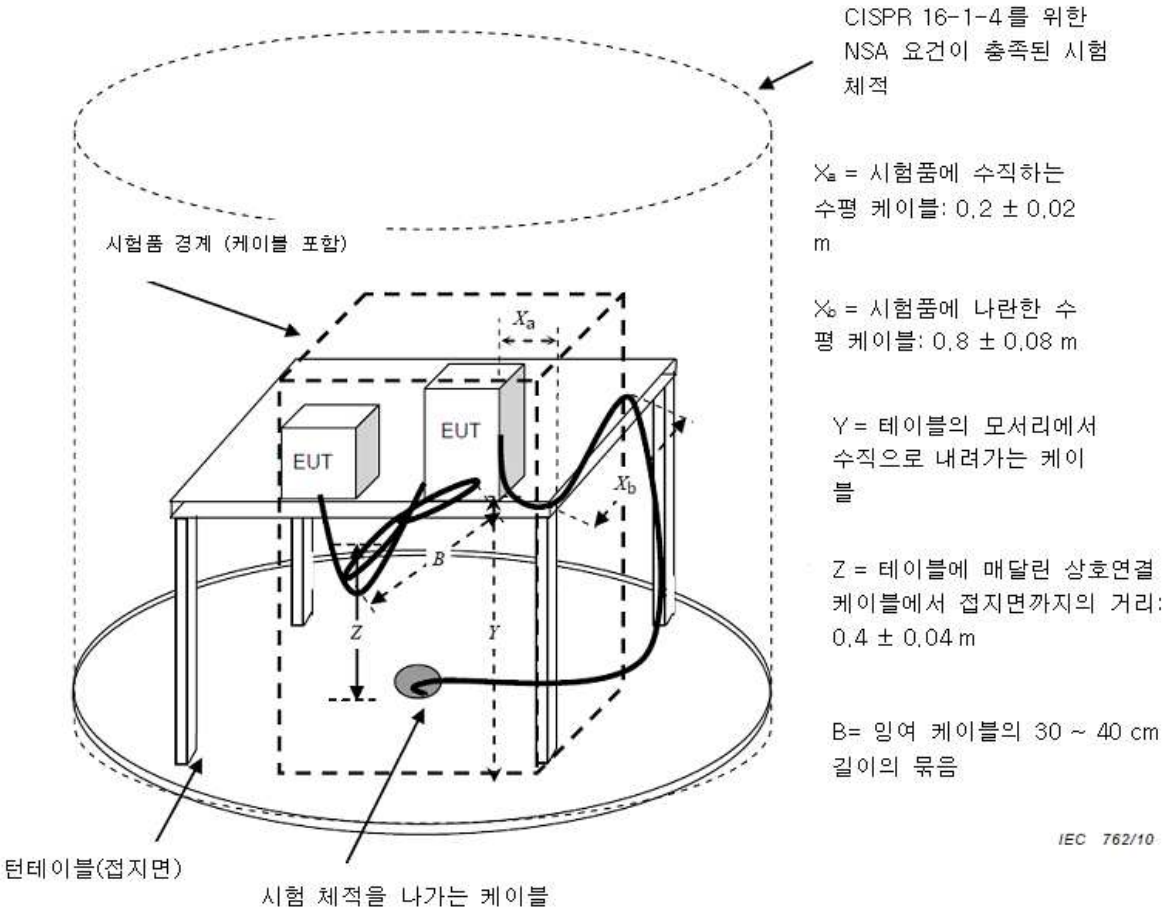


그림 11 – 탁상형 기기의 시험 배치

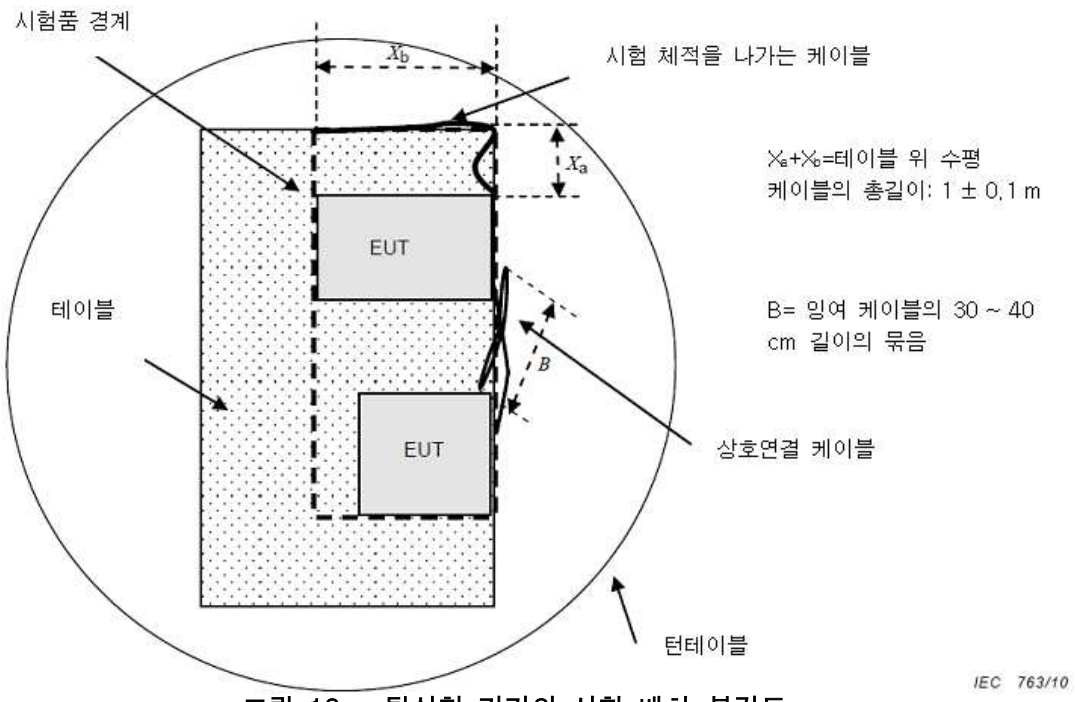


그림 12 – 탁상형 기기의 시험 배치–부감도

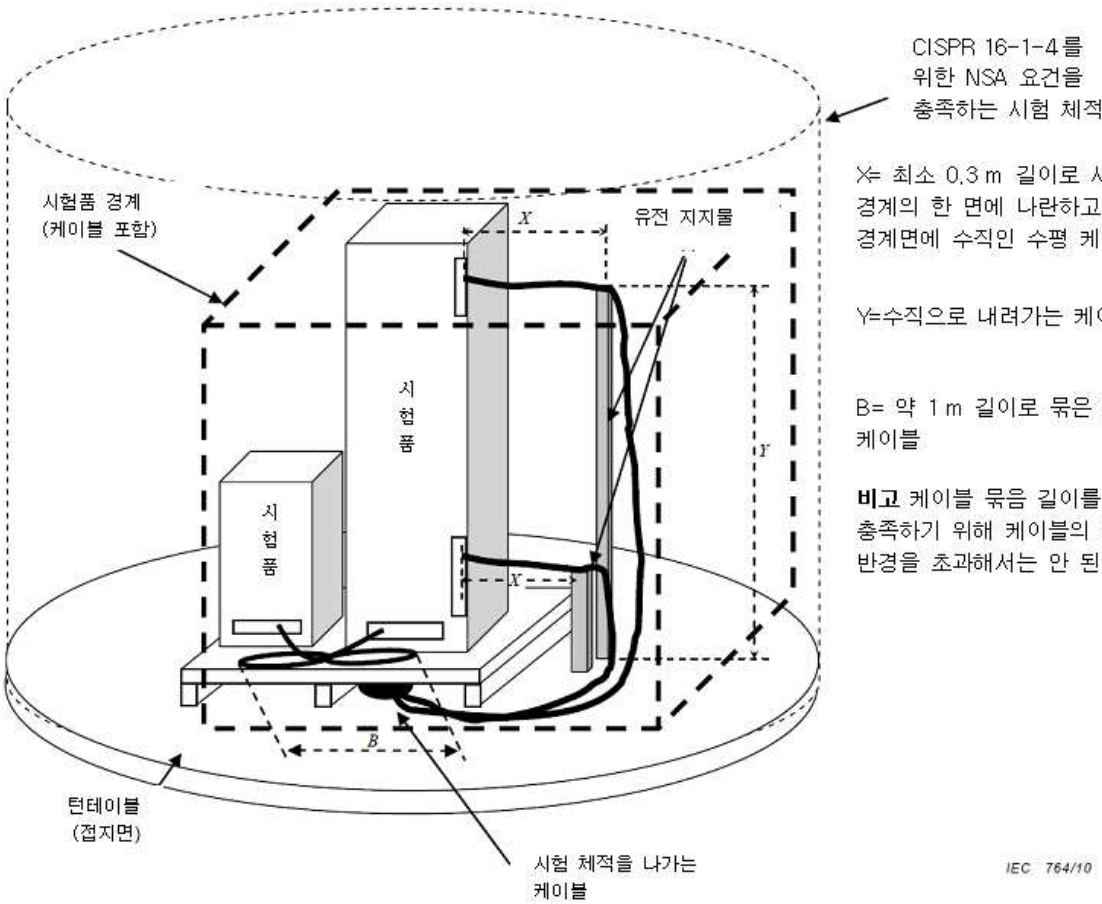


그림 13 – 거치형 기기의 시험 배치

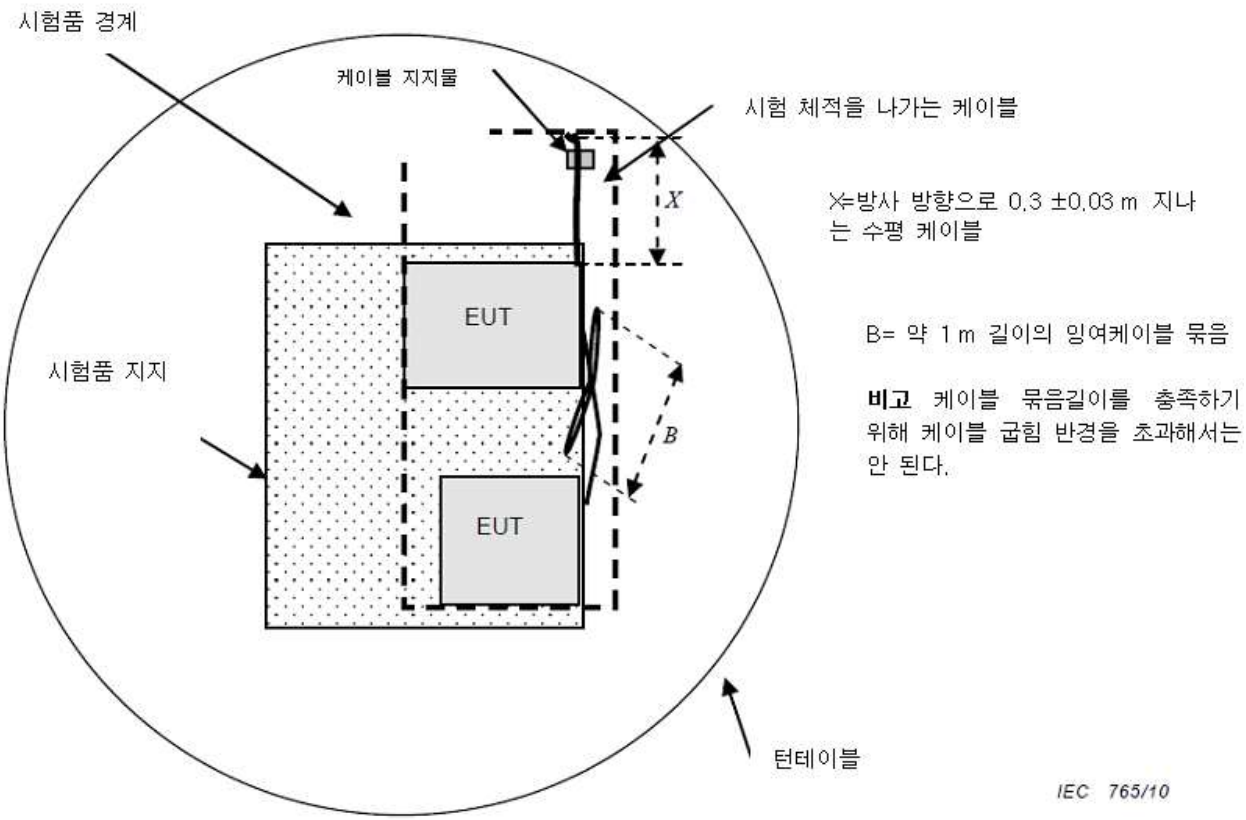


그림 14 – 거치형 기기의 시험 배치–부감도

7.5.5 공통 방출/내성 배치 및 방법의 측정 불확도

방출 측정의 불확도에 대한 일반 및 기초 고려사항은 KS C CISPR 16-4-1에 나와 있다.

7.6 완전 무반사실과 흡수체 부착 야외시험장/반무반향실(1 GHz~18 GHz)

7.6.1 측정량

측정할 양은 측정 거리에서 시험품이 방출하는 전기장 세기다. 결과는 전기장 세기 측면에서 표현해야 한다.

일부 표준에서는 1 GHz보다 높은 기기 방출 한계값을 유효 복사 전력(PRE)dB(pW)측면에서 표현한다. 자유공간 원거리장 조건 아래서, PRE를 3 m 거리에서의 전기장 세기 dB(μV/m)로 환산하기 위한 방정식은 다음과 같다.

$$\mathrm{E}_{3\mathrm{m}} = P_{RE} + 7.4 \tag{7}$$

거리 d (m)가 3 m 이외의 거리인 경우:

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

7.6.2 측정 거리

시험품이 방출하는 전기장 세기는 3 m 거리에서 측정하는 것이 바람직하다. 측정 거리 d는 시험품의 경계와 수신 안테나 기준점 간 수평거리이다(그림 15 참고). 시험품은 케이블 랙과 지탱 기기 및 최소 30 cm 거리의 케이블을 포함해 시험품의 모든 부분을 아우른다.

실제 상황에서는 다른 거리가 사용될 수 있다. 예를 들면:

- 배경 노이즈가 높은 경우 또는 불요 반향의 효과를 줄이기 위해 더 짧은 거리가 사용될 수 있다. 하지만 측정 거리가 D2/(2λ)보다 크거나 같지 않도록 주의해야 한다.

- 대형 시험품일 때는 안테나 빔이 시험품 주변을 에워쌀 수 있도록 더 큰 거리를 사용할 수 있다.

비고 시험품 방해 신호의 지배적 성분은 조화되지 않고 점 발생원으로부터 복사될 수 있다고 가정되기 때문에, 위에서 말한 최소 거리, 즉 $D^2/(2\lambda)$는 시험품 치수가 아니라 측정안테나 치수를 사용해서 정해야 한다.

3 m 이외의 거리에서 측정을 한다면 (앞의 주 참고), 측정 거리는 1 m 이상이고 10 m 이하여야 한다. 그런 경우, 측정 데이터는 자유공간 전파를 가정해 3 m 거리로 조정되어야 한다. 동일 거리에서의 측정치뿐 아니라 다른 거리에서의 측정치를 결과의 외삽과 비교하면 대체로 상관관계가 없을 것이다. 이 시험방법을 참조하는 표준이나 명세는 바람직한 측정 거리를 명시해야 한다.

7.6.3 시험품의 배치와 작동 조건

일반 가이드라인으로서, 시험품의 시험 배치와 작동 조건은 1 GHz 미만에서 사용되는 것과 같아야 한다. 가능한 한, 시험 배치는 시험품의 가장 전형적인 구성 (탁상형, 거치형, 랙 설치형, 벽 설치형 등)을 대표해야 한다. 또 시험 배치는 1 GHz 초과 주파수에서의 측정하는 경우 대체로 안테나와 시험품 사이의 바닥에 흡수체가 필요하다는 것도 고려해야 한다. 1 GHz 초과 주파수에서 방출을 측정하는 경우, 가능한 한 시험품은 흡수체의 높이 위로 올려야 한다. 시험품 전체를 흡수체 위로 올리기가 불가능하다면 (예를 들면 랙설치형 또는 거치형 기기의 경우), 복사하는 요소가 흡수체보다 높게 위치하도록 시험품을 구성해야 한다 (예컨대 랙이나 샤시 내에서). 시험품은 KS C CISPR 16-1-4에 기술된 바와 같은 현장 검증 시 결정된 시험 체적 안에 위치시켜야 한다. 이것이 불가능하고 시험품 또는 시험품의 복사 요소를 흡수체 높이 위로 올리는 것이 안전하다면, 흡수체의 최고점 밑에 위치해도 되는 시험품의 최대 범위는 30 cm이다 (**7.6.6.1**과 **그림 15** 참고).

사용된 실제 시험품 구성과 배치를 시험 성적서에 문서화 해야 하고, 시설 바닥 또는 턴테이블 표면에 관하여 시험품의 위치, 바닥에서 흡수체의 배치 (높이와 위치) 및 수신 안테나 위치를 명확히 나타낸 사진 또는 도면을 곁들여야 한다.

7.6.4 측정 장소

측정 장소는 KS C CISPR 16-1-4에 기술된 요건에 부합해야 한다.

7.6.5 측정계기

측정계기는 KS C CISPR 16-1-1과 KS C CISPR 16-1-4에 기술된 요건들에 부합해야 한다.

첨두 한계값과의 적합성을 검증할 측정은 KS C CISPR 16-1-1에 정의된 1 MHz의 측정 대역폭 (임펄스 대역폭)을 사용하는 첨두 측정 스펙트럼 분석기 또는 수신기로 수행해야 한다.

첨두 한계값과의 적합성을 검증할 측정은 KS C CISPR 16-1-1에 정의된 대로 설정된 1 MHz의 측정 대역폭 (임펄스 대역폭)과 감소된 비디오 대역폭을 사용하는 첨두 측정 스펙트럼 분석기 또는 수신기로 수행해야 한다. 평균 측정에 필요한 비디오 대역폭의 값은 측정할 입력 신호의 최저 스펙트럼 성분보다 작아야 한다.

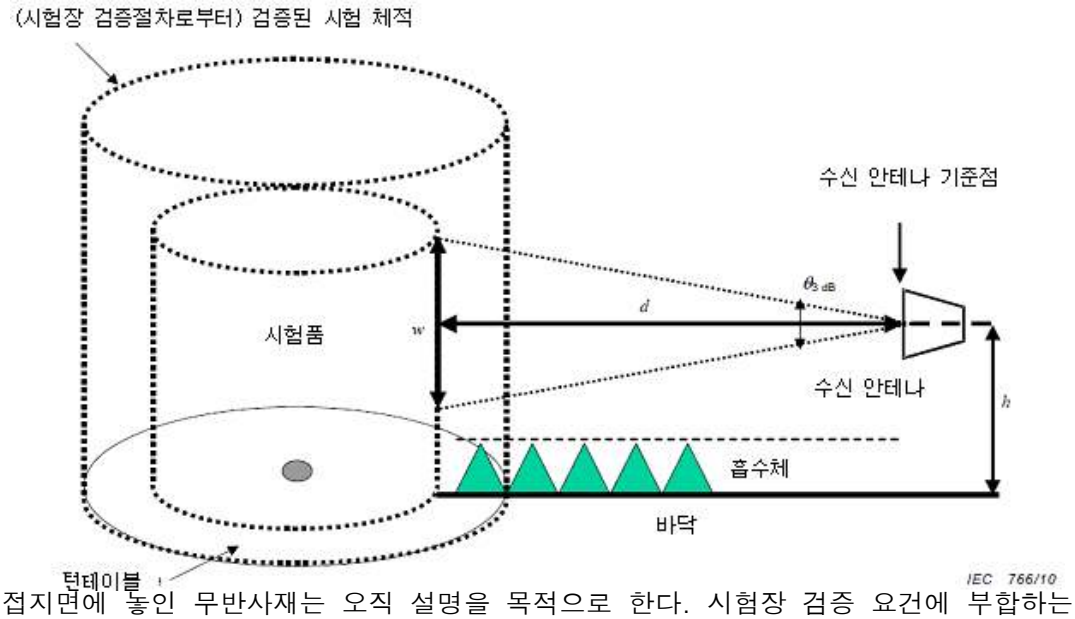
비고 스펙트럼 분석기는 디스플레이 모드를 선형으로 설정하고 비디오 대역폭은 측정할 입력 신호의 최저 스펙트럼 성분보다 작은 값으로 설정하여 평균 측정을 수행하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 입력 신호가 1 kHz 펄스반복주파수(PRF)를 갖고 있다면, 1 kHz 미만의 비디오 대역폭의 경우, 신호의 직류 성분 (즉, 평균 값)만 비디오 필터를 통과할 것이다.

이 요건들에 부합하는 다른 형식의 선형 평균값 검파기의 사용은 허용된다. 일반적으로, 스펙트럼 분석기는 평균값 검파를 수행할 때는 로그 디스플레이 모드가 아니라 선형 디스플레이 모드로 설정해야 한다. 정확한 측정결과를 보장하기 위하여 더 좁은 비디오 대역폭을 사용하기 때문에 스펙트럼 분석기의 소인 시간은 증가시켜야 한다. 로그 검파기가 사용될 것이라고 명세 한계값이 가정하는 경우에는 평균 측정을 위해 로그 모드가 허용된다.

7.6.6 측정 절차

7.6.6.1 1 GHz 초과 복사장 측정 방법의 일반 설명

1 GHz 초과 복사장 측정 방법은 시험품으로부터 방출된 최대 전기장을 **그림 15**와 같은 배치를 사용해 측정한다.



비고 접지면에 놓인 무반사재는 오직 설명을 목적으로 한다. 시험장 검증 요건에 부합하는 흡수체

의 설치에 대한 더 상세한 지침을 보려면 KS C CISPR 16-1-4를 참고.

그림 15 – 1 GHz 초과에서 측정 방법, 수직편파의 수신 안테나

다음 설명은 그림 15에 제시된 파라미터와 용어들에 적용된다.

- 검증된 시험 체적: 시험장 검증 절차 (KS C CISPR 16-1-4 참고) 수행 시 평가된 체적. 전형적으로 이것이 시설에서 시험될 수 있는 최대 지름의 시험품을 결정한다.
- 시험품 (체적): 케이블 랙과 최소 30 cm 길이의 케이블을 포함해 실제 시험품의 모든 부분을 완전히 에워싸는 최소 지름의 실린더. 이 실린더 내에 위치하는 시험품은 시험품의 중심을 기준으로 회전할 수 있어야 한다 (전형적으로 원격 제어되는 턴테이블에 의해). 시험품은 검증된 시험 체적 안에 위치시켜야 한다. 최대 30 cm의 w (아래 w 의 정의 참고)는 시험품이 거치형인 경우에만 바닥의 흡수체의 높이 아래 있어도 되며, 흡수체의 높이보다 높을 수 없다 (7.6.3 참고).
- θ_3 dB: 관심 주파수의 각각에서 수신 안테나의 3 dB 대역폭. θ_3 dB은 각 주파수에서 E 평면과 H 평면의 최소치이다. θ_3 dB은 제조자가 제공한 수신 안테나 데이터에서 구할 수 있다.
- d : 측정 거리(m). 이것은 시험품의 경계와 수신 안테나 기준점 사이의 수평 거리이다.

  w : 측정 거리 d 에서 θ_3 dB에 의해 형성된 시험품 접선의 치수. 방정식 (9)를 사용해서, 사용된 실제 안테나와 측정 거리마다 w 를 계산해야 한다. w 값을 시험 성적서에서 포함시켜야 한다. 이 계산은 제조자가 제공한 수신 안테나 빔 폭 명세에 기초할 수 있다:
- $w = 2d\tan(0.5\Theta_3 \text{ dB})$ (9)
- w는 **표 3**에 명시된 최소 치수여야 한다.
- h : 수신안테나의 기준점부터 바닥까지 측정한 수신안테나 높이.

표 3에는 w 의 최소 허용 치수($w_{\min}$)이 나와 있다. 표 3에 있는 최소 요건들은 7.6.2에 명시된 최소 허용 측정 거리 1 m에서의 시험과 제시된 θ_3 dB 값들에 기초해 방정식 (9)로부터 계산된 것이다. 측정 거리 d와 안테나 형식은 전기장을 측정하는 임의 주파수에서 w 가 표 3의 값보다 크거나 같도록 선택해야 한다. 표 3에 없는 주파수에서는, $w_{\min}$ 한계값을 나열된 가장 가까운 두 주파수 사이에서 선형 내삽해야 한다. 표 4에는 측정 거리 1 m, 3 m 및 10 m에서 3가지 안테나 형식에 대하여 방정식 (9)를 사용해 계산된 w 값들의 예가 나와 있다.

최대 방출은 시험품이 방위각 (0°~360°)으로 회전할 때 수신 안테나의 높이를 이동시키면서 측정한다. 시험품의 전형적인 두 범주에 요구되는 높이 조사의 범위는 아래 명시되어 있고 그림 16에 나와 있다.

표 3 – w 의 추가 치수($w_{\min}$)

주파수 (GHz)	$\theta_{3\,dB,\min}$ (°)	$w_{\min}$ (m)
1.00	60	1,15
2.00	35	0.63
4.00	35	0.63
6.00	27	0.48
8.00	25	0.44
10.00	25	0.44
12.00	25	0.44
14.00	25	0.44
16.00	5	0.09
18.00	5	0.09

비고 1 방정식 (9)를 충족한다면 치수 w는 제시된 최소값보다 커도 되고, 제시된 최소 필수 w값 $=w_{\min}$을 충족하는 다른 안테나와 거리를 사용할 수 있다.

비고 2 수신 안테나의 각 높이마다 두 편파를 측정할 것이 요구되기 때문에 w는 w^2 (m^2)과 동일한 최소 사각 관측면적을 이룬다.

비고 3 일부 경우에서, w는 시험품의 물리적으로 분리된 여러 물리적 구성 요소들을 에워쌀 수 있다. 예를 들어, 다중 캐비닛 시스템의 분리된 여러 캐비닛들은 동시에 시험된다.

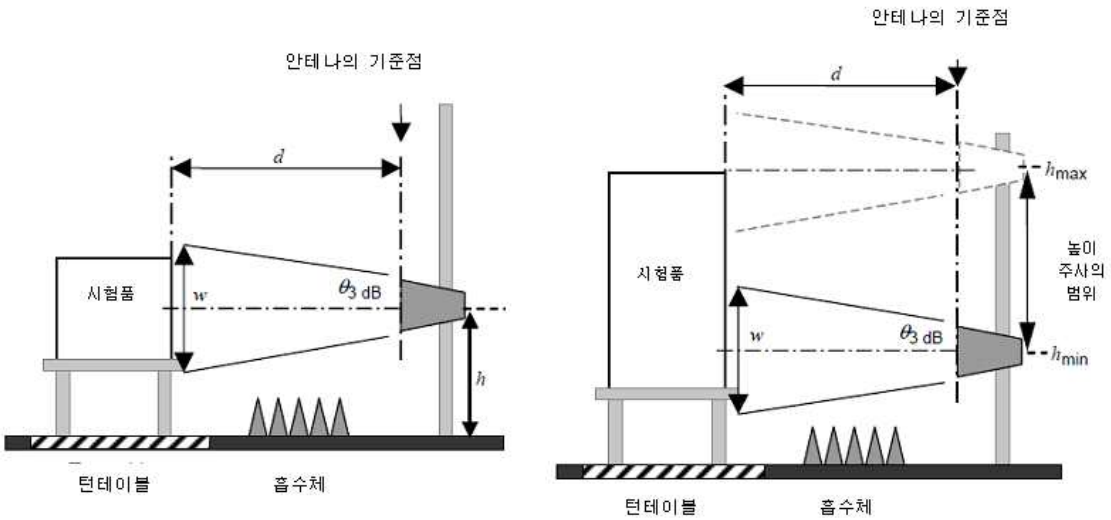
비고 4 높이 주사 요건은 w에 따라 달라지기 때문에, 더 넓은 빔 폭의 안테나와 제시된 최소 요건보다 큰 측정 거리를 선택함으로써 w를 최대화 하는 것이 유리할 수 있다.

비고 5 사용된 안테나의 패턴과 빔 폭은 측정결과에 영향을 줄 수 있다. 안테나는 안테나 인자 외에도 최소 2개의 영향인자를 갖는다: 1) 안테나 패턴의 리플 또는 다른 이상치, 그리고 2) 안테나들의 빔 폭 차이. 이 인자들은 시험품 상의 개별 물리적 장소로부터 방출되는 얼마나 많은 (건설적) 방출들이 안테나 빔 폭 내에 들어가는가에 따라 상이한 결과를 낼 수 있다.

표 4 – 3가지 안테나의 w 값의 예

주파수 GHz	DRG 혼(Horn)				LPDA 또는 LPDA-V[a]			
	θ_3 dB °	d = 1 m w m	d = 3 m w m	d = 10 m w m	θ_3 dB °	d =1 m w m	d = 3 m w m	d = 10 m w m
1.00	60	1.15	3.46	11.55	60	1.15	3.46	11.55
2.00	35	0.63	1.89	6.31	55	1.04	3.12	10.41
4.00	35	0.63	1.89	6.31	55	1.04	3.12	10.41
6.00	27	0.48	1.44	4.80	55	1.04	3.12	10.41
8.00	25	0.44	1.33	4.43	50	0.93	2.80	9.33
10.00	25	0.44	1.33	4.43	50	0.93	2.80	9.33
12.00	25	0.44	1.33	4.43	50	0.93	2.80	9.33
14.00	25	0.44	1.33	4.43	45	0.83	2.49	8.28
16.00	5	0.09	0.26	0.87	40	0.73	2.18	7.28
18.00	5	0.09	0.26	0.87	40	0.73	2.18	7.28

[a]: LPDA-V: V형 대수주기 다이폴 어레이. $\theta_{3\ dB}$ 와 w 에 제시된 값들은 LPDA와 LPDA-V에 전형적인 값들이다. 그러나 이 안테나들의 이득은 대체로 서로 다르다.



a) w 는 시험품 높이를 포함한다 (고정높이 측정)

b) w는 시험품 높이를 포함하지 않는다. (높이 주사 요구)

그림 16 – 2가지 범주의 시험품의 높이 주사 요건

최대 치수가 w 보다 작거나 같은 시험품일 경우, 수신 안테나의 중심을 시험품 중심의 높이에 고정해야 한다 [그림 16 a)]. 최대 수직 치수가 w 보다 큰 시험품일 경우, 그림 16의 b)와 같이 안테나 중심을 w 에 나란한 선을 따라 세로방향으로 주사해야 한다. 요구되는 h 스캐닝 범위는 1~4 m이다. 시험품 높이가 4 m보다 작으면, 수신 안테나의 중심을 시험품 꼭대기보다 높은 높이까지 주사할 필요는 없다. 두 경우 모두, 고정 높이 h 또는 조사하는 높이의 범위를 시험 성적서에 기록해야 한다.

비고 위 문단에 따라 높이 주사가 요구될 때는, 최종적 최대 방출을 얻기 위하여, 요구된 높이 범위 내에서 연속적으로 높이를 주사할 것이 권장된다. 계단식 높이 증분이 사용된다면, 최대 방출을 포착하기 위해 높이 증분을 충분히 작게 하도록 주의해야 한다.

w 의 수평 범위에 관하여, 시험품은 완전히 w 내에 있을 필요 없다. 시험품 폭이 w 보다 클 경우, 시험품은 측정 축의 가로방향 중심에 있어야 하고, 그러면 시험품의 회전은 최대 전기장 세

기 결정에 필요한 수평 주사를 제공한다. 수신 안테나를 측정 축 너머까지 수평으로 움직이는 수평선 (횡방향 옆길) 스캐닝은 필요치 않지만, 제품 표준에 명시되어 있다면 사용할 수 있다.

7.6.6.2 종래의 (비통계적) 검파기를 이용한 측정

7.6.6.2.1 일반 측정 절차

어떤 시험품의 경우, 방출 주파수는 가장 먼저 예비 방출 최대화에 의해 검파되어야 한다(**7.6.6.2.2** 참조). 그 후에 최종 방출 시험을 한다(7.6.6.2.3 참조). 이들 두 측정은 제한거리에서 수행함이 바람직하다. 어떤 타당한 이유로 측정이 제한거리와 상이한 거리에서 이루어질 때는, 제한거리에서의 측정을 먼저 하도록 하는데, 이는 분쟁 발생시 결과치의 해석에 도움을 주기 위함이다.

이러한 측정을 수행함에 있어서, 허용기준치와 관련한 측정기기의 감도는 시험 전에 결정되어야 한다. 만약 전체적인 측정감도가 부적절하다면, 저-노이즈 증폭기를 사용하거나 측정 거리를 더 짧게 하거나 안테나의 이득을 더 높여볼 수 있다. 만약 더 짧은 측정 거리 혹은 고이득 안테나를 사용하는 경우, 시험품의 크기 대 빔 폭을 참작해야 할 것이다. 또한, 전치증폭기를 사용할 경우는 측정시스템의 과부하 수준을 적정선으로 결정해야 할 것이다.

고수준의 신호 상태에서 저수준의 방출이 측정되는 경우 측정기기의 소손 및 포화에 대한 보호가 필요하다. 대역통과, 대역저지, 저역통과 및 고역통과 필터들의 조합이 사용될 수 있다. 그러나 측정 주파수에서의 이들 혹은 기타 장치의 삽입손실이 알려져야 하며 측정보고서에 계산에 포함되어야 한다.

비고 비선형 효과(과부하, 포화 등)의 발생여부를 알아내는 간단한 방법은 측정기의 입력에 10 dB의 감쇠기를 삽입하여 (이미 1개가 사용 중이라면, 전치증폭기 앞쪽), (비선형 효과를 유발할 수 있는) 고진폭 신호의 모든 고조파 진폭이 10 dB만큼 감소했다는 것을 입증하는 것이다.

7.6.6.2.2 예비 측정 절차

이 항의 절차는 참고용이다. 규정적인 측정요건은 **7.6.6.2.3**에 명시되어 있다. 주어진 운용모드에서의 최대 복사성 방출은 아래와 같은 단계적 절차를 이용하여 예비시험 중에 발견될 수도 있다. 측정 시간을 최소화하기 위하여, 먼저 첨두값 검파를 사용해 측정한 다음에 그 시험결과를 평균 한계값과 비교할 것이 제안된다. 이후에 평균값 검파기로 측정하고 그 결과를 평균 한계값과 비교하는 것은 첨두값 검파로 수집된 데이터가 평균 한계값을 초과하는 주파수 범위에서만 수행될 것이다.

복사성 방출을 확인하기 위한 예비절차 가이드라인은 다음과 같다.

a) 첨두값 검파와 최대홀드 모드를 사용하는 안테나의 완전한 주파수 범위에서 주사 또는 소인 모드를 사용한다.
b) 적절한 신호 차단을 보장하기 위하여 적절한 소인 또는 주사 시간을 결정해야 한다.
c) 필요하다면, 예비시험 동안에, 스펙트럼 분석기 또는 수신기의 디스플레이된 노이즈 레벨을 줄이기 위하여 소인 모드에서 분해능 대역폭을 줄일 수 있다. 이것은 광대역 방출의 진폭을 줄일 수 있으므로 방출이 광대역인지 협대역인지 판정하기 위한 추가 조사가 필요할 수 있다.
d) 시험품을 연속적으로 또는 15° 이하의 증분으로 회전시킨 다음, 다른 편파에 대해서도 반복한다. 각 관심주파수에서 최대 방출을 결정하기 위해서는 시험품을 두 편파에 대하여 360° 방위로 회전시켜야 한다.
e) 연속 턴테이블 회전 모드의 경우, 스펙트럼 분석기 소인 시간은 선택된 주파수 스팬이 턴테이블의 15° 회전에 필요한 시간 이내에 소인 될 수 있도록 설정해야 한다. 턴테이블의 회전 속도가 스펙트럼 분석기의 완전한 소인 또는 주사 동안 15°보다 큰 각도가 포함될 정도면, 스펙트럼 분석기 소인 시간을 줄이고 소인 당 최대 15°의 턴테이블 회전을 달성하기 위해 더 작은 주파수 범위를 사용해야 한다.
f) 최대 방출을 보이는 주파수를 확인하기 위해 필요한 상기 방법은 **7.6.6.1** (과 **그림 16**)에서 요구된 모든 높이 레벨에 적용될 수 있고, 시험품의 다양한 작동모드에 적용될 수 있다.
g) a)~d) 단계에서 발견된 주파수들을 한층 더 평가하기 위하여, 작은 주파수 스팬 (전형적으로 5 MHz 이하)을 사용하고, 추가적 더 작은 턴테이블 증분과 높이 계단을 사용해 한계값 근처의 주파

수들을 조사한다. 전형적으로, 명세서 한계값의 약 10 dB 이내의 모든 주파수는 좁은 주파수 스팬과 추가적인 더 미세한 회전/높이 증분을 이용한 추가 조사를 보장한다.

7.6.6.2.3 최종 측정 절차

주어진 측정 거리에서 시험품에 의해 방출되는 전자기장 세기는 (수신안테나가 이 최대방출과 정렬이 되는) 예비 방출 최대화에서 확인된 최대방출을 만드는 구성 (안테나 높이, 시험품 방위각 등)을 사용하여 측정한다. 최종 측정은 예비 측정에서 최대 방출을 하는 것으로 확인된 시험품 작동모드를 사용해서 수행해야 한다.

이 최종 측정은 사용되는 주파수 스팬에 비례하는 일정한 시간 동안에 스펙트럼 분석기상의 최대 홀드의 결과이어야 한다. 이 일정한 시간은 각각의 제품 혹은 제품군에 대하여 각각의 특정한 피시험 제품과 관련한 시정수와 운용모드의 지속기간을 참작하여 지정된다. 최종 측정은 필요한 모든 검파기를 사용해서 수행해야 한다. 다른 방법으로는, 모든 지정 한계값과의 적합성을 입증하기 위해 첨두 측정 결과를 사용할 수도 있다.

최대 방출을 낳는 시험품의 구성 (안테나 높이, 시험품 방위, 작동모드 등)이 예비 측정에서 확실하게 결정되지 않으면, 다음 추가 측정을 수행해야 한다.

a) 최대 지수가 w 보다 작거나 같은 시험품의 경우, 수신 안테나의 중심을 시험품의 중심의 높이에 고정해야 한다 (**그림 16**의 a) 참고).
b) 최대 수직 치수가 w 보다 큰 시험품의 경우, **7.6.6.1**에 명시된 높이 주사 요건 (상한과 하한)에 따라 높이 스캐닝을 수행해야 한다.
c) 모든 경우에서, 최대 방출을 찾기 위하여, 시험품을 0~360° 범위의 모든 각도의 방위로 회전시켜야 하고, 수평편파와 수직편파에 대하여 측정을 수행해야 한다.

요약하면, 1 GHz 초과 주파수에서 최종 측정 요건은 다음과 같다.

1) 턴테이블을 회전시켜 또는 수신안테나를 체적 둘레로 움직여 시험품을 0~360° 방위로 회전시켜야 한다.
2) 시험품 높이가 세로 방향으로 w 보다 높다면 수신 안테나의 높이를 스캐닝해야 한다.
3) 수직편파와 수평편파 둘 다 조사해야 한다.

7.6.6.3 APD (통계적) 기능을 이용한 측정

7.6.6.3.1 일반

방해 신호의 진폭 확률분포(amplitude probability distribution, APD) 측정은 문제의 방해 신호의 통계적 특징을 제공한다. APD 측정 기능의 적용에 대한 배경 자료는 **KS C CISPR 16-3** [3]의 **4.6**에 나와 있다. 제품 위원회는 APD 측정을 최종 방출 시험에 사용할 방법으로 선택할 수 있다. APD 측정은 시험품이 높은 방해 전기장 세기를 일으키는 주파수에서 수행해야 한다. 주파수의 개수와 선택방법은 제품위원회가 정해야 한다.

APD 측정은 다음 두 방법 중 하나를 사용해서 수행해야 한다. 첫 번째 방법은 지정 시간확률 $p_{\lim it}$ 에 관하여 방해 레벨 E_{meas} [dB (μV/m)]을 측정하는 것이며, 방법 1이라고 칭한다 (**7.6.6.3.2** 참고). 두번째 방법은 방해 포락선이 지정 레벨 $E_{\lim it}$ [dB (μV/m)]을 초과하는 시간의 확률을 측정하는 것이며, 방법 2라고 칭한다 (**7.6.6.3.2** 참고). 두 APD 측정 방법의 세부사항을 보여주는 추가 정보와 그림은 **부속서 D**에 나와 있다.

제품위원회가 APD 접근법을 사용하기로 결정하면, 방법 1이나 방법 2를 선택해야 한다. APD 측정계기가 A/D 변환기를 포함하지 않으면, 방법 2만 사용해야 한다. APD 측정계기가 A/D 변환기를 포함하면 방법 1이나 방법 2를 사용할 수 있다.

한계값 쌍 ($E_{\lim it}$, $p_{\lim it}$)의 개수와 그것들의 값은 제품위원회가 명시해야 한다. 또

제품위원회는 APD 한계값과 함께 첨두 한계값도 사용할지 여부를 결정해야 한다.

7.6.6.3.2 방법 1-방해 레벨 측정

이 측정은 다음 절차를 사용해서 수행해야 한다:

1) KS C CISPR 16-1-1에 따라 스펙트럼 분석기의 분해능 대역폭(RBW)과 비디오 대역폭 (VBW)를 설정한다 (1 GHz 초과에서 측정하는 경우).
2) 높은 방해가 관찰되는 주파수를 찾는다. 이것은 관심 주파수 범위에서 최대홀드 기능을 사용해서 할 수 있다. 이 절차를 적용할 때는 첨두값 검파를 사용해야 한다.

비고 협대역 방출이 광대역 방출에 가려지는 경우, 첨두값 검파기와 조합된 최대홀드 모드는 협대역 방출을 간과할 수 있다. 그러므로 측정할 협대역 방출의 주파수를 찾기 위해 추가 측정이 필요할 수 있다. 제품 위원회는 평균값 검파기 또는 디지털 비디오 평균을 사용하는 추가 소인을 요구할 수 있다. 더욱이 APD 측정을 위한 주파수 개수도 제품 위원회에서 지정될 수 있다.

3) APD 측정을 할 주파수를 결정한다. 주파수 개수는 제품위원회가 지정해야 한다.
4) 스펙트럼 분석기의 중심 주파수를 이 절차의 2)를 적용하면서 최고 레벨이 관측된 주파수에 설정한다.
5) 스펙트럼 분석기의 기준 레벨을 2)에서 나온 최대 방해 레벨보다 최소 5 dB 높게 설정한다.
6) 스펙트럼 분석기를 주파수 스팬 모드로 설정하고, 제품위원회가 지정한 측정 시간 동안 방해의 APD를 측정한다. 이 측정은 방해시간보다 길어야 한다.
   요동하는 방해 주파수의 경우, 제품 위원회는 방해의APD를 측정할 주파수 범위 XX (MHz)를 지정해야 한다. XX MHz 범위 내 APD는 1 MHz 주파수 계단크기로 측정해야 한다. 그러나 APD 측정치가 APD 한계값보다 -6 dB 큰 주파수 범위의 경우, 더 작은 주파수 계단 (예: 0.5 MHz)을 이용해 추가 측정이 필요할 수 있다. 제품 위원회는 더 작은 주파수 계단크기를 정의해야 한다.
7) 스펙트럼 분석기의 중심 주파수를 2)에서 결정된 그 다음 주파수로 변경한 다음, 모든 주파수의 APD 측정이 수행될 때까지 4)~6) 단계를 반복한다.
8) 6)의 결과로부터 지정 확률 $p_{\lim it}$ 에 대한 방출레벨 E_{meas} [dB (μV/m)]를 읽는다.
9) E_{meas} [dB (μV/m)]와 한계값 $E_{\lim it}$ [dB (μV/m)]을 비교한다. 모든 주파수에서 E_{meas} 가 $E_{\lim it}$ 보다 작으면 시험품은 적합하다.

7.6.6.3.3 방법 2-시간확률 측정

이 측정은 다음 절차를 사용해서 수행해야 한다.

방법 2의 1), 2), 3), 4), 5) 및 7) 단계는 방법 1 (7.6.6.3.2)의 해당 단계들과 동일하다.

방법 2는 방법 1의 6), 8), 및 9) 단계를 다음과 같이 수정한다.

1) 스펙트럼 분석기를 제로 주파수 스팬 모드로 설정하고, 측정 시간 동안 방해의 APD를 측정한다 (또는 지정된 레벨에 대한 확률 P_{meas} 를 측정한다). 측정 시간은 제품위원회가 지정한다.
2) 6)의 결과로부터 방해 포락선이 지정 레벨 $E_{\lim it}$ [dB(μV/m)]을 초과하는 확률 P_{meas} 를 읽는다.
3) P_{meas} 을 한계값 $p_{\lim it}$ 과 비교한다. 모든 주파수에서 P_{meas} 가 $p_{\lim it}$ 보다 크거나 같으면 그 시험품은 적합하다.

7.6.7 FAR에 관한 측정 불확도

방출 측정의 불확도에 대한 일반 및 기초 고려사항은 KS C CISPR 16-4-1에 나와 있다.

7.7 현장 측정 (9 kHz~18 GHz)

7.7.1 현장 측정의 적용성과 준비

현장 측정은 특정 장소에서 장해 문제, 즉 전기기기가 주변에서 무선수신 장해를 유발한다고 의심되는 경우에 장해 문제를 조사하기 위해 필요할 수 있다. 표준 시험장에서 복사성 방출 측정이 기술적 이유로 가능하지 않으면, 관련 제품표준에서 허용하는 경우, 적합성 평가를 위해 현장 측정을 할 수 있다. 현장측정을 위한 기술적 이유는 과도한 크기 및/또는 시험품의 무게 또는 시험품 인프라와의 상호연결이 표준 시험장에서의 측정에 너무 비용이 많이 드는 상황 등이다. 시험품의 현장측정 결과는 대개 부지마다 다르거나 표준 시험장에서 얻은 결과와는 차이가 있고, 그래서 형식시험에는 사용될 수 없다.

비고 1 그러나 일반적으로, 주위 전기자기장에 의해 많든 적든 오염될 수 있는 현장 환경에 존재하는 전도성 구조물들 사이의 상호 결합이나 측정 안테나/시험품 같은 불완전으로 인해, 현장측정은 KS C CISPR 16-1-4에 명시된 적절한 시험장 (야외시험장 또는 대체시험장, 예를 들면 (반)무반사실)에서의 측정을 완전히 대신할 수는 없다.

시험품은 대개 하나 이상의 장치 및/또는 시스템으로 구성되고, 설비의 일부이거나 설비와 상호연결된다. 보통은 시험품의 바깥 부품들을 연결하는 경계를 측정 거리를 결정하기 위한 기준점으로 삼는다. 일부 제품 표준에서는 사무실 단지나 산업 단지의 바깥 벽 또는 경계를 기준점으로 삼는다.

시험품에 있는 잠재적 장해원(예: 오실레이터)을 고려해 배경 신호 중에서 방해 전기장 세기의 주파수와 진폭을 확인하기 위해 예비 측정을 수행해야 한다. 스펙트럼 분석기는 큰 주파수 스펙트럼을 분석할 수 있기 때문에 이런 측정에는 수신기 대신에 스펙트럼 분석기를 사용할 것이 권장된다. 방해신호의 주파수와 진폭을 확인하기 위하여, 연결된 케이블에 전류 프로브를 사용하거나, 근거리장 프로브를 사용하거나, 측정 안테나를 시험품에 더 가깝게 설치할 것이 권장된다.

시험품에서 가장 높은 방해 전기장 세기가 발생하는 작동모드를 결정하기 위하여, 가급적이면 선택된 주파수에서도 측정을 해야 한다. 이후에 시험품을 이 작동모드에 놓고서 측정해야 한다.

비고 2 시험품이 다른 기기의 작동에 독립적으로 작동모드를 전환할 수 없는 기기 품목인 경우, 최고 방해를 낳는 조건을 선택하기가 불가능할 수 있다. 일부 기기와 작동모드에서, 이런 조건들은 특히 작동이 주기적이면 시간에 좌우될 수 있다. 그런 경우, 최고 방해를 낳는 조건에 접근하는 관찰시간을 선택해야 한다.

최고 방해 전기장 세기의 방향을 결정하기 위해서는 선택된 각각의 주파수에서, 대략 같은 측정 거리에서, 시험품 둘레에서 측정을 해야 한다. 시험품은 적어도 세 방향에서 시험해야 한다. 각 주파수에서 최종 방해 전기장 세기 측정은 최고 방해 전기장 세기의 방향에서 해야 한다. 이 방향은 현지(배경) 조건을 고려해 주파수에 따라 다를 수 있다. 최고 방해 전기장 세기는 안테나를 수직편파와 수평편파에 두고서 측정해야 한다. 측정된 방해 전기장 세기 대 배경 방출의 비가 6 dB보다 작다면, 부속서 A에 기술된 측정 방법을 사용할 수 있다.

7.7.2 주파수 범위 9 kHz~30 MHz에서 전기장 세기 현장 측정

7.7.2.1 측정 방법

방해 자기장 세기는 시험품을 최고 방해 전기장 세기를 일으키는 작동모드에 두고 최대 복사의 방향에서 측정해야 한다.

수평편파 방해 전기장 세기는 표준 측정 거리 $d_{\mathrm{lim}it}$ 에서, KS C CISPR 16-1-4의 4.3.2에 기술된 루프안테나를 사용해, (안테나의 최저 부분부터 지면까지) 1 m 높이에서, 측정해야 한다. 최대 방해 전기장 세기는 안테나를 회전시키면서 측정해야 한다.

비고 임의 방향에서 사선을 따라 최대 방해 전기장 세기를 측정하기 위하여, 안테나는 세 직교방향을 향해야 하고, 측정된 전기장 세기는 다음 식으로 계산한다.

$$\mathrm{E}_{\mathrm{sum}} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

전기장 세기와 동등한 것에 대한 한계값이 주어져 있으나 측정된 전기장 세기는 자기 성분인 경우, 자기장 세기는 자유공간 임피던스 377 Ω을 사용해 자기장 판독치에 377을 곱함으로써 대응하는 전기장 세기로 환산할 수 있다. 자기장은 이 경우에 다음 식으로 구한다.

$$\mathrm{H}_{\mathrm{sum}} = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2}$$

이 자기장 값은 자기장 세기에 직접적으로 한계값이 주어진 경우에 직접적으로 사용할 수 있다.

안테나가 세 직교방향을 향할 수 없다면, 최대 방해 필드강도 측정을 위한 최대 판독치의 방향으로 안테나를 손으로 돌릴 수 있다

7.7.2.2 표준거리 이외의 측정 거리

제품 표준이나 일반 표준에 명시된 표준 거리 d_{limit} 을 고수하기가 불가능하면, 최대 복사 방향으로 표준 측정 거리보다 길거나 짧은 거리에서 측정을 해야 할 것이다. 표준 측정 거리를 사용하기가 불가능하면, 표준 측정 거리보다 길거나 짧은 여러 거리에서 적어도 세 번 측정을 해야 할 것이다.

측정 결과 (dB)는 측정 거리의 함수로서 로그 단위로 플로팅해야 한다. 측정결과들을 이은 하나의 라인을 그려야 한다. 이 라인은 전기장 세기의 감소를 나타내며, 측정 거리, 예를 들면 표준 거리 이외의 거리에서의 방해 전기장 세기를 결정하는 데 사용될 수 있다.

7.7.3 30 MHz 초과 주파수 범위에서 전기장 세기 현장 측정

7.7.3.1 측정 방법

방해 전기장 세기는 시험품을 최대 방해 전기장 세기를 일으키는 작동모드에 두고, 표준 거리에서, 최대 복사 방향에서 측정해야 한다. 최대 수평 편파 및 수직 편파 방해 전기장 세기는 광대역 안테나를 가급적 1~4 m 높이로 변화시키면서 측정해야 한다. 가장 높은 값을 측정치로 삼아야 한다.

200 MHz 이하의 주파수 범위에서는 바이코니칼 안테나, 200 MHz 초과 주파수 범위에서는 대수주기 안테나를 측정에 사용할 것이 권장된다. 측정 안테나와 근처 금속성 요소 (케이블 포함) 간 거리는 2 m를 넘어야 한다.

7.7.3.2 표준 측정 거리 이외의 측정 거리

표준 측정 거리 d_{std} 는 제품 표준이나 일반 표준에 명시된다. 표준 측정 거리를 고수하기가 불가능하면, 방해 전기장 세기는 **7.7.2.2**에 명시된 다른 측정 거리에서 측정해야 한다. 각 측정마다 안테나의 높이 주사를 사용해야 한다. 표준 측정 거리 d_{std} 에서의 방해 전기장 세기는 **7.7.2.2**에 따라 측정 거리의 함수로서 전기장 세기 측정치를 로그 단위로 플로팅 하여 결정해야 한다.

다양한 거리에서 측정하기가 불가능하고 측정 거리가 건물의 외벽이나 구내의 경계를 가리킨다면, 측정결과를 방정식 (10)을 사용해 표준 측정 거리로 환산해야 한다.

$$\mathrm{E}_{\mathrm{std}} = E_{meas} + 20n \log \frac{d_{meas}}{d_{std}} \qquad (10)$$

여기서

E_{std} 는 방출 한계값과 비교할 표준 측정 거리에서의 전기장 세기 [dB(μV/m)]

E_{meas} 는 측정 거리에서의 전기장 세기 [dB(μV/m)]

d_{meas} 는 측정 거리 (m)

d_{std} 는표준 측정 거리 (m)

인자 n 은 다음과 같이 거리 d_{meas} 에 따라 다르다.

30 m ≤ d_{meas} s이면, n=1;

10 m ≤ d_{meas} < 30 m 이면, n= 0.8;

3 m ≤ d_{meas} < 10 m 이면, n= 0.6.

비고 n<1은 측정 거리와 시험품까지의 거리 사이의 차이를 수용한다.

3 m보다 가까운 측정 거리는 사용해서는 안 된다.

가변 거리에서 측정하기가 불가능하고, 측정 거리가 건물의 외벽이나 구내의 경계를 의미하지 않아 방정식 (10)이 사용되지 않는다면, 전기장 세기는 복사 방해 전력을 측정해서 결정해야 할 것이다 (**7.7.4** 참고).

7.7.4 대체방법을 사용한 방해 유효복사 전력 현장 측정

7.7.4.1 일반 측정 조건

시험품을 끌 수 있는 경우 그리고 대체방법을 쓰기 위해 시험품을 제거할 수 있는 경우에만 추가 조건 없이 이 대체방법을 사용할 수 있다.

시험품을 제거할 수 없고 시험품의 앞면이 커다란 평면이면, 대체방법에 대한 이 앞면의 효과를 고려해야 한다 (방정식 (12) 참고). 시험품의 앞면이 측정방향에서 2차원 평면에 맞지 않으면, 추가적 측정 불확도를 고려하지 않는다.

시험품을 끌 수 없는 경우, 시험품으로부터의 방해 전기장 세기가 관심 주파수에서의 그것보다 적어도 20 dB 낮은 근접 주파수 ("근접"이란 수신기의 한두 IF-대역폭 이내를 의미한다)를 사용함으로써, 대체방법을 사용해 특정 주파수에서 시험품으로부터의 방해 복사 전력을 측정하는 것이 여전히 가능하다. 주파수 선택은 가급적 무선수신기의 장해 가능성을 고려해 선택해야 한다.

7.7.4.2 주파수 범위 30~1 000 MHz

7.7.4.2.1 측정 거리

측정 거리는 근거리장에서 측정하는 것을 고려해 선택해야 한다. 이 요건은 일반적으로

d 는 $\lambda/(2\pi)$ 보다 크고,

$d \geq 2D^2/\lambda$ 인 경우, (11)

여기서

d 는 측정 거리 (m),

D 는 케이블을 갖춘 상태의 시험품의 최대 치수 (m),

λ 는 파장 (m)이다.

또는 측정 거리 d가 30 m보다 크거나 같은 경우에 충족된다. 근거리장에서는 방정식 (10)의 지수 n을 1이라고 가정할 수 있다. 더 짧은 측정 거리를 선택한다면, 전기장 세기가 거리에 반비례하여 감소함을 검증하기 위해 7.7.3.2의 절차를 사용해 이 가정을 검증할 수 있다. 현지 조건 때문에 더 짧

은 거리를 선택해야 한다면 이것을 명시해야 한다.

7.7.4.2.2 측정 방법

유효 복사성 방해 전력은 시험품을 최고 방해 전기장 세기가 생기는 작동모드에 놓고 최대 복사의 방향에서 측정해야 한다. 측정 거리는 **7.7.4.2.1**에 따라 선택해야 하고, 선택된 주파수에서 최고 방해 전기장 세기는 안테나 높이를 가능한 한 1~4 m 높이로 변화시키면서 결정해야 한다.

유효 복사성 방해 전력 측정에는 아래 a)~g) 단계를 사용해야 한다.

a) 시험품은 단로하고 제거해야 한다. 반파 다이폴에 대하여 비슷한 복사 특징과 알려진 이득 G를 가진 반파 다이폴 또는 안테나로 시험품을 대신한다. 시험품을 제거하기가 불가능하면, 반파 또는 광대역 다이폴 (시험품과의 상호결합을 최소화 하기 위하여 약 150 MHz 미만의 주파수 범위를 가진)를 시험품 옆에 위치시킨다. 옆이란 3 m 이내를 말한다.
b) 반파 (또는 광대역) 다이폴은 동일 주파수에서 작동하는 신호발생기에 의해 급전되어야 한다.
c) 반파 다이폴 (또는 광대역 안테나)의 위치와 편파는 측정 수신기가 최고 전기장 세기를 받도록 하는 것이어야 한다. 시험품을 제거하지 않은 경우 가능하다면 시험품을 끄고 다이폴을 시험품 주위 3 m 이내로 옮겨야 한다.
d) 발생된 신호의 파워는 측정 수신기가 시험품으로부터 나온 최고 방해 전기장 세기의 측정 때와 동일한 판독치를 보일 때까지 변화시켜야 한다.
e) 시험품이 커다란 평면의 앞면을 이룬다면 (예를 들면 케이블 TV 통신망을 가진 건물), 대체 안테나 (반파 다이폴)는 커다란 평면의 (예를 들면 건물의 앞쪽 벽의) 약 1 m 앞에 위치시킨다. 대체 측정 장소는 대체 안테나와 측정 안테나 사이 가상의 선이 건물의 앞면의 방향에 수직하도록 선택해야 한다.
f) 수신기가 최고 전기장 세기 판독치를 보이도록 판파 다이폴 (또는 광대역 안테나)와 평면 사이의 높이, 편파 및 거리는 변화시켜야 한다.
g) 신호발생기의 전력은 d)에서처럼 변화시켜야 한다.

제거된 시험품의 경우 그리고 제거할 수 없는 시험품의 경우 (각각 단계 a)와 c)를 참고), 신호발생기의 전력 P_g 에 반파 다이폴에 대한 송신 안테나의 이득 G 를 더하면 측정할 유효 복사성 방해 전력 P_r 이 나온다:

$$P_r = P_g + G \tag{12}$$

커다란 평면을 가진 시험품의 경우 (예: 통신 회로망을 가진 건물), 이 표면 앞에 위치한 다이폴의 이득의 증가는 다음 식으로 구한다.

$$P_r = P_g + G + 4dB \tag{13}$$

여기서

P_r 의 단위는 dB(pW);

P_g 의 단위는 dB(pW);

G 의 단위는 dB이다.

유효 복사성 방해 전력은 표준 측정 거리 d_{std} 에서의 방해 전기장 세기를 계산하는 데 사용될 수 있다. 자유공간 전기장 세기 E_{free} 는 다음 식을 사용해서 계산해야 한다.

$$\mathrm{E}_{\mathrm{free}} = \frac{7\sqrt{P_r}}{d_{std}} \tag{14}$$

여기서

E_{free} 의 단위는 μV/m,

P_r 의 단위는 pW,

d_{std} 의 단위는 m 이다.

방정식 (14)의 자유공간 전기장 세기 계산치를 표준 시험장에서 측정된 방해 전기장 세기 한계값과 비교한다면, 표준 시험장에서 측정된 진폭 전기장 세기는 접지면으로부터의 반향 때문에 방정식 (14)의 자유공간 전기장 세기보다 약 6 dB 높다는 것을 고려해야 한다. 그러므로 표준 거리 E_{std} 에서의 방해 전기장 세기는 수직 편파의 경우 다음 식을 사용해서 계산할 수 있다.

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

160 MHz 미만의 수평 편파의 경우, 최대 전기장 세기는 표준 시험장에서 측정하지 않는다. 그러므로 6 dB 인자는 다음 식을 사용해서 보정해야 한다. 이를 위해 **표 5**에는 몇몇 계산치들이 나와 있다.

$$\mathrm{E_{std}} = P_r - 20\log d_{std} + 16.9 + (6 - c_c) \qquad (16)$$

여기서

E_{std} 는 μV/m,

F 는 측정 주파수,

d_{std} 는 m,

C_c 는 수평편파 보정인자이다. 이것은 1 m 높이의 복사원을 가정해서 결정된 값이다.

방해 전기장 세기를 결정하기 위한 이 방법은 주로 측정 안테나와 시험품 사이에 장애물이 있을 때 사용할 수 있다.

표 5 – 주파수의 함수로써 수평편파 보정인자

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

7.7.4.3 주파수 범위 1~18 GHz

7.7.4.3.1 측정 거리

측정 거리는 근거리장에서 측정하는 것을 고려해 선택해야 한다. 근거리장 조건은 거리의 함수로서 이중쇄기 도파관(double-ridged waveguide) 혼 또는 대수주기 안테나로 복사 방해 전력을 측정함으로써 검증해야 한다. 이 조건은 측정 거리가 전이거리보다 크거나 같으면 충족된다. 그림 17과 같이 결정해야 하는 전이점으로 전이거리를 표시한다. 측정결과를 플로팅 하고, 측정치들을 에워싸는 5 dB 간격의 두 평행선을 그린다. 전이점은 복사 전력이 20 dB/decade 감소하기 전에 두 평행선이 교차하는 지점이다.

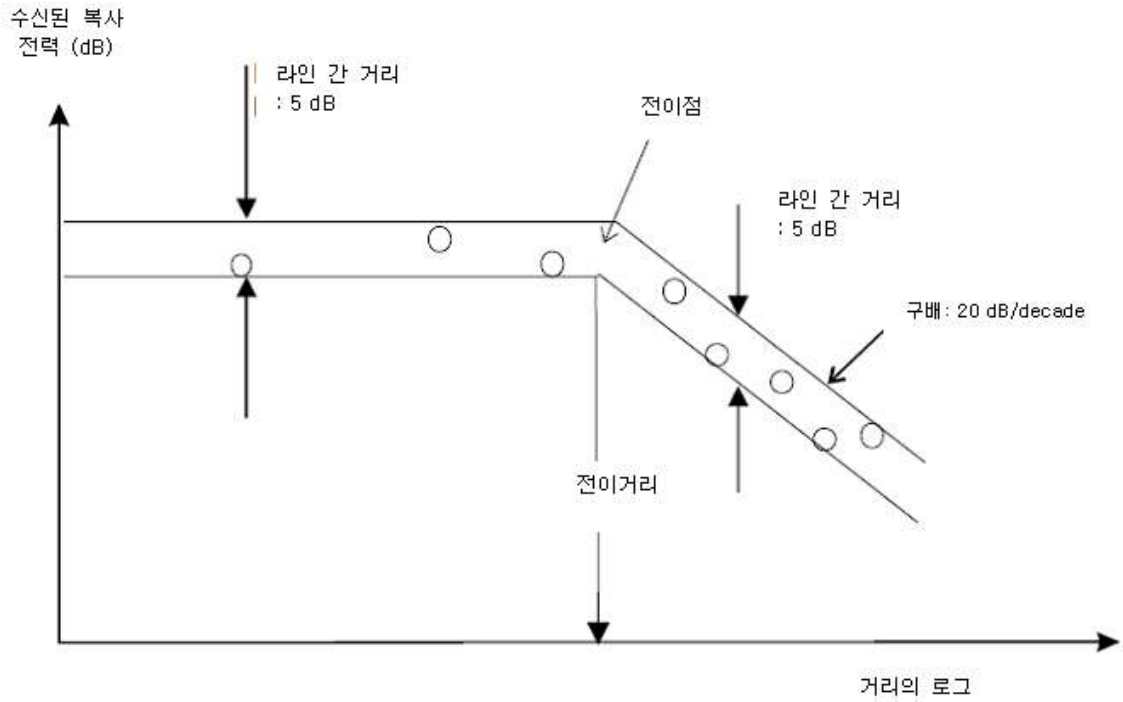


그림 17 – 전이거리 결정

7.7.4.3.2 측정 방법

복사성 방해 전력은 시험품을 최고 방해 전기장 세기를 일으키는 작동모드에 놓고서 최대 복사의 방향에서 측정해야 한다. 최대 복사 방향은 이중쇄기 도파관 혼 또는 대수주기 안테나를 사용해서 결정해야 한다. 그 다음, 7.7.4.2.1에 따라 측정 거리를 선택해야 하고, 선택된 주파수에서 방해 전기장 세기를 측정한다. 전기장 세기 측정치가 국소적 최소치가 아니도록 보장하기 위해 (예를 들면 반향으로 인해), 안테나 위치를 약간 변화시켜야 한다.

복사성 방해 전력을 측정하기 위하여, 시험품은 단로해야 하고, 이중쇄기 혼 또는 대수주기 안테나를 시험품 바로 옆에 위치시키거나 시험품을 대신해 시험품 자리에 위치시켜야 한다. 그 다음, 안테나와 동일 주파수에서 작동하는 신호 발생기로 안테나에 급전해야 한다. 안테나의 방향은 시험 수신기가 최고 전기장 세기를 받는 방향이어야 한다. 이 안테나 위치는 고정되어야 한다. 시험품이 일으킨 것과 동일한 전력을 시험 수신기가 받을 때까지 발생 신호의 전력을 변화시켜야 한다. 신호 발생기에서의 전력 p_q에 반파 다이폴에 대한 전송 안테나의 이득 G를 더하면 필요한 복사 전력 P_r이 나온다.

$$P_r = P_g + G \qquad (17)$$

여기서

P_r 단위는 dB (pW),

P_g 단위는 dB (pW),

G 단위는 dB이다.

7.7.5 측정 결과의 문서화

측정을 반복하는 경우에 작동 조건을 재현할 수 있도록 현장측정의 특수 환경과 조건을 문서화해야 한다. 이 문서화는 다음을 포함해야 한다.

– 표준 시험장 대신에 현장측정을 사용한 사유
– 시험품에 대한 묘사
– 기술 문서화

– 측정이 수행되는 지점을 나타낸 측정장 축척도
– 측정된 설비에 대한 묘사
– 측정된 설비와 시험품 사이의 모든 연결의 세부사항: 기술 데이터와 그것들의 장소/구성의 세부내용
– 작동 조건에 대한 설명
– 측정기기의 세부사항
– 측정 결과
  • 안테나 편파
  • 측정된 값: 주파수, 측정된 레벨 및 방해 레벨
    비고 방해 레벨은 표준 측정 거리라고 칭하는 레벨이다.
  • 장해정도에 대한 평가(해당 시)

7.7.6 현장 방법의 측정 불확도

방출 측정의 불확도에 대한 일반 및 기초 고려사항은 KS C CISPR 16-4-1에 나와 있다.

7.8 대체 측정(30 MHz~18 GHz)

7.8.1 일반

이 대체 방법은 시험품의 캐비닛 내 배선과 회로를 포함해 캐비닛으로부터 복사되는 전파 방해를 측정하기 위한 것이다. 시험품은 연결을 위한 포트가 없는 자체 완비형 유닛이거나, 전원 연결과 기타 외부 연결을 위한 1개 이상의 포트를 가진 것일 수 있다. 미래의 제품 표준을 위하여 제품위원회들은 7.6에 기술된 1~18 GHz의 전기장 세기 측정 방법을 사용하는 것이 좋다.

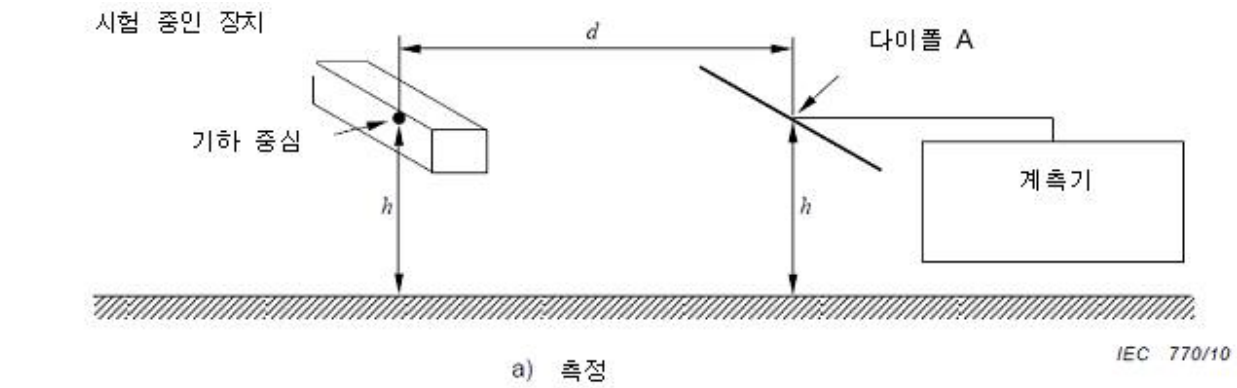
7.8.2 시험장

시험장은 평평한 곳이어야 한다. 실내 시험장을 사용할 수 있으나, 주위로부터의 안정적이고 중요치 않은 반향 요건을 충족하기 위하여 주파수 범위의 상반부에서는 특별한 배치, 예를 들면 측정 안테나에 추가된 코너 반향기와 시험품 뒤에 흡수벽이 필요할 수 있다. 시험장의 적절성은 다음과 같이 결정해야 한다.

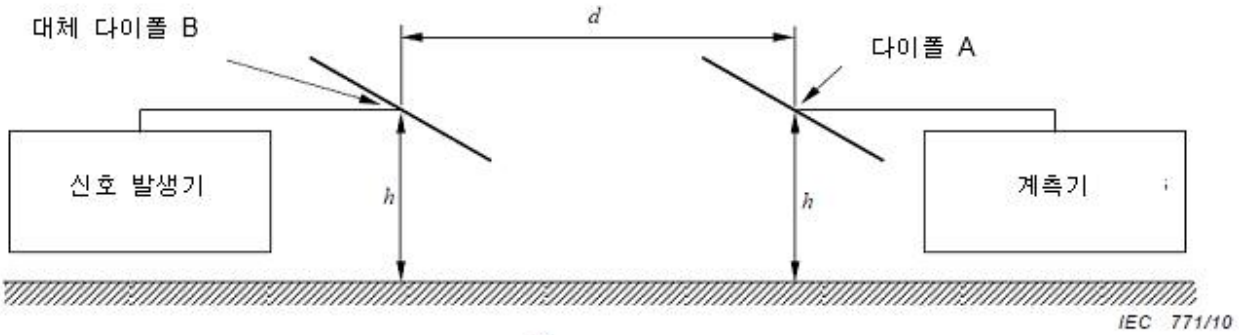
각각 A와 B라고 칭하는 수평 반파장 도파관 다이폴 2개를 (7.8.3 참고), 바닥 위 1 m 이내의 동일 높이 *h*에, 측정 거리 *d*의 간격으로, 서로 평행하게 배치해야 한다. 다이폴 B는 신호발생기에 연결하고 다이폴 A는 측정 수신기의 입력에 연결해야 한다. 신호발생기는 측정 수신기에서 최대 지시값을 내도록 동조시켜야 하고, 신호발생기의 출력은 편리한 레벨에 맞춘다. 다이폴 B를 어느 방향으로든 100 mm 옮길 때 측정 수신기의 지시값이 ±1.5 dB을 넘지 않으면 시험장은 적절하다고 간주해야 한다. 시험장이 의도된 모든 측정에 만족스럽도록 보장하기에 충분히 작은 주파수 간격으로 주파수 범위 전체에서 시험을 반복해야 한다. 시험품이 수직 편파에서도 측정할 것을 요구한다면 (7.8.4 참고), 두 다이폴을 수직 편파용으로 위치시키고 시험장의 적절성 시험을 반복해야 한다.

7.8.3 시험 안테나

그림 18의 시험안테나 A와 B는 앞에서 반파 다이폴로서 설명하였다. 1 GHz 미만 주파수 범위의 경우, 이 요건은 최대 복사 방향의 복사 전력이 B 안테나 단자의 전력과 연관 있어야 하는 송신 안테나 B에 적용된다. 측정 안테나 A도 반파 다이폴이어야 한다. 이것의 실제 감도는 시험 구성의 대체 교정에 포함될 것이다. 1~18 GHz 주파수 범위에는 선형편파 혼 안테나가 권장된다.



a) 측정



b) 교정

그림 18 – a)측정과 b)교정을 위한 대체방법 배치

7.8.4 시험품 구성

시험품은 가로 평면 (방위)으로 회전할 설비를 갖춘 비전도성 테이블 위에 놓아야 한다. 시험품은 시험품의 기하 중심이 이전에 다이폴 B의 중심점으로 사용된 지점과 일치하도록 구성해야 한다 (**그림 18** 참고). 시험품이 하나 이상의 유닛으로 구성되어 있다면, 각각의 유닛을 따로 측정해야 한다. 시험품의 탈착 가능한 도선은 작동에 불리한 영향이 없다면 제거해야 한다. 필요한 도선은 흡수성 페라이트 고리를 갖추어야 하고, 측정에 영향을 주지 않도록 위치시켜야 한다. 차폐된 시험품의 경우, 사용되지 않는 모든 결선은 차폐된 종단으로 종단해야 한다.

7.8.5 시험 절차

시험품을 **7.8.4**와 같이 배치하고서, 수평 편파된 측정 다이폴 A를 시험장 검사 때와 동일한 위치에 놓는다. 이 다이폴은 수직 평면의 중심을 지나고 수직 평면과 시험품에 수직이어야 한다. 처음에는 시험품을 테이블 위에 정상적 위치에 놓고서 측정하고, 두 번째에는 시험품을 90° 돌려 세워 시험품의 정상적인 세로 면을 테이블에 대고서 측정한다. 각 위치에서 시험품을 수평면에서 360° 회전시켜야 한다. 최고 판독치를 시험품의 특징값으로 해야 한다.

측정시스템은 시험품을 반파 다이폴 B로 교체하고서 교정한다. 이 교정 다이폴 B의 중심은 이전에 측정한 시험품의 기하 중심과 같은 지점에 위치해야 하고 측정 안테나 A와 나란해야 하며, 신호발생기에 연결되어야 한다. 시험품의 캐비닛으로부터 복사된 전력은 각 측정 주파수에서, 이전에 기록된 최대 판독치 (Y)와 같은 판독치를 내도록 측정 수신기를 조정한 상태에서 반파 다이폴 B의 단자에서의 전력이라고 정의한다.

수직 및 수평 편파된 측정 다이폴을 가지고 측정을 할 때, 두 모드를 따로따로 교정해야 한다.

7.8.6 대체방법의 측정 불확도

방출 측정의 불확도에 대한 일반 및 기초 고려사항은 KS C CISPR 16-4-1에 나와 있다.

7.9 반향실 측정 (80 MHz~18 GHz)

복사성 방출 측정은 KS C IEC 61000-4-21에 명시된 방법을 사용해서 반향실에서 수행할 수 있다. 대체 시험방법을 사용하기 위한 조건은 KS C CISPR 16-4-5에 나와 있다. 방출 측정의 불확도에 대한 일반 및 기초 고려사항은 KS C CISPR 16-4-1에 나와 있다.

7.10 TEM 도파관 측정 (30 MHz~18 GHz)

복사성 방출 측정은 KS C IEC 61000-4-20에 명시된 방법을 사용해서 반향실에서 수행할 수 있다. 대체 시험방법을 사용하기 위한 조건은 KS C CISPR 16-4-5에 나와 있다. 방출 측정의 불확도에 대한 일반 및 기초 고려사항은 KS C CISPR 16-4-1에 나와 있다.

8 방출 측정

8.1 서론-자동측정에 대한 주의사항

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

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

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

8.2 일반 측정 절차

신호를 최대화하여 측정하기 전에 EMI 수신기로 신호를 인터셉트할 필요가 있다. 해당 스펙트럼 내의 모든 주파수에 대해서 방출 최대화 과정 동안 준첨두값 검파기를 사용하면 시험 시간이 지나치게 늘어난다(6.6.2 참조). 방출 주파수마다 안테나 높이 주사와 같은 시간이 많이 걸리는 과정을 요구하지는 않는다. 그러한 과정은 측정된 방출 첨두 진폭이 방출 한계치 보다 높거나 근접하는 주파수로 한정되어야 된다. 따라서 오직 그 주파수에서의 진폭이 한계치에 가깝거나 한계치를 능가하는 중요 주파수에서의 방출만을 최대화하여 측정한다. **그림 19**의 일반 과정으로 측정 시간을 줄일 수 있다.

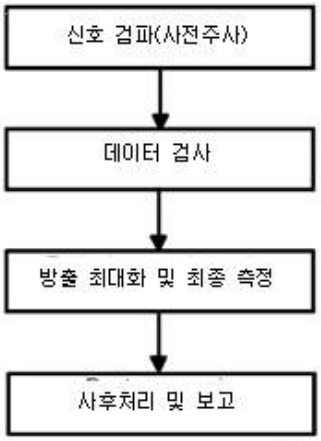


그림 19 – 측정 시간을 단축시키는 공정

8.3 사전주사 측정

8.3.1 일반

전반적인 측정 절차의 이 초기 단계는 다목적으로 이용된다. 사전주사는 그 주된 목적이 추가적인 시험 또는 주사의 매개변수의 근거가 될 최소한의 정보를 수집하는 것이므로 사전주사로 인해 시스템에 대한 제한조건과 요건의 수를 최소로 한다. 이런 측정 모드는 새 제품의 방출 스펙트럼 친숙도가 매우 낮은 경우에 새 제품을 시험하기 위하여 사용한다. 일반적으로 사전주사는 해당 주파수범위에서 주요 신호가 어디에 위치하는지 알아 보기 위해 사용하는 데이터 수집 과정이다. 이 측정 목적에 따라 진폭 비교를 통한 향상된 주파수 정확도(예로 OATS에 대한 더 많은 공정을 위해)와 데이터 축소뿐만 아니라 안테나 타워와 턴테이블 운전까지 필요할 가능성이 있다(방출된 방출 시험의 경우). 이런 요소들로 인해 사전주사를 하는 동안 측정 순서가 결정된다. 모든 경우에 사후처리를 위해 신호목록에 그 결과가 저장된다. 시험품의 미지의 방출 스펙트럼에 대한 정보를 신속히 입수하기 위하여 사전주사 측정을 할 때 6.6의 고려사항을 적용하여 주파수 주사를 실시한다.

8.3.2 필요한 측정 시간 결정

시험품의 방출 스펙트럼과 특히 최대 펄스 반복 간격 T_p 를 모르는 경우, 측정 시간 T_m 이 T_p 보다 짧지 않도록 이를 조사해야 한다. 시험품 방출의 단속적인 특성은 방출 스펙트럼의 임계 첨두값에 대해서 특히 의미가 있다. 첫째 어떤 주파수에서 방출의 진폭이 안정적이지 않은지 알아야 한다. 이는 측정기기나 소프트웨어의 최대홀드를 최소홀드 또는 지우기/쓰기 기능과 비교하여 15초 동안의 방출을 관찰해서 이루어진다. 예로, 최대-홀드 결과와 최소-홀드 결과 사이에 2 dB 이상의 차이가 나는 신호를 단속적 신호로 표시한다. (노이즈를 단속적 신호로 표시하지 않도록 주의한다.)

복사성 방출의 경우에 안테나의 편파를 변경하고 측정을 반복한다. 이는 특정 단속적 첨두값이 노이즈 수준보다 낮은 수준에 머무르기 때문에 발견하지 못할 위험성을 줄이기 위해서 필요하다. 모든 단속신호에서 제로 스팬을 적용하거나 측정 수신기의 IF-입력에 연결된 오실로스코프를 사용하여 펄스 반복 기간 T_p 를 측정할 수 있다. 올바른 측정 시간은 또한 최대홀드와 지우기/쓰기 디스플레이 사이의 차이가, 예를 들어, 2 dB 아래가 될 때까지 시간을 늘림으로써 측정 가능하다. 더 많은 측정(최대화 및 최종 측정) 동안 주파수 범위의 각 부분에서 측정 시간 T_m 이 T_p
적용 가능한 펄스 반복 기간 보다 작지 않도록 해야 한다.

8.3.3 다른 종류의 측정을 위한 사전 주사 요건

측정 형식은 아래와 같이 사전주사 측정의 정의를 결정한다.

- 예컨대 KS C CISPR 11에 따른 9 kHz~30 MHz 주파수범위의 복사성 방출에 대해서, 수신기가 방출 스펙트럼을 주사하는 동안 최대 전기자기장 강도를 구하기 위해서 루프 안테나와 시험품을 회전시킬 필요가 있다.

- 30 MHz~1 000 MHz 주파수범위에서는 안테나 높이를 측정 거리, 주파수범위 및 편파에 근거하여 **표 6**에 제시된 고정높이로 미리 맞추어둘 수도 있다. 충분한 수의 시험품 방위각을 위해 필요한 사전주사 측정이 이루어져야 한다. 신속한 개관을 위한 측정의 경우, 사전주사 측정으로 최종적인 최대화를 위한 시발점으로서 복사성 방출 진폭 지시값이 나오게 할 수 있다. 최악 사례의 안테나 높이, 편파 및 시험품 방위각을 더 상세하게 알려고 할 경우 적용 가능한 표준을 이용하여 적절한 최대화 과정을 결정해야 한다.

- 1 GHz 이상의 주파수 범위에서 안테나는 수평 및 수직 편파의 상태로 설치하고, 방출 스펙트럼을 주사하면서 최대 전기자기장 강도를 구하기 위해 시험품을 회전시켜야 한다. 시험절차의 자세한 사항에 대해서는 7.6.6.1 참고.

표 6 – 30 MHz~1 000 MHz 주파수 범위에서 (사전주사를 위한) 신호 인터셉트를 보장하는 추천 안테나 높이

측정 거리 m	편파 h-수평 v-수직	주파수범위 MHz	각 주파수범위의 권장 안테나 높이 (최소/최대) m
3	h	30~100 100~250 250-1 000	2.5 1/2 1/1.5
	v	30~100 100~250 250~1 000	1 1/2 1/1.5/2
10	h	30~100 100~200 200~400 400~1 000	4 2.5/4 1.5/2.5/4 1/1.5/2.5
	v	30~200 200~300 300~600 600~1 000	1 1/3.5 1/2/3.5 1/1/5/2/3/5
30	h	30~300 300~500 500~1 000	4 2.5/4 1.5/2.5/4
	v	30~500 500~800 800~1 000	1 1/3.5 1/2.5/3.5

비고 1 권장 안테나 높이는 (사전주사에만 알맞은) 3 dB의 최대오차에 대해서 0.8 m~2.0 m 범위의 방해원 위상중심높이에 알맞게 유도된 것이다. 위상중심높이 범위가 감소할 경우 수신안테나 높이의 수도 감소할 수 있다. 예를 들어 높은 주파수범위에서, 로빙이 발생할 경우 더 많은 안테나 높이가 필요할 수도 있다.

비고 2 통신시스템 같은 대단히 큰 시험품의 경우 수신안테나는 안테나 빔 폭에 따라서 수직 및 수평의 여러 위치로 배치할 필요가 있을 경우도 있다.

8.4 데이터 축소

전반적 측정 절차의 두 번째 단계는 사전주사 동안 수집되는 신호 수를 줄여서 전체 측정 시간을 더욱 단축하는 것을 목적으로 사용된다. 이런 과정을 통해 여러 가지 다른 임무를 수행할 수 있는데, 스펙트럼 내의 중요 신호 측정, 주변 또는 보조기구 신호와 시험품 방출의 구별, 한계선에 대한 신호 비교, 또는 사용자지정 규칙에 근거한 데이터 축소가 그 예이다. 여러 검파기의 연속적 사용과 진폭 대 한계 비교를 포함하는 데이터 축소방법의 또 다른 예가 KS C CISPR 16-2-1의 **부속서 C**의 의사결정나무에 수록되어 있다. 데이터 축소는 소프트웨어 툴 또는 수동 조작자 개입을 포함하여 완전 자동화로 아니면 대화식으로 실행 가능하다. 데이터축소를 자동화 시험의 별도 부분으로 구성할 필요는 없다. 다시 말해, 데이터 축소는 사전주사의 일부분이다.

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

8.5 방출 최대화 및 최종 측정

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

- 복사성 방출 측정의 형식은 최대신호진폭을 산출하는 최대화 과정을 정의한다. 9 kHz~30 MHz 주파수범위에서는 시험품 방위각과 루프안테나의 (수직) 평면의 방위각을 변동시켜서 지시값을 최대화한다 (예: KS C CISPR 11을 위한 시험).

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

- 1 GHz 이상의 주파수범위에서는 시험품 방위각의 변동과 측정 안테나의 편파 변동으로, 그리고 시험품 표면이 안테나 빔 보다 넓을 경우 시험품 표면을 따라서 안테나를 이동시켜서 지시값을 최대화한다.

실제 최대화 순서를 실행하기 전에 최악 사례 시험품 설정을 결정하여 최대 방출 진폭의 검파를 보장해야 한다. 최악 사례 방출을 산출하는 시험품과 케이블의 구성을 찾는 과정은 주로 수동조작에 의한다. 이는 케이블과 장치의 배치를 조작하면서 진폭 변화를 관찰하기 위한 방출 스펙트럼의 그래픽 디스플레이와 신호 최대홀드 기능을 갖춘 주사 수신기를 이용하여 이루어진다. 자동 최종방출측정은 최악 사례 시험품 구성을 설정한 후에 시작되어야 한다.

특정 복사성 방출 측정에는 시험품의 회전을 수반하고 어떤 높이 범위에 걸쳐 수신 안테나를 주사하며 안테나의 편파를 변동시키는 최대화 과정이 포함된다. 많은 시간이 소요되는 이 탐색과정은 효과적으로 자동화될 수 있지만 다른 결과를 초래할 수 있는 다양한 탐색 전략이 이용될 수도 있음을 인식하야 한다. 시험품 방출 특성에 관한 이전의 지식일 경우, 안테나 마스트와 턴테이블의 탐색 범위 이내에서 최악 사례 진폭을 구할 수 있는 최대화 순서가 선택되어야 한다. 이를테면 시험품이, 예를 들어 케이스 내의 슬롯 때문에, 수평면 내에서 높은 지향성 신호를 방출하는 경우 수신기로 데이터를 얻는 동안 계속해서 턴테이블을 돌려주어야 한다. 반면에, 선택된 위치의 각도 증분 사이가 너무 멀 경우 불연속 단계의 테이블 이동으로는 최대 진폭의 검파가 불가능하게 되거나 신호가 완전히 상실될 수도 있다. 스펙트럼 분석기의 주사 시간은 유효 최대화 데이터를 생산하기 위해 턴테이블의 15° 회전을 위한 시간보다 짧아야 한다.

한 가지 탐색 방법은 안테나가 고정 높이로 되어있는 동안 턴테이블을 360° 회전시켜 최대진폭에 맞는 각도를 찾는 것이다. 다음에, (예를 들어, 수평에서 수직으로) 안테나 편파를 변경한 후에 최대 범위에 걸쳐 턴테이블을 되돌린다. 이 과정에 수신기로 시험 데이터를 계속해서 기록하면서 두 번째 턴테이블 주사 마지막에 턴테이블 각도와 안테나 편파에 기초한 최대 진폭을 측정한다. 그런 다음, 안테나와 턴테이블의 최악 사례 위치들을 선택한 후 필요한 높이 범위에 걸쳐 안테나를 주사하여 최대진폭을 산출하는 위치를 구한다. 이 지점에서 최대 방출높이로 되돌아온 후 수신기의 준첨두값 검파기를 이용하여 방출 수준을 기록하거나 턴테이블의 증분 회전과 뒤이은 증분 높이 탐색으로 더 정밀한 탐색을 계속하여 주어진 주파수에서 더 정밀하게 최대방출 진폭을 구한다. 가장 짧은 시간에

최대의 시험품 방출을 구하는 최적의 탐색방법을 위한 소프트웨어를 설정하기 위해서 어느 정도 시험품의 방출 패턴을 이해할 필요가 있다. 최종 측정이 첨두값이 아닌 방출 패턴의 경사에서 수행될 경우 시험결과에 변화가 있을 수 있다.

비고 최종 측정은 FFT 기반의 계측기를 사용해서 몇몇 주파수에서 동시에 수행할 수 있다.

8.6 사후처리 및 보고

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

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

8.7 FFT 기반의 계측기를 이용한 방출 측정 전략

구현에 따라 FFT 기반의 계측기는 동조 선택 전압계(tuneable selective voltmeter)보다 상당히 빠른 가중측정을 수행할 수 있다. 그러면 관심 주파수 범위에서 가중 측정은 8.2에 기술된 수퍼헤테로다인 수신기(superheterodyne receiver)로 수행되는 사전주사와 최종주사로 구성된 측정보다 더 빠를 수 있다.

부속서 A
(참고)

배경 방출 존재 시의 방해 측정

A.1 일반

높은 배경 방출은 현장 시험(전도 및 복사)과 야외시험장(OATS) 형식시험 중에 고려되어야 한다. 본 부속서의 목적은 몇 가지 상황에 알맞은 측정 절차를 기술하는 데 있다.

어떤 경우에 절차는 주변 신호로 유발되는 문제에 대한 해결책을 주지 못한다. 특히 절차로써 KS C CISPR 16-1-4의 5.2.4의 문제점들을 극복할 것으로 기대할 수는 없다. 그러나 이 요건이 아니라면 다음 절차를 이용할 수 있다.

A.2 정의

A.2.1
시험품 방해 (EUT disturbance)
측정될 시험품 방출 스펙트럼

A.2.2
배경 방출 (ambient emsission)
시험품 방해 측정의 정확도에 영향을 미치며 시험품 방해 스펙트럼에 겹쳐지는 방출 스펙트럼

비고 이 방법은 KS C CISPR 22 [3]의 10.8의 절차를 고려하지 않는다.

A.3 문제점 설명

현장 시험과 OATS 형식시험 중에 배경 방출이 KS C CISPR 16-1-4의 시험장 권고안의 배경 무선주파수 환경과 맞지 않는 경우가 자주 있다.

시험품의 전파 방해는 종종 배경 방출의 주파수대역 안에 들므로 시험품 방해와 배경 방출 사이의 불충분한 주파수 간격이나 중첩 때문에 KS C CISPR 16-1-1에 규정된 대로 전파 방해측정수신기로 측정될 수 없다.

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

실제 장해 상황에서 현장 시험의 대안은 없으므로 시험품 방해와 배경 방출 사이의 차별화가 불가능할 경우를 위해서 아래에 한 가지 해결책을 기술해둔다.

A.4 해결책 제안

A.4.1 개관

시험품 방해와 배경 방출은 **표 A.1**과 같이 분류될 수 있다.

표 A.1 – 시험품 방해와 배경 방출의 조합

시험품 방해	배경 방출
협대역	협대역
	광대역
광대역	협대역
	광대역

협대역 배경 방출은, 예를 들어, AM 또는 FM 방출일 수도 있다. 광대역 배경 방출은, 예를 들어, TV 또는 디지털 변조 신호일 수 있다. 여기서 “광대역”과 “협대역”이라는 말은 KS C CISPR 16-1-1에 규정된 대로 항상 측정수신기의 대역폭에 대해서 상대적이다. 협대역 신호는 측정수신기 대역폭보다 작은 어떤 대역폭을 가진 신호들로 정의된다. 이 경우 모든 신호의 스펙트럼 성분은 수신기 대역폭 안에 포함된다. CW 신호는 항상 협대역이다. 좁은 FM 신호는 실제 수신기 대역폭에 따라서 협대역이 될 수도 있고 광대역이 될 수도 있다. 이와는 대조적으로 임펄스 신호는, 이의 스펙트럼 성분 가운데 소수는 수산기 대역폭 안에 들며 다수는 바깥에 있으므로, 대개 광대역이다.

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

OATS 형식시험의 경우 시험품 방해의 식별과 사전 측정은 부적합(예를 들어, 부분적으로) 흡수체를 댄 차폐실 내의 시험품 사전 시험과 주위에 감춰진 방출 수준을 근처의 방출과 비교하여 결정할 수 있는 OATS에서의 최종시험으로 수행될 수도 있다.

시험품 방해와 배경 방출을 분리할 수 없을 경우 방출의 중첩을 고려해야 한다. 분리를 위해서는 약 20 dB의 ‘시험품 방해 및 배경 방출’ 대 ‘배경 방출’ 비율이 필요하다.

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

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

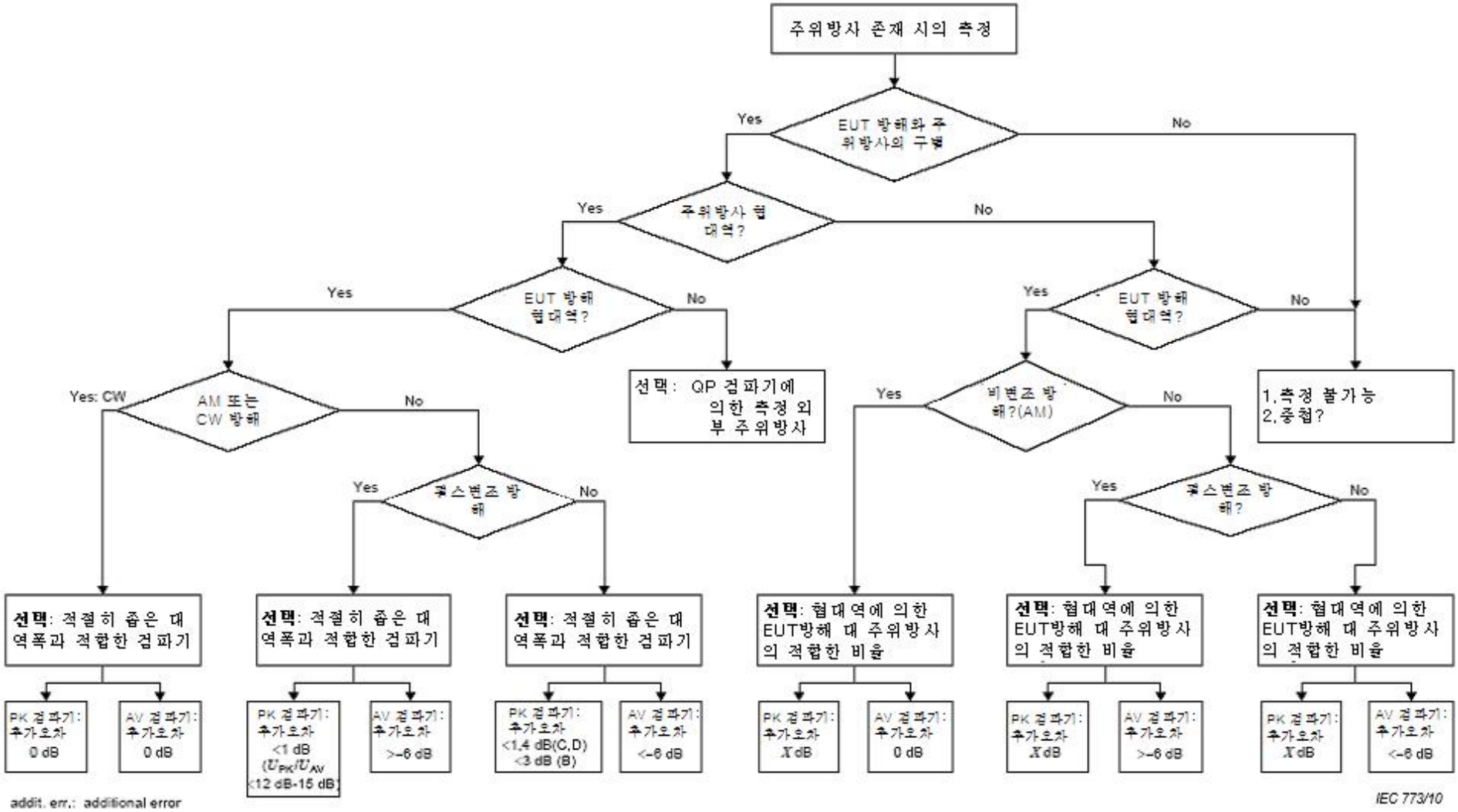


그림 A.1 – 대역폭 및 검파기의 선택과 그 선택에 기인하는 측정오차 추정을 위한 흐름도

A.4.2 차폐실 내 시험품 사전 시험

어떤 제약된 조건에서 (이 차폐차폐실은 **KS C CISPR 16-1-4**의 **부속서 E** [[3]의 **부속서 A**]의 현재 NSA 값을 충족시키지 못하는 흡수체를 댄 차폐실, 즉, 반무반사실 또는 무반사실이므로) 차폐차폐실 예비시험에서 얻은 방출 주파수와 진폭 데이터를 이용할 수 있다. 이는 진폭이 대단히 큰 방출 스펙트럼을 준다. 협대역 방출의 경우 제품 방출 스펙트럼은 제품에 사용되는 클록(시계)주파수의 고조파와 저조파를 포함한다.

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

차폐실 예비 측정 중에 두 인접한 주파수 방출의 진폭이 X dB 만큼 차이가 있는 것으로 가정하자(**그림 A.2** 참조). 이때 주위 RF로 가려지지 않는 이들 주파수 중의 하나는 OATS에서 측정된다. 인접 주파수의 진폭을 구하기 위해서 측정 가능한 인접 주파수와 가려진 주파수의 진폭 차이(" X dB")를 차폐실 내에서의 진폭에 가산할 (혹은, 차이의 부호에 따라 감산할) 수 있다. 이에 관해서는 **그림 2.A**에 표시되었으며, 여기서 (주파수 f_1 을 가려진 주파수 그리고 f_0 를 가려지지 않은 주파수라고 가정하면) f_1의 진폭은 f_0 에서의 진폭보다 X dB 만큼 큰 것으로 표시된다. 이어서, OATS에서 f_1 의 진폭을 구하기 위해서 X dB를 f_0 의 측정 가능한 진폭 값에 가산한다. 마찬가지로, f_6 의 진폭이 차폐실 시험 중의 f_7 진폭보다 Y dB 만큼 작을 경우, (주위에 가려졌을 경우의) f_6 진폭은 OATS에서 측정 가능한 것으로 추정되는 f_7의 진폭보다 XdB 만큼 작을 것이다.

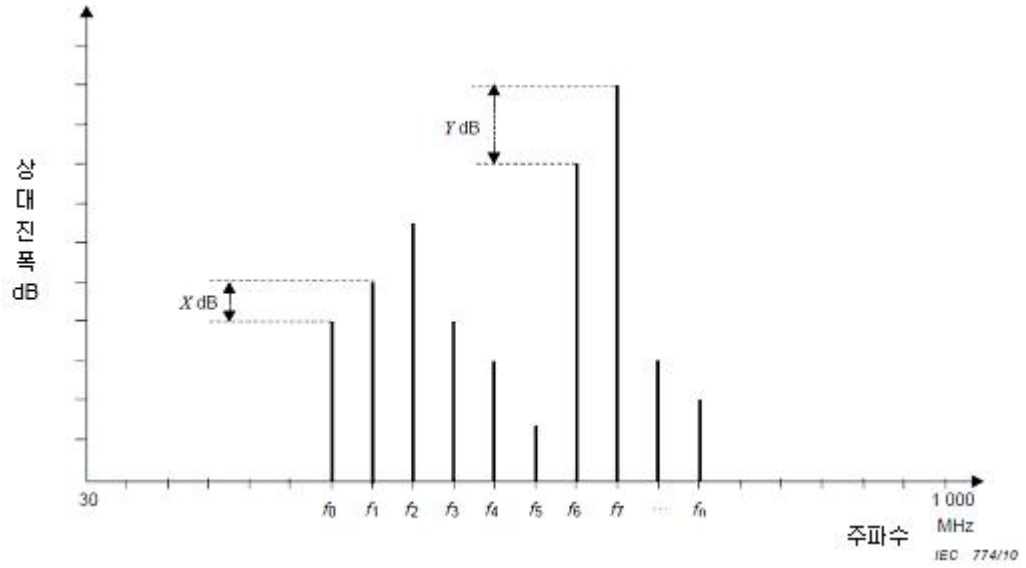
비고 위의 절차는 **7.3.6.2** (시험환경)의 c)항에 포함된 내용을 부연 설명한다.

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

a) 예비시험에서 구해지는 인접 주파수는 하나 또는 두 인접 주파수(대개 기본 클록 주파수의 저조파 또는 고조파) 이상 떨어져서는 안 되는데, 이는 차폐실의 비정칙성 효과로 OATS에서 측정된 주파수와 인접한 주파수들을 불필요하게 높아지거나 낮아지지 않게 하기 위해서다. 이 경우에 " X " (또는 **그림 A.2**의 " Y ") 값은 적절하지 않을 수도 있다.

b) 인접 주파수의 진폭은 (최종 적합성 측정의 경우에 하는 것처럼) 차폐실에서 수신안테나의 높이 주사로 주의를 기울여 측정할 필요가 있다. 전체적인 높이 주사를 할 수 없는 경우 (주위의 RF에 가려진 방출에 대해서) 이 OATS 진폭 추정기법을 적용하기 전에 차폐실 측정치와 대응되는 OATS 측정치 사이의 대체 관계를 확립해둘 필요가 있을지도 모른다.

c) 차폐실의 6면 전체를 완전 무반사로 처리한 경우, (접지면 반사가 억제되며 수신 신호의 기여가 없어지므로) 둘 또는 셋의 고정 높이에서 측정하여 이들 지시값 가운데 최대치를 이용하는 것과 같은 대체 높이주사 기법을 이용할 수도 있다. 그런 기법들은 위의 b)에서 언급한 것과 같은 상관관계 측정을 필요로 할 수도 있다.



비고 일반적으로 f_n 은 시험품의 기본 방출 주파수(기본 클록 주파수) f_0 의 n 배이다.

그림 A.2 – 예비시험 중 인접 방출 진폭의 상대적 차이

A.4.3 협대역 배경 방출이 존재 시 시험품 방해 측정 방법

A.4.3.1 일반

시험품의 방해 유형에 따라서 이의 측정은 아래에 기초한다.

- 대역폭이 CISPR 측정수신기의 대역폭에 비해 좁은 조합 스펙트럼의 분석.

- 배경 방출에 가까운 협대역 방해의 선별에 적합한 측정 대역폭의 결정.

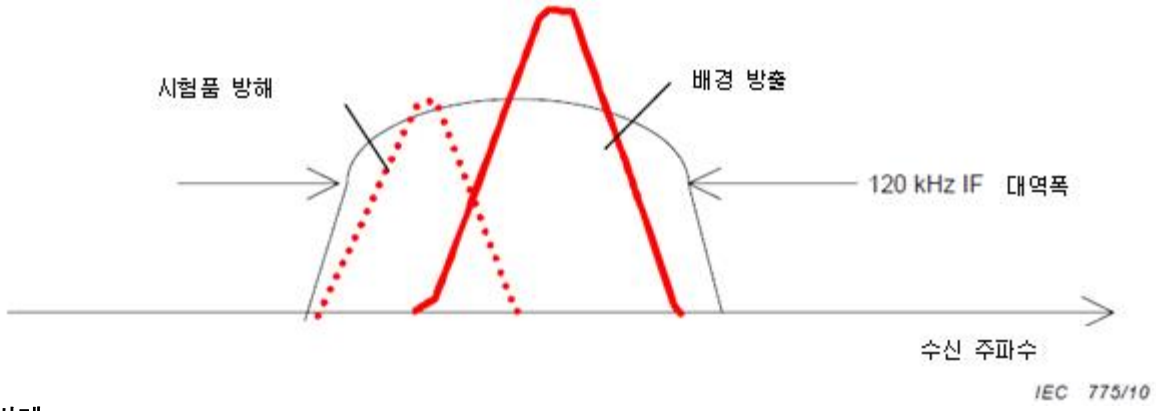
- 첨두값 검파기 (방해가 AM 혹은 펄스 변조인 경우) 혹은 평균값 검파기의 사용.

- 더 좁은 측정 대역폭이 사용될 때 상대적 광대역 배경 방출 내 협대역 방해의 경우 '시험품 방해 대 배경 방출'의 비율 증가.

- 분리가 불가능할 경우 시험품 방해와 배경 방출의 중첩 고려.

A.4.3.2 비변조 시험품 방해

비변조 시험품의 방해 (**그림 A.3** 참조)는 적당히 좁은 측정 대역폭을 선택함으로써 주위신호 반송파로부터 분리가 가능하다. 첨두값 혹은 평균값 검파기를 사용 할 수 있다. 준첨두값 검파기에 비해서 추가적인 측정 오차는 없다. 첨두값과 평균값 간의 수준의 차이가 작은 경우 (예컨대, 1 dB 보다 작은 경우), 측정 평균값은 준첨두값과 동등하다.

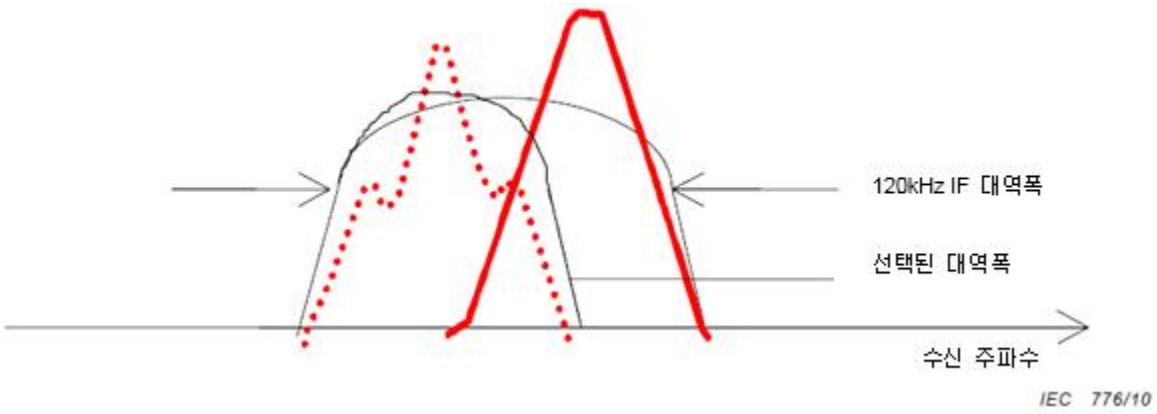


범례
점선: 시험품 방해
굵은 실선: 배경 방출
가는 실선: 120 kHz IF 대역폭

그림 A.3 – 비변조 신호에 의한 방해(점선)

A.4.3.3 진폭 변조 시험품 방해

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



범례
점선: 시험품 방해
굵은 실선: 배경 방출
가는 실선: 120 kHz IF 대역폭

그림 A.4 – 진폭 변조 신호에 의한 방해(점선)

측정 시간이 변조 주파수의 역수보다 큰 첨두값 검파기만이 사용될 수 있다. 첨두값이 준첨두값보다 높은 10 Hz 미만의 변조 주파수에서 추가 측정오차가 고려되어야 한다 (C와 D 대역의 경우 10 Hz에서 0.4 dB, 2 Hz에서 1.4 dB 그리고 B 대역의 경우 10 Hz에서 0.9 dB, 2 Hz에서 3 dB). **그림 A.5**에 변조 주파수에 응답하는 QP 값을 나타내었다.

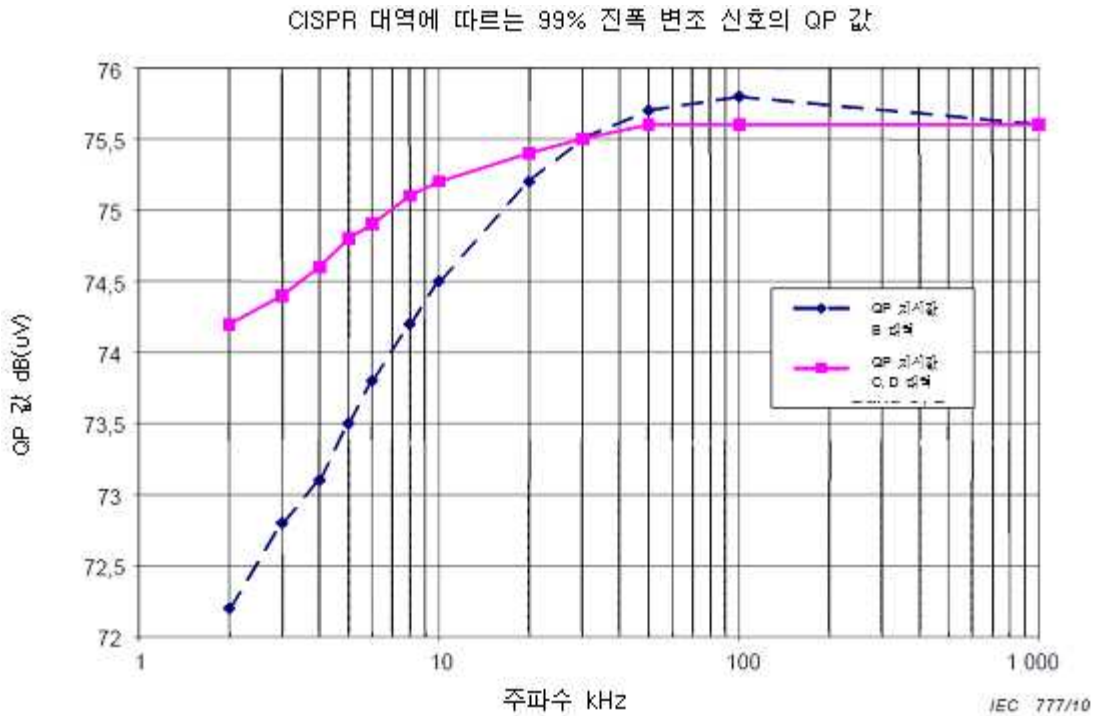


그림 A.5 – CISPR 대역 B,C,D의 QP 검파기 변조 주파수 함수로써의 진폭 변조 신호 지시값

A.4.3.4 펄스변조 시험품 방해

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

반복 저주파수의 경우 추가 오차가 가능하지만 첨두값과 평균값 검파기 지시값 사이의 차이가 12 dB~14 dB 범위의 차수인 한에는, 준첨두값에 비해서 추가 측정오차는 감안하지 않아도 된다.

펄스 폭 t=50μs 의 경우, **그림 A.6**는 첨두값 및 평균값 간의 차이가 14 dB 이하인 한에는, 첨두값과 준첨두값 간의 편차는 무시할 수 있음을 나타낸다. 따라서, 첨두값과 평균값 간의 비교는 첨두값 검파기의 유용성 검증에 이용될 수도 있다.

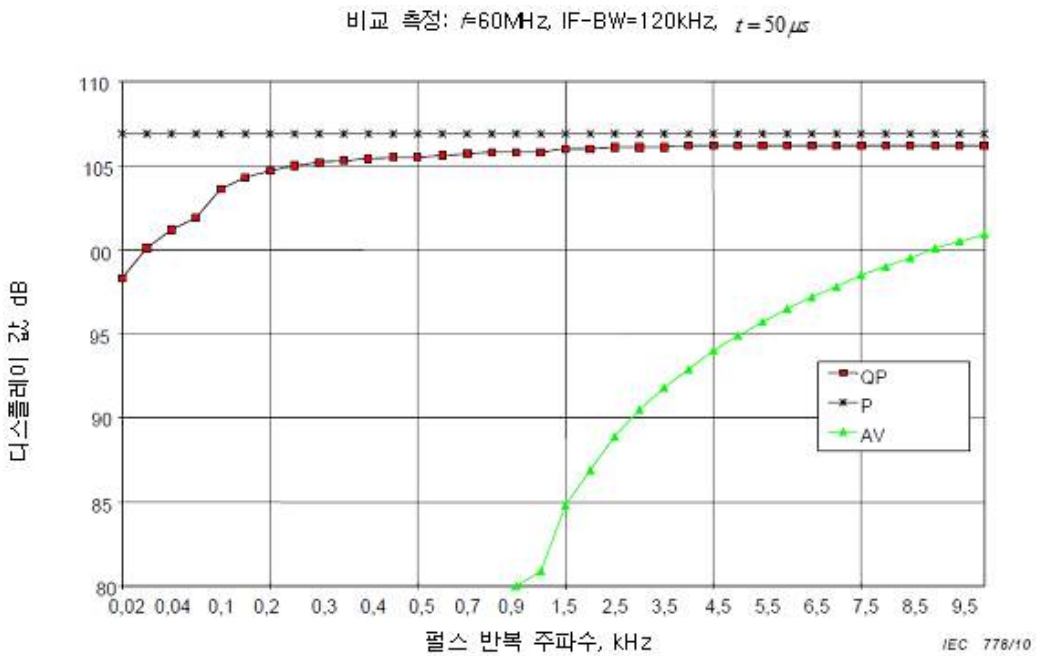
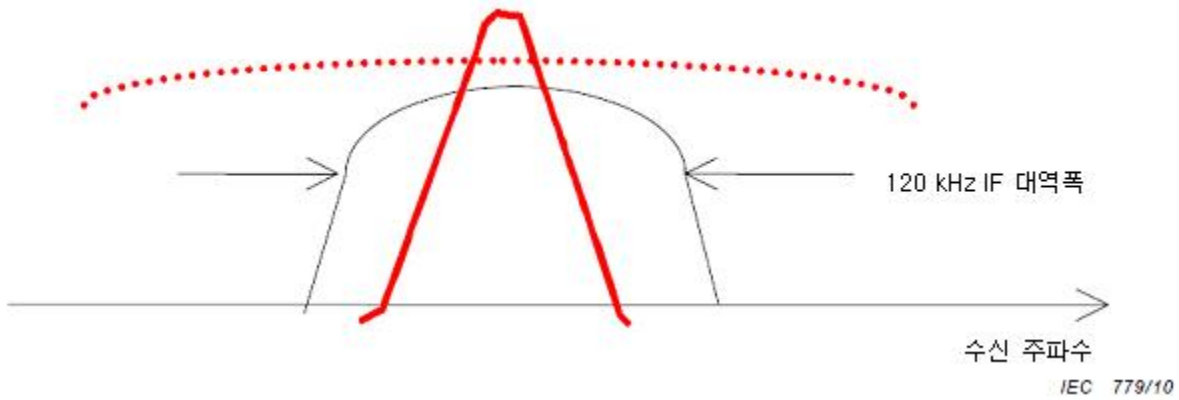


그림 A.6 – 펄스 반복 주파수 함수로써의 첨두값, 준첨두값 및 평균값 검파기 펄스 변조 신호 (펄스 폭 50μs) 지시값

A.4.3.5 광대역 시험품 방해

광대역 방해(**그림 A.7** 참조) 측정에는 준첨두값 검파기가 사용되어야 한다. 원칙적으로, 주위신호의 대역 이내에서의 측정의 수행은 불가능하다. 이의 대역 때문에 방해는 일반적으로 준첨두값 검파기를 사용하여 주위신호의 스펙트럼 밖에서 측정된다.



범례
점선: 시험품 방해
굵은 실선: 배경 방출
가는 실선: 120 kHz IF 대역폭

그림 A.7 – 광대역 신호에 의한 방해(점선)

A.4.4 광대역 배경 방출이 존재할 때의 시험품 방해 측정 방법

A.4.4.1 일반

이 경우 측정 방법은 아래에 기초한다.

– CISPR 측정수신기와 동등한 대역폭을 가진 조합 스펙트럼의 분석

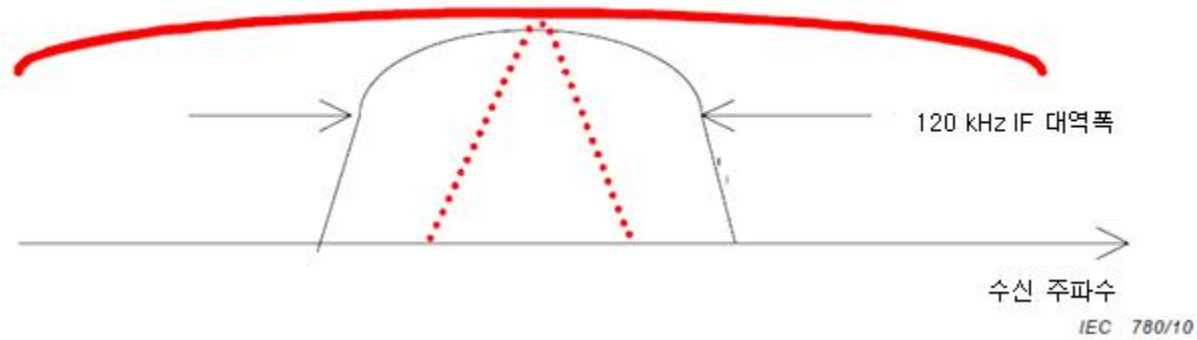
– 좁은 대역폭에 의한 측정 (협대역 시험품 방해의 경우, 좁은 대역폭의 사용으로 시험품 방해 대 배경 방출 비율이 증가한다).

– 협대역 시험품 방해에 대한 평균값 검파기의 사용

– 분리가 불가능할 경우, 시험품 방해와 배경 방출의 중첩을 감안

A.4.4.2 비변조 시험품 방해

시험품 방해의 진폭 (**그림 A.8** 참조)은 평균값 검파기로 측정해야 한다(KS C CISPR 16-1-1에 규정). 측정오차는 선택된 대역폭 이내에서 광대역신호 스펙트럼의 평균값에 따라 달라진다. 이 측정오차는 배경 방출 대 시험품 방해 비율을 최대화하는 측정 대역폭을 선택하여 최소화할 수 있다 (선택도 방법).

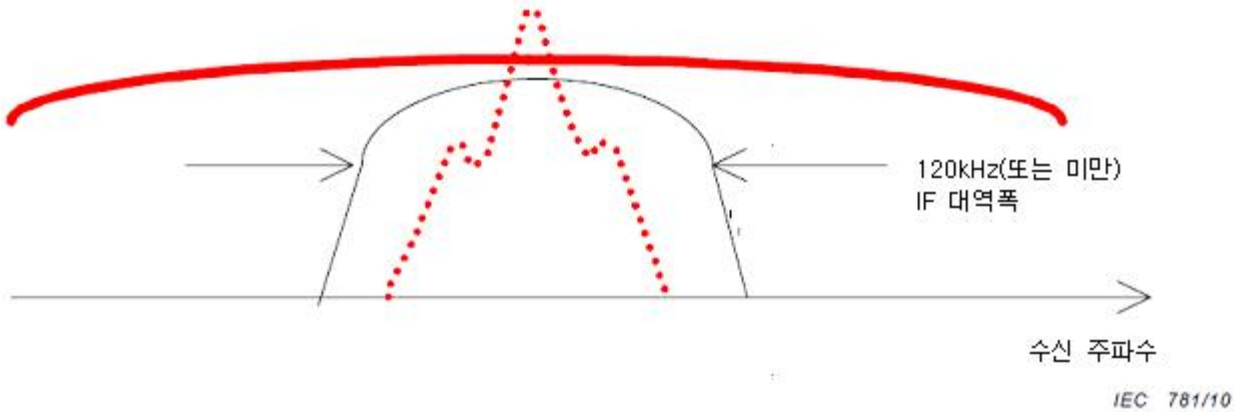


범례
점선: 시험품 방해
굵은 실선: 배경 방출
가는 실선: 120 kHz IF 대역폭

그림 A.8 – 비변조 시험품 방해(점선)

A.4.4.3 진폭 변조 시험품 방해

시험품 방해의 진폭 (**그림 A.9** 참조)은, 준첨두값 검파기에 비해서 (100 % 변조에서) 6 dB까지의 추가 측정오류를 감안해야 하더라도, 평균값 검파기로 측정한다. 선택된 측정 대역폭은 배경 방출 대 시험품 방해의 비율을 최대화해야 한다 (선택도 방법).



범례
점선: 시험품 방해
굵은 실선: 배경 방출
가는 실선: 120 kHz IF 대역폭

그림 A.9 – 진폭 변조 시험품 방해(점선)

A.4.4.4 펄스 변조 시험품 방해

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

시험품 방해의 진폭은 높은 듀티 사이클(duty cycles)의 경우에 평균값 검파기로 측정될 수 있다. 듀티 사이클이 작은 경우 100 % 진폭변조의 심도 때문에, 평균값 검파기는 준첨두값 검파기에 비해서 측정오차가 증가하게 된다. 1:1 듀티 사이클과 선형 평균값 검파기 사용의 경우, 측정오차는 6 dB 이다. 측정 대역폭은 시험품 방해의 측정평균값과 광대역 주위신호의 평균값 사이의 관계가 최대화하는 그런 것이어야 한다.

듀티 사이클이 낮은 경우, 평균값은 준첨두값으로부터 상당히 일탈한다. 이 경우, 첨두값 검파기는 가능한 한 좁은 측정 대역폭과 함께 사용되어야 하지만, 완전한 방해 대역폭을 포착하기에 충분할 만큼은 넓어야 한다. 배경 방출과의 중첩이 감안되어야 한다.

A.4.4.5 광대역 시험품 방해

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

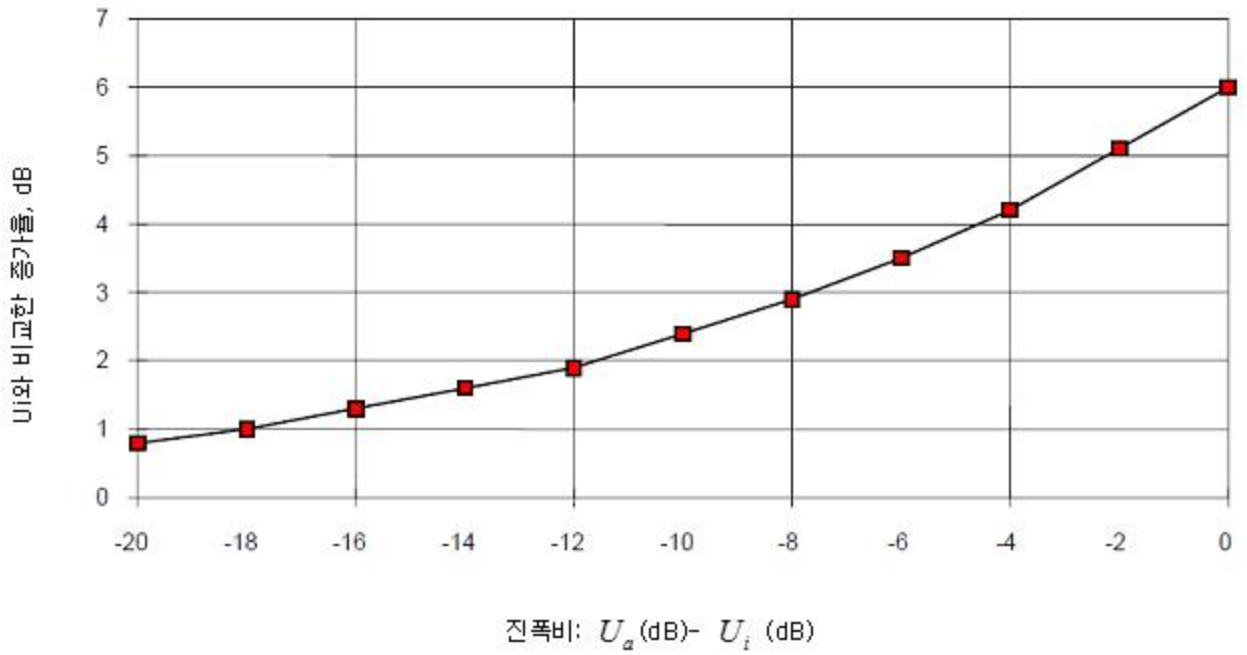
시험품 방해와 배경 방출의 조합, 그리고 측정에 포함되는 오차가 **표 A.2**에 표시되었다.

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

A.5 중첩의 경우 시험품 방해의 측정

시험품 방해와 배경 방출의 선별의 결과로, 측정수준 대 배경 방출 비율이 20 dB 미만인 경우, 배경 방출과 시험품 방해의 중첩을 감안할 필요가 있다. 임펄스 광대역 전압에 대해서 아래 계산이 가능하다.

수신 신호 U_r 은 시험품 방해 U_i 와 배경 방출 U_a 의 합이다. U_a는 시험품의 스위치를 끈 후에만 측정이 가능하다. 중첩은 첨두값 검파기에 대해서 선형이다(**그림 A.10** 참조).



U_a = 배경 방출 수준

U_i =시험품 방해의 수준

그림 A.10 – 두 비변조 신호의 중첩에 따른 첨두값 증가

첨두값 검파기를 사용하여 다음 방정식을 적용한다.

$$U_r = U_i + U_a \tag{A.1}$$

그러므로 시험품 방해는 다음 공식으로 계산될 수 있다.

$$U_i = U_r - U_a \tag{A.2}$$

배경 방출에 대한 수신 신호의 진폭비 d 는 쉽게 측정 가능하다.

$$\mathrm{D} = \frac{\mathrm{U_r}}{\mathrm{U_a}}, d = 20\log D \tag{A.3}$$

방정식 (A.2)에서 배경 방출 U_a 의 값을 대입한다.

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

또는,

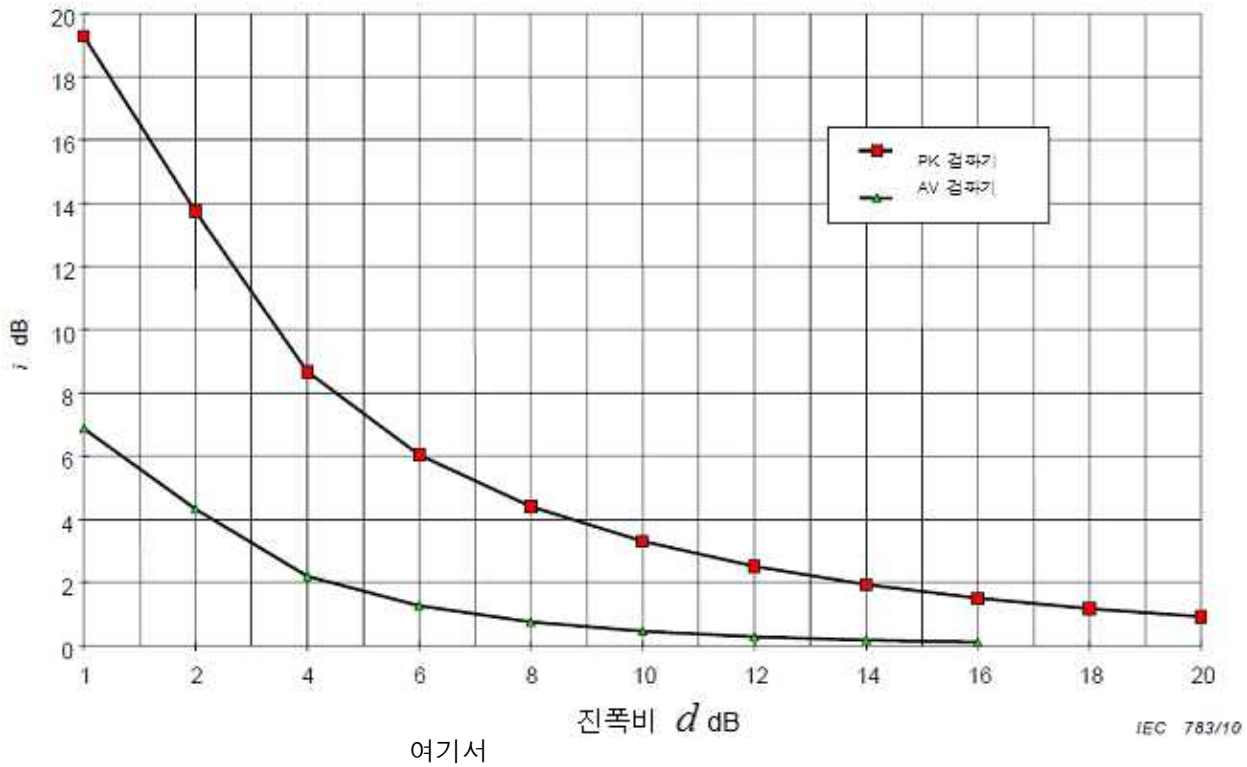
$$\mathrm{U_{i,dB}} = \mathrm{U_{r,DB}} + 20\log\left(1 - \frac{1}{D}\right) \tag{A.5}$$

방정식 (A.6)에서 " i "는 시험품 방해의 진폭 측정에 이용된다.

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

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

$$\mathrm{U_{i,dB}} = \mathrm{U_{r,dB}} - \mathrm{i} \tag{A.7}$$



여기서

U_a = dB 단위의 주위신호

U_r = dB 단위의 (중첩에 의한) 수신 신호의 결과 표시치

U_i =dB 단위의 방해 신호

$d = U_r - U_a$

$U_i = U_r - i$

i = −20log(1−1 D)

그림 A.11 – 진폭비 d 와 계수 i 에 의한 방해 신호의 진폭 결정 [방정식 A.3과 A.6 참고]

그림 A.11은 아래와 같이 사용이 가능하다.

a) dB(μV/m) 단위의 주위 전기자기장 강도 U_a 를 측정한다 (시험품 정지상태).

b) dB(μV/m) 단위의 합성 전기자기장 강도 U_r 을 측정한다 (시험품 작동상태).

c) $d = U_r - U_a$ 를 구한다.

d) **그림 A.11**로부터 i 값을 구한다.

e) $U_i = U_r - i$ 를 이용하여 dB(μV/m) 단위의 U_i 를 결정한다.

수신 신호가 평균값 검파기로 측정된다면, **그림 A.12**를 적용할 수 있다. **그림 A.12**는 비변조 신호의 경우 약 1.5 dB까지의 추가 측정오차로 아래 방정식을 이용할 수 있음을 보여준다.

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

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

평균값 검파기의 곡선(**그림 A11**)을 사용할 경우 공식 (**A.7**)을 적용하여 평균값 검파기에 의해서 대역내 방해를 추정할 수 있다. 이 경우, 계수 *i* 는 아래 방정식으로 표시된다.

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

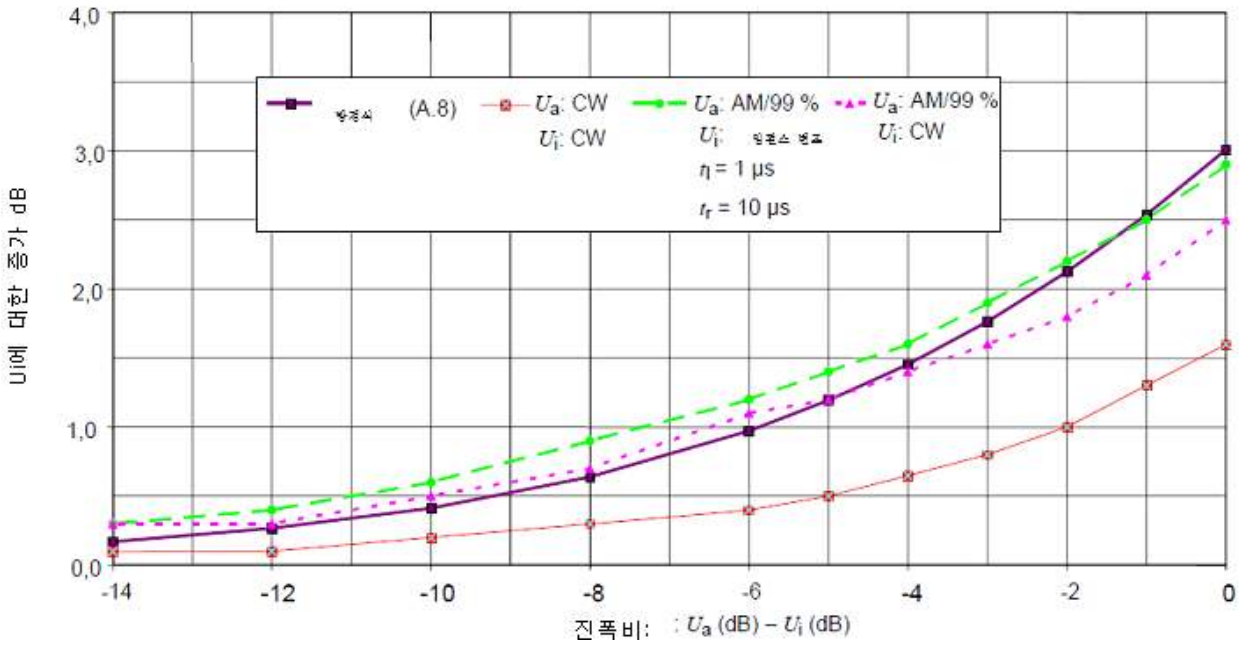


그림 A.12 – 실제 수신기로 측정하여 방정식 (A.8)로 계산한 평균 지시값의 증가

표 A.2 – 검출기 유형과 주위 및 방해 신호 스펙트럼의 조합에 따라 달라지는 측정오차

배경 방출	시험품 방해			
	비변조	진폭변조	펄스변조	광대역 방해
협대역				
신호노이즈비 증가를 위한 조치	선택도 증가	선택도 증가	선택도 증가	배경 방출 외부측정
첨두값 오차 (PK/QP) $\left(\frac{PK}{QP}\right)$	0 dB	대역 C, D에 대해서는 + 1.4 dB 이하, 대역 B에 대해서는 +3 dB 이하	+ 1 dB 이하 $\left(\frac{U_{PK}}{U_{AV}} \leq 12...15\right)$ dB	-
평균값 오차 (AV/QP) $\left(\frac{AV}{QP}\right)$	0 dB	-6 dB[a] 이하	-6 dB[a] 이상	-
광대역				
신호노이즈비 증가를 위한 조치	선택도	선택도	선택도	측정 불가능 (중첩에만 해당)
첨두값 오차 (PK/QP) $\left(\frac{PK}{QP}\right)$	+ X dB[a]	+ X dB[a] 이하	+ X dB[a] 이상	-
평균값 오차 (AV/QP) $\left(\frac{AV}{QP}\right)$	0 dB	-6 dB[a] 이하	-6 dB[a] 이상	-

[a] 측정 절차가 추천되지 않음. 적합성 측정이 허용되지 않기 때문.

비고 1 X는 배경 방출의 펄스 특성에 따라 달라지는 오차

비고 2 PK는 첨두값, QP는 준첨두값, AV는 평균값

비고 3 B, C, D 대역은 **KS C CISPR 16-1-1**에 정의되어 있다.

부속서 B
(참고)

스펙트럼 분석기와 주사 수신기의 사용

B.1 일반

스펙트럼 분석기와 주사 측정 세트를 사용할 때는 다음 특성을 고려해야 한다. 추가 정보를 위해 이 표준의 6.을 참고하도록 한다.

B.2 과부하

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

B.3 선형성 시험

선형성은 조사 중인 특정한 신호 수준을 측정하고, X dB 감쇠기를 수신기 혹은 (사용될 경우) 전치증폭기($X \geq$ 6 dB)의 입력에 삽입한 후 이 측정을 반복함으로써 평가할 수 있다. 측정시스템이 선형적이면 수신기의 새로운 지시값은 첫 번째 지시값에서 $\pm$ 0.5 dB를 초과하지 않는 X dB 만큼 차이가 나야 한다.

B.4 선택도

스펙트럼 분석기와 주사 수신기는 표준화된 대역폭 내의 몇 가지 스펙트럼 성분을 포함하는 광대역 임펄스성 신호와 협대역 방해전파를 정확히 측정하기 위해 KS C CISPR 16-1-1에 규정된 대역폭을 보유해야 한다.

B.5 펄스에 대한 정상적 응답

스펙트럼 분석기와 준첨두값 검파 기능이 있는 주사수신기의 응답은 KS C CISPR 16-1-1에 규정된 교정시험 펄스로 검증할 수 있다. 교정시험 펄스의 대형 첨두 전압은 전형적으로 선형성 요건을 충족시키기 위해 40 dB 이상의 RF 감쇠 삽입을 필요로 한다. 이렇게 하면 감도가 떨어지며 대역 B, C 및 D에 대해서 낮은 반복률과 분리된 교정시험 펄스 측정이 불가능하게 된다. 만일 수신기 앞에 사전 선택 필터가 사용된다면 RF 감쇠는 줄어들 수 있다. 이 필터는 믹서에서 볼 수 있듯이 교정시험 펄스의 스펙트럼 폭을 제한한다.

B.6 첨두값 검파

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

B.7 주파수 주사 속도

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

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

고정 동조 비주사 방식에서 사용되는 스펙트럼 분석기나 주사 수신기의 경우, 화면 소인 시간은 검파 모드에 상관없이 조정될 수도 있으며 방출 작용을 관찰할 필요에 따라 조정될 수도 있다. 만일 방해 수준이 안정적이지 않다면 최대치를 결정하기 위해 최소 15초 동안 수신기의 화면을 관찰해야 한다. (6.5.1 참조)

B.8 신호 인터셉트

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

B.9 평균값 검파

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

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

B.10 감도

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

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

B.11 진폭 정확도

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

부속서 C
(참고)

평균값 검파기를 사용할 때 주사 속도와 측정 시간

C.1 목적

이 부속서는 평균값 검파기로 임펄스 방해를 측정할 때의 주사속도 및 측정 시간 선택에 대한 지침을 제공하기 위한 것이다.

평균값 검파기는 다음 목적에 사용된다.

a) 임펄스 노이즈를 억제하고 그리하여 측정할 방해 신호에서 CW 성분의 측정을 강화하기 위해

b) 진폭 변조된 신호의 반송파 레벨을 측정하기 위해 진폭변조(AM)을 억제하기 위해

c) 표준 계측시간 상수를 사용해 단속, 불안정 또는 표류 협대역 방해의 가중 첨두 판독을 표시하기 위해

이 표준의 6.은 9 kHz~1 GHz 주파수 범위를 위한 평균 측정 수신기를 정의한다.

적절한 영상 대역폭과 그에 대응하는 주사속도 또는 측정 시간을 선택하기 위하여, 다음 고려사항들을 적용한다.

C.2 방해 억제

C.2.1 임펄스 방해의 억제

임펄스 방해의 펄스 지속시간 T_p 는 종종 $T_p = 1/B_{res}$ 로서 IF 대역폭 B_{res} 로 결정한다. 그런 노이즈의 억제에 관하여, 억제인자 α 는 α =20log(B_{res} / B_{video})로서 비디오 대역폭 B_{res} 대 IF 대역폭으로 결정한다. B_{video} 는 포락선 검파기를 뒤따르는 저통과 필터의 대역폭으로 결정한다. 더 긴 펄스의 경우, 억제인자는 α 보다 작을 것이다. 최소 주사 시간 $T_{S\min}$ (그리고 최대 주사속도 $R_{S\max}$)는 다음 식으로 결정한다.

(C.1)

(C.2)

$T_{s\min}$ k

여기서

Δf = 주파수 스팬

k = 측정 수신기/스펙트럼 분석기의 속도에 의존하는 비례인자

더 긴 주사시간의 경우, k 는 1에 가깝다. 비디오 대역폭 1 000 Hz를 선택하면 **표 C.1**에 있는 최대 주사속도와 펄스 억제인자가 나올 것이다.

표 C.1 – 100 Hz 비디오 대역폭에서 펄스 억제 인자와 주사 속도

	A 대역	B 대역	C 대역
주파수 범위	9~150 kHz	150 kHz~30 MHz	30 MHz~1 000 MHz
IF 대역폭 B_{res}	200 Hz	9 kHz	120 kHz
비디오 대역폭 B_{video}	100 Hz	100 Hz	100 Hz
최대 주사속도	17.4 kHz/s	0.9 MHz/s	12 MHz/s
최대 억제인자	6 dB	39 dB	61.5 dB

이것은 방해신호에서 짧은 펄스가 예상되는 경우 B대역과 C대역에서 준첨두 및 평균 한계값을 요구하는 제품 표준에 적용될 수 있다. 시험품이 두 한계값에 적합하다는 것이 입증되어야 한다. 펄스 반복 주파수가 100 Hz보다 크고 임펄스 방해가 준첨두 한계값을 초과하지 않는다면, 짧은 펄스들은 비디오 대역폭이 100 Hz인 평균값 검파를 위해 충분히 억제된다.

C.2.2 디지털 평균으로 임펄스 방해의 억제

신호 진폭의 디지털 평균으로 평균값 검파를 할 수 있다. 평균 시간이 비디오 필터 대역폭의 역수와 같으면 동등한 억제 효과가 달성될 수 있다. 이런 경우, 억제인자 α =20log($T_{av}B_{res}$)이고, 여기서 T_{av} 는 특정 주파수에서의 평균 (또는 측정) 시간이다. 따라서 10 ms의 측정 시간은 비디오 대역폭 100 Hz와 같은 억제인자를 낼 것이다. 디지털 평균은 한 주파수에서 다른 주파수로 전환할 때 지체시간이 0이라는 장점이 있다. 한편 어떤 펄스 반복주파수 f_p 를 평균하는 경우, 그 결과 $T_{av}f_p$
는 n 을 평균하는가 또는 n +1을 평균하는가에 따라 다를 수 있다. 10이면 이 효과는 1 dB 보다 작다.

C.2.3 진폭 변조의 억제

변조된 신호의 반송파를 측정하기 위하여, 충분히 긴 시간 동안 신호를 평균함으로써 또는 최저 주파수에서 비디오 필터나 충분한 감쇠를 사용함으로써 변조를 억제해야 한다. f_m 이 최저 변조 주파수이면 그리고 100 % 변조로 인한 최대 측정오차가 1 dB로 제한된다고 가정하면, 측정 시간 T_m 은 T_m =10/ T_m 이어야 한다.

C.3 느리게 단속, 불안정 또는 표류하는 협대역 방해의 측정

KS C CISPR 16-1-1의 6.5.4에서, 단속, 불안정 또는 표류 협대역 방해에 대한 응답은 미터기 시간상수가 160 ms (A대역과 B대역용)과 100 ms (C대역과 D대역용)인 가진 첨두 판독을 사용해서 정의된다. 이 시간상수들은 각각 2차 비디오 필터 대역폭 0.64 Hz 또는 1 Hz에 해당한다. 정확히 측정하려면 이 대역폭들은 매우 긴 측정 시간이 필요할 것이다 (**표 C.2** 참고).

표 C.2 – 미터기 시간상수와 그에 대응하는 비디오 대역폭 및 최대 주사 속도

	A 대역	B 대역	C 대역
주파수 범위	9~150 kHz	150 kHz~30 MHz	30 MHz~1 000 MHz
IF 대역폭 B_{res}	200 Hz	9 kHz	120 kHz
미터기 시간상수	160 ms	160 ms	100 ms
비디오 대역폭 B_{video}	0.64 Hz	0.64 Hz	1 Hz
최대 주사속도	8.9 s/kHz	172 s/kHz	8.3 s/kHz

그러나 이것은 5 Hz 이하의 펄스 반복 주파수에만 적용된다. 이보다 높은 모든 펄스폭과 변조 주파

수에는 더 높은 비디오 필터 대역폭이 사용될 수 있다 (C.2.1 참고). **그림 C.1**과 **C.2**는 미터기 시간 상수가 160 ms일 때 (**그림 C.1**)와 100 ms 일 때 (**그림 C.2**) 첨두 판독 ("CISPR AV")과 참 평균 ("AV")한 경우 펄스반복주파수 f_p 에 대한 펄스 지속시간 10 ms 펄스의 가중함수를 나타낸 것이다.

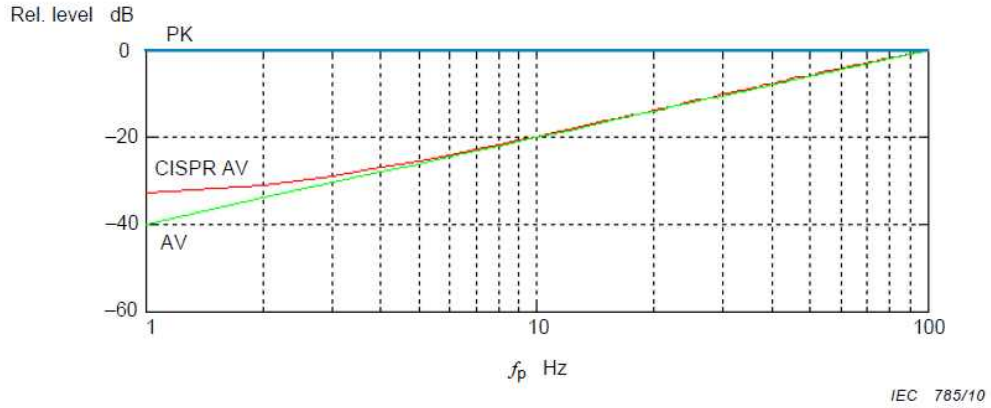


그림 C.1 – 첨두 판독을 한 경우("CISPR AV")와 하지 않은 경우 ("AV") 첨두 ("PK")검파와 평균값 검파에서 10ms 펄스의 가중함수: 미터기 시간상수는 160 ms

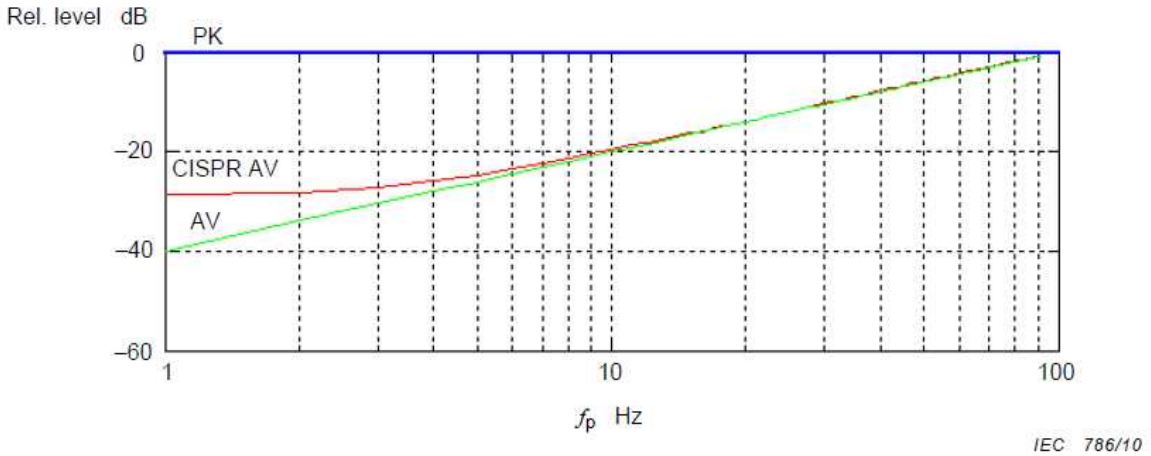


그림 C.2 – 첨두 판독을 한 경우("CISPR AV")와 하지 않은 경우 ("AV") 첨두 ("PK") 검파와 평균값 검파에서 10ms 펄스의 가중함수: 미터기 시간상수는 100 ms

그림 C.1과 **C.2**는 첨두 판독이 있을 때("CISPR AV")와 없을 때 ("AV") 평균의 차이는 펄스반복주파수 f_p 가 감소할수록 증가한다는 것을 암시한다. 그림 C.3와 C.4는 펄스폭의 함수로서 f_p =1 Hz일 때의 차이를 보여준다.

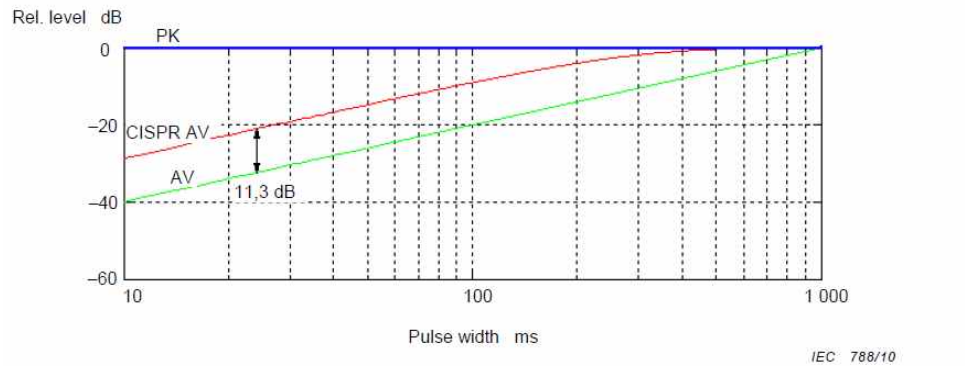


그림 C.3 – 펄스 폭의 함수로써 첨두값 검파("PV")와 평균값 검파를 위한 (1 Hz 펄스의) 가중함수의 예: 미터기 시간상수는 160 ms

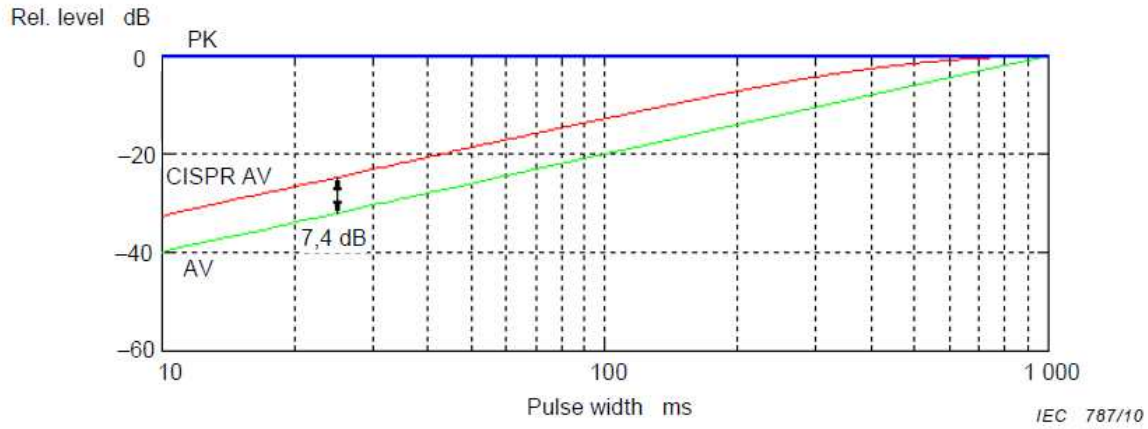


그림 C.4 – 펄스 폭의 함수로써 첨두값 검파("PV")와 평균값 검파를 위한 (1Hz 펄스의) 가중함수의 예: 미터기 시간상수는 100 ms

C.4 권장 자동 또는 반자동 측정 절차

느리게 단속, 불안정 또는 표류하는 협대역 방해를 방출하지 않는 시험품을 측정할 때는 100 Hz의 비디오 필터 대역폭을 사용하는, 즉 사전주사 절차에서 짧은 평균시간을 사용하는 평균값 검파기로 측정할 것이 권장된다. 방출이 평균 한계값에 가깝다고 밝혀진 주파수에서는, 더 낮은 비디오 필터 대역폭, 즉 더 긴 평균시간을 사용해서 최종 측정할 것이 권장된다. 사전주사/최종 측정 절차에 관해서는 이 표준의 8.을 참조.

느리게 단속, 불안정 또는 표류하는 협대역 방해는 수동 측정하는 것이 더 바람직한 해법이다.

부속서 D
(참고)

적합성 시험에 적용되는 APD 측정 방법에 대한 설명

적합성 시험에 APD 측정을 적용할 때는 다음 두 방법 중 하나가 사용된다. **그림 D.1**과 **D.2**는 각각 방해레벨 측정 (즉, 방법 1, **7.6.6.3.2** 참고)과 확률 측정 (즉, 방법 2, **7.6.6.3.3** 참고)을 포함하는 APD 측정 방법의 상세를 보여준다.

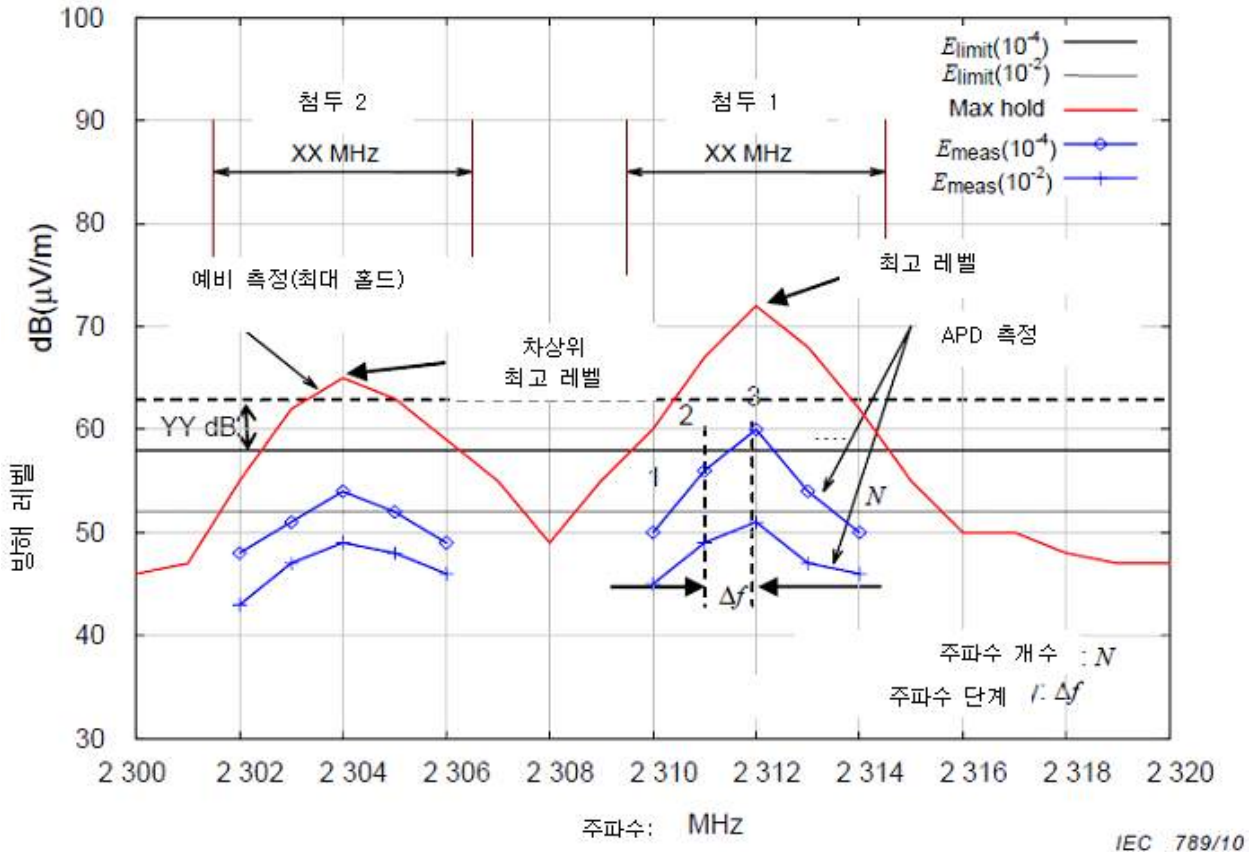


그림 D.1 – 요동 방해(fluctuating disturbance)에 대한 APD 측정 방법 1의 예

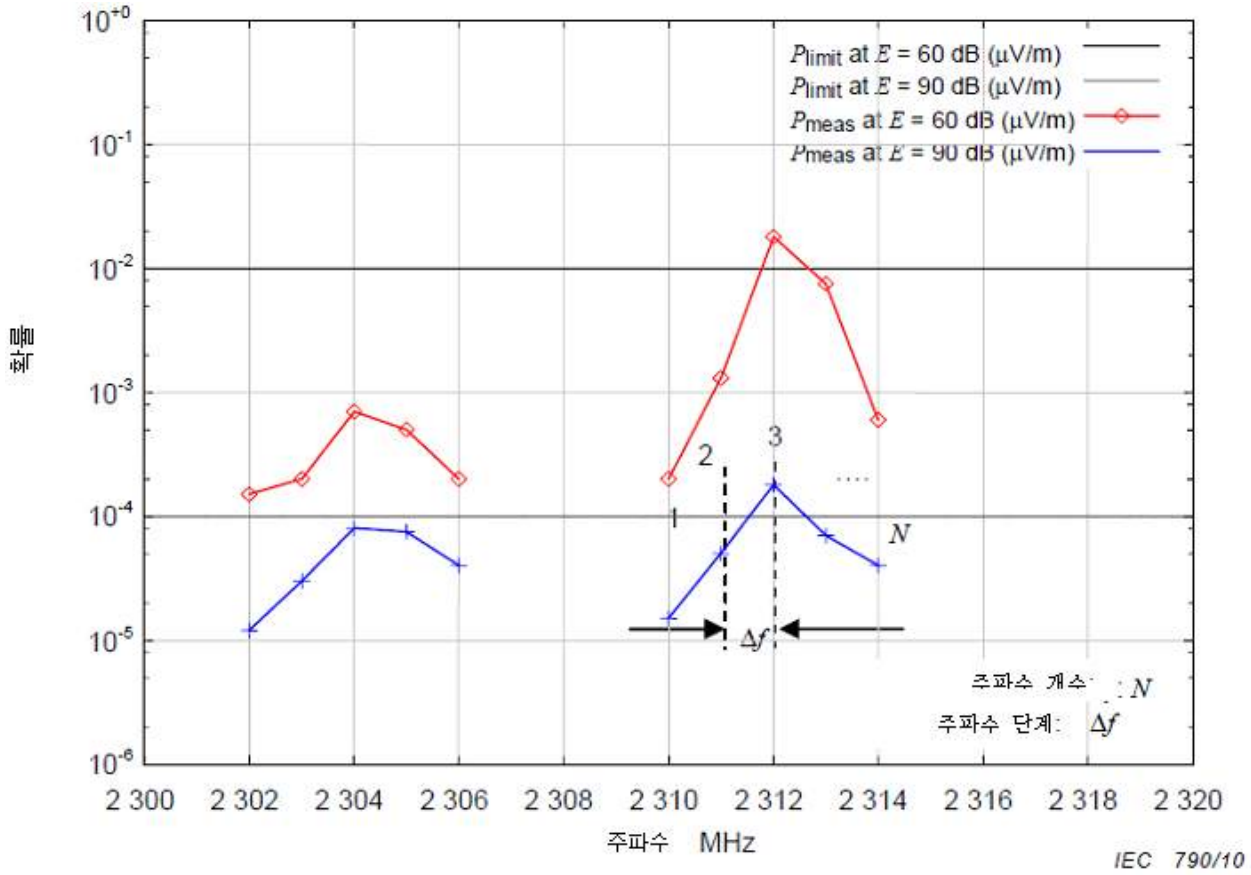


그림 D.2 – 요동 방해에 대한 APD 측정 방법 2의 예

최대홀드 디스플레이 모드와 첨두검파를 사용해서 나온 예비측정 결과들이 어떤 주파수들에서 규정 APD 한계값 (2개의 APD 한계값을 적용한다면 더 높은 한계값을 사용해야 한다)를 YY dB만큼 초과한다면, APD 측정은 이 확인된 주파수들에서 수행해야 한다. YY dB 값은 관련 제품 위원회가 지정해야 한다 (예: YY =5, 10 등).

요동 방해의 경우, 제품 위원회는 APD 측정을 수행할 주파수 범위 XX (= $\Delta f \times N$)을 지정해야 한다. 여기서 Δf 는 주파수 계단크기이고 N 은 주파수 개수이다. 이 주파수 범위는 제품의 특징에 따라 지정되어야 한다.

1단계로서, 예비측정 결과로 XX 를 결정한다. 그러면, Δf 는 스펙트럼 분석기의 분해능 대역폭 (1 GHz 초과 주파수에서 측정하는 경우 RBW=1 MHz)과 같아야 한다. 그러나 APD 한계값의 약 6 dB 이내의 APD 값을 가진 모든 주파수는 더 작은 주파수 계단크기 (즉, $B_6/2$, 여기서 B_6 는 스펙트럼 분석기의 6 dB 대역폭이다)로 추가 조사가 필요할 수 있다. 1 GHz 초과 주파수에서 측정하기 위한 스펙트럼 분석기의 RBW는 6 dB 대역폭 B_6 보다는 임펄스 대역폭 B_{imp} 로 정의한다. B_{imp}와 B_6 의 관계는 필터 종류에 따라 다르고, 일반화 될 수 없다. $B_6/2$ 를 B_6 에 근접시킬 수 있다면, 더 작은 주파수 계단크기 $B_6/2$ 를 1 GHz 초과 주파수에서의 측정을 위한 $B_{imp}/2$ (즉, 0.5 MHz)로 할 것이 권장된다. 마지막으로, N 은 XX 값과 Δf 값으로부터 결정한다.

부속서 E
(규정)

적합성 시험을 위한 스펙트럼 분석기의 적절성 판정

스펙트럼 분석기의 사용자는 분석기가 사용 주파수 범위에서 20 Hz보다 높은 펄스반복 주파수에 대한 준첨두값 검파 요건을 충족하는지를~제조자의 명세서를 통해 또는 측정을 통해- 입증할 수 있어야 한다. 평균값 검파기의 경우, 펄스에 대한 응답은 KS C CISPR 16-1-1에서 요구된다.

방출의 펄스반복주파수 측정이 언제나 가능하지는 않기 때문에, 스펙트럼 분석기를 사용할 때는 준첨두 측정의 유효성을 검증할 간단한 방법이 적용되어야 한다. 이 방법은 측정결과를 첨두 및 준첨두값 검파기와 비교한다. 준첨두 가중함수로부터, **표 E.1**의 진폭 차이는 20 Hz의 펄스반복주파수를 가진 신호를 측정한 결과이다.

표 E.1 – 첨두값 검파된 신호와 준첨두값 검파된 신호의 최대 진폭 차

A 대역	B 대역	C 및 D 대역
7 dB	13 dB	21 dB

비교 측정은 준첨두값 검파에서 해당 한계값에 가까운 진폭을 보이는 신호 주파수에서 해야 한다. 첨두값 검파된 진폭과 준첨두값 검파된 진폭의 차이가 **표 E.1**에 있는 값보다 작으면, 그 준첨두 측정은 유효하고, 스펙트럼 분석기로 구한 결과를 적합성 입증에 사용할 수 있다. 진폭 차이가 **표 D.1**에 있는 값보다 크면, 스펙트럼 분석기 대신에 KS C CISPR 16-1-1의 저PRF 요건에 완전히 부합하는 측정 수신기를 준첨두 측정에 사용해야 한다. 이 비교측정은 적절한 결과를 보장하기 위해 적절한 신호노이즈비를 요한다.

참고문헌

[1] KS C CISPR 11, 산업과학의료용 기기 - 무선 주파수 방해 특성 - 측정 한계값과 측정 방법

[2] CISPR 16-3, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 3: CISPR technical reports

[3] KS C CISPR 22, 정보 기술 기기 - 전파 방해 특성 - 측정 한계값과 측정방법

[4] IEC 61140, Protection against electric shock - Common aspects for installation and equipment

[5] ISO/IEC Guide 2, Standardization and related activities - General vocabulary

[6] ISO/IEC 17000, Conformity assessment - Vocabulary and general principles

[7] IEC 61000-4-21, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-21: Testing and measurement techniques - Reverberation chamber test methods

[8] ISO/IEC Guide 99, International vocabulary of metrology - Basic and general concepts and associated terms (VIM)

[9] IEC 60050-151, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 151: Electrical and magnetic devices

KS C CISPR 16-2-3 : 2012
해 설

이 해설은 본체 및 부속서에 규정/기재한 사항 및 이것에 관련된 사항을 설명하는 것으로 표준의 일부는 아니다.

1 개요

1.1 제정의 취지

이 표준은 한국산업표준(KS)의 체제를 국제표준(IS)의 체제와 일치시키기 위하여 2010년에 제3.1판으로 발행된 CISPR 16-2-3, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbance and immunity – Radiated disturbance measurements를 기초로, 기술적 내용 및 대응국제표준의 구성을 변경하지 않고 작성한 한국산업표준이다.

1.2 제정의 경위

이 표준은 2011년도 기술표준원 학술연구용역사업 전기자기적합성(EMC) 분야 KS 부합화 원안 작성 연구용역 사업의 일환으로 한국산업기술시험원에서 제정 초안을 작성하였다.

1.3 제정의 기본 방향

이 표준은 주파수 9 kHz ~ 18 GHz 대역에서 복사성 방출 현상 측정 방법에 관한 표준이다. 측정될 방해의 종류를 정의하고, 측정을 위한 일반적인 요건 및 조건을 다루고 있으며, 시험품의 종류 및 특성에 맞는 개별 기기 시험 배치 방법을 명시하고 있다.

기존의 KS C CISPR 16-2이 주제별로 5개 표준으로 분리됨에 따라 본 표준이 새롭게 제정되었음. 특히, 적합성 평가를 위한 스펙트럼 분석기의 적용에 관한 부속서 등이 추가됨.

2 현안 사항

이 표준에 사용된 용어는 2009년도 학술연구용역사업 “전기자기적합성(EMC)분야 용어 표준화 연구“를 바탕으로 작성되었다.

*** 원안작성 위원회**

: 안희성(기초전력연구원), 원봉주(한국전력), 지성원(한국화학융합시험연구원),
조희곤(대우일렉트로닉스), 윤상욱(한국산업기술시험원), 한효종(한국산업기술시험원)

해설 1 전기용품안전기준의 한국산업표준과 단일화의 취지

1. 개요

이 기준은 전기용품안전관리법에 따른 안전관리대상 전기제품의 안전관리를 수행함에 있어 국가표준인 한국산업표준(KS)을 최대한 인용하여 단일화한 전기용품안전기준이다.

2. 배경 및 목적

전기용품안전관리법에 따른 안전관리대상 전기제품의 인증을 위한 시험의 기준은 2000년부터 국제표준을 기반으로 안전성 규격을 도입·인용하여 운영해 왔으며 또한 한국산업표준도 2000년부터 국제표준에 바탕을 두고 있으므로 규격의 내용은 양자가 거의 동일하다.

따라서 전기용품안전관리법에 따른 안전기준과 한국산업표준의 중복인증이 발생하였으며, 기준의 단일화가 필요하게 되었다.

전기용품 안전인증기준의 단일화는 기업의 인증대상제품의 인증시 시간과 비용을 줄이기 위한 목적이며, 국가표준인 한국산업표준과 IEC 국제표준을 기반으로 단일화를 추진이 필요하다.

또한 전기용품 안전인증기준을 한국산업표준을 기반으로 단일화 함으로써 한국산업표준의 위상을 강화하고, 우리나라 각 부처별로 시행하는 법률에 근거한 각 인증의 기준을 국제표준에 근거한 한국산업표준으로 일원화할 수 있도록 범부처 모범사례가 되도록 하였다.

3. 단일화 방향

전기용품안전관리법에서 적용하기 위한 안전기준을 동일한 한국산업표준으로 간단히 전기용품안전기준으로 채택하면 되겠지만, 전기용품안전기준은 그간의 전기용품 안전관리제도를 운용해 오면서 국내기업의 여건에 맞추어 시험항목, 시험방법 및 기준을 여러번의 개정을 통해 변경함으로써 한국산업표준과의 차이를 보이게 되었다.

한국산업표준과 전기용품안전기준의 단일화 방향을 두 기준 모두 국제표준에 바탕을 두고 있으므로 전기용품안전기준에서 한국산업표준과 중복되는 부분은 그 내용을 그대로 인용하는 방식으로 구성하고자 한다.

안전기준에서 그간의 전기용품 안전관리제도를 운용해 오면서 개정된 시험항목과 시험방법, 변경된 기준은 별도의 항을 추가하도록 하였다.

한국산업표준과 전기용품안전기준을 비교하여 한국산업표준의 최신판일 경우는 한국산업표준의 내용을 기준으로 전기용품안전기준의 내용을 개정키로 하며, 이 경우 전기용품안전기준의 구판은 병행적용함으로서 그간의 인증받은 제품들이 개정기준에 맞추어 개선할 시간적 여유를 줌으로서 기업의 혼란을 방지하고자 한다.

그리고 국제표준이 개정되어 판번이 변경되었을 경우는 그 최신판을 한국산업표준으로 개정 요청을 하고 그리고 전기용품안전기준으로 그 내용을 채택함으로써 전기용품안전기준을 국제표준에 신속하게 대응하고자 한다.

그리고 전기용품안전기준에서만 규정되어 있는 고유기준은 한국산업표준에도 제정요청하고, 아울러 필요시 국제표준에도 제안하여 우리기술을 국제표준에 반영하고자 한다.

4. 향후

한국산업표준과 전기용품안전기준의 중복시험 항목을 없애고 단일화 함으로써 표준과 기준의 이원화에 따른 중복인증의 기업부담을 경감시키고, KS표준의 위상을 강화하고자 한다.

아울러 우리나라 각 부처별로 시행하는 법률에 근거한 각 인증의 기준을 국제표준에 근거한 한국산업표준으로 일원화할 수 있도록 범부처 모범사례가 되도록 한다.

또한 국제인증기구는 국제표준 인증체계를 확대하는 추세에 있으며, 표준을 활용하여 자국 기업의 경쟁력을 강화하는 추세에 있다. 이에 대응하여 국가표준과 안전기준이 국제표준에 신속히 대응함으로서 우리나라의 수출기업이 인증에 애로사항을 감소하도록 한다.

해설 2 전기용품안전기준의 추가·대체항목 해설

이 해설은 전기용품안전기준으로 한국산업표준을 채택함에 있어 추가·대체하는 항목을 적용하는 데 이해를 돕고자 주요사항을 기술한 것으로 규격의 일부가 아니며, 참고자료 또는 보충자료로만 사용된다.

심 의 :

구 분	성 명	근 무 처	직 위
(위 원 장)			
(위 원)			
(간 사)			

원안작성협력 :

구 분	성 명	근 무 처	직 위
(연구책임자)			
(참여연구원)			

전기용품안전기준의 열람은 국가기술표준원 홈페이지(http://www.kats.go.kr), 및 제품안전정보센터(http://www.safety.korea.kr)를 이용하여 주시고, 이 전기용품안전기준에 대한 의견 또는 질문은 산업통상자원부 국가기술표준원 제품안전정책국 전기통신제품안전과(☎ 043-870-5441~9)으로 연락하여 주십시오.

이 안전기준은 전기용품안전관리법 제3조의 규정에 따라 매 5년마다 안전기준전문위원회에서 심의되어 제정, 개정 또는 폐지됩니다.

KC CISPR 16-2-3 : 2015-09-23

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity - Radiated disturbance measurements

ICS 33.100

Korean Agency for Technology and Standards
http://www.kats.go.kr

산업통상자원부 국가기술표준원
Korean Agency for Technology and Standards
Ministry of Trade, Industry & Energy
주소 : (우) 369-811 충북 음성군 맹동면 이수로 93
TEL : 043-870-5441~9 http://www.kats.go.kr