

[별표 20]

KN16-2-4

전자파장해 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정 2-4 전자파장해 및 내성 측정방법 - 내성 측정 -

목 차

1. 범위 및 목적	1
2. 표준 참고문헌	1
3. 용어 정의	1
4. 내성시험 기준과 일반적인 측정절차	4
5. 전도 신호의 내성 측정방법	9
6. 방사 RF 전기장 장애에 대한 내성 측정방법	12

1. 범위 및 목적

KN16-2-4는 기본 규정이며 주파수범위 9 kHz ~ 18 GHz에서의 EMC 현상에 대한 내성 측정방법을 규정한다.

2. 표준 참고문헌

다음의 참고문헌은 이 규정의 적용에 반드시 필요하다. 출판년도가 표기된 참고 문헌에 대해서는 인용된 판만을 적용한다. 출판년도가 표기되지 않은 참고문헌에 대해서는, 해당 참고문헌의 최신판(개정도 포함)을 적용한다.

IEC60083:1997, IEC 회원국에서 표준화된 가정용 및 유사한 범용 플러그 및 콘센트

IEC60364-4: 건물의 전기설비- 4: 안전 보호

KN16-1-2:2003, 전자파장해 및 내성 측정 기구와 방법에 대한 규정 1-2: 전자 파장해 및 내성 측정기구 - 전도성 장해 측정용 보조장비

KN16-1-4:2003, 전자파장해 및 내성 측정 기구와 방법에 대한 규정 1-4: 전자 파장해 및 내성 측정기구 - 방사성 장해 측정용 보조장비

ITU-R 권고 BS.468-4:1986, 음성 방송에 있어 가청 주파수 잡음 전압 레벨의 측정

3. 용어 정의

KN16-2-4에서는 다음의 정의를 사용한다. 또한 IEC 60050(161)도 참조한다.

3.1 관련장비

측정 수신기, 시험 발생기에 연결하는 변환기 (예 : 프로브, 회로망 및 안테나)

피시험기와 측정기기 또는 (시험)신호발생기 사이에 신호 또는 장해파를 전송하는 데 사용하는 변환기 (예 : 프로브, 회로망, 안테나)

3.2 피시험기기 (equipment under test : EUT)

EMC (방출) 적합성 시험을 받는 장비 (기기, 설비 및 시스템)

3.3 제품규격 출판물

제품이나 제품군의 특정 측면을 고려하여 그러한 제품과 제품군의 EMC 요건을 기술하는 출판물

3.4 내성 허용기준 (immunity limit)

전자기 장애 발생원의 지정된 최대 방출 레벨 [IEV 161-03-15]

3.5 기준접지 (ground reference)

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

주) IEV 161-04-36 참조

3.6 (전자파) 방출 [(electromagnetic) emission]

발생원으로부터 전자기 에너지가 방출되는 현상

[IEV161-01-08]

3.7 동축 케이블 (coaxial cable)

일반적으로 지정된 특성 임피던스와 최대 허용 케이블 전달 임피던스를 제공하는 측정기기 또는 (시험) 신호발생기에 관련 장비를 연결하는데 사용되는 하나 이상의 동축선을 포함하는 케이블

3.8 공통모드 (비대칭 장애 전압) [common mode (asymmetrical disturbance voltage)]

두 도선의 인위적인 중심점과 기준접지 사이의 RF 전압, 또는 선 묶음의 경우, 지정된 종단 임피던스에서 클램프(전류변환기)로 측정되는 기준접지에 대한 전체 묶음 (비대칭 전압의 벡터 합)의 유효 RF 장애전압

3.9 공통모드 전류 (common mode current)

둘 이상의 도체에 의해 교차되는 “수학적” 평면의 지정된 단면에서 그 두 도체를 통해서 흐르는 전류의 벡터 합

3.10 차동모드 전압; 대칭 전압

어떤 두 도선의 와이어들 사이의 RF 장해전압

[IEV161-04-08, 수정]

3.11 차동모드 전류

지정된 한 세트의 활성 도체들 가운데 어떤 두 도체가 교차하는 “수학적” 평면의 지정된 단면에서 이들 도체에 흐르는 전류 벡터 차의 반

3.12 부대칭 모드 (V 포트 전압)

기기, 장비 또는 시스템의 도체 또는 포트와 지정된 기준접지 사이에 흐르는 전압. 2 포트망의 경우, 아래에 의해서 2개의 부대칭 전압 (unsymmetrical voltage)이 주어진다.

a) 비대칭 전압과 대칭전압 1/2의 벡터 합

b) 비대칭 전압과 대칭전압 1/2의 벡터 차

주) IEV161-04-13 참조.

3.13 시험 구성 (test configuration)

피시험기기의 방출 레벨 측정을 위해 지정된 배치를 함.

주) 방출 레벨은 IEV161-03-11, IEV161-03-12, IEV161-03-14, IEV161-03-15의 방출 레벨 정의의 요건에 따라 측정된다.

3.14 의사회로망 (artificial network: AN)

양단의 RF 장해전압이 측정되는 실제 회로망(예 : 확장 전원 또는 통신선)에 의해 피시험기기에 주어지는 합의된 기준 부하(시뮬레이션) 임피던스.

3.15 완전 전파무반향실 (FAC 또는 FAR)

무선 주파수 흡수체(예 : RAM)를 붙인 내부 표면으로서, 관심 주파수 범위에서 전자기 에너지를 흡수하는 차폐실 또는 완전 흡수체 부착실은 송신 안테나에서 나오는 직선파만 수신 안테나에 도달하는 자유공간 환경을 만들기 위한 것이다. 모든 간접파와 반사파는 완전 전파무반향실 사방의 네 벽과 천장 및 바닥에 부착된 흡수체에 의하여 최소화된다.

4. 내성시험기준 및 일반적인 측정절차

내성 측정은 피시험기기의 장애 영향이 규정된 레벨에 이르는지의 판단에 기초한다.

내성 측정은 일반적으로 의도된 시험신호와 불요 시험신호를 피시험기기에 인가하여 수행된다. 이러한 측정의 기본 원리는 본 조항에서 설명된다. 제 5조는 진도 내성측정방법의 일반 원리를 다루며 제 6조는 방사 내성 측정 방법의 일반원리를 다룬다.

4.1 일반 측정 방법

그림 1은 모든 내성 측정 방법의 근간이 되는 기본 개념을 보여주고 있다.

피시험기기는 정상적인 운용상태를 재현하도록 지정된 대로 설치된다. 규정된 성능저하가 검출되거나 또는 지정된 내성 레벨에 도달하는 경우, 둘 중에 더 낮은 경우가 될 때까지 불요 신호를 점점 강하게 가한다.

불요 신호는 직접 방사에 의해서 또는 전류/전압 주입에 의해서 발생 시킨다. 대부분의 경우, 피시험기기의 내성 전위를 완전하게 평가하기 위해서는 직접 방사 및 주입 기법이 필요하다. 주입 방법은 대략 30 MHz 이상의 직접 방사 시험이 이용되지만, 150 MHz 미만의 주파수에 가장 유용하다. 직접 방사 시험은 안테나가 발사하고 피시험기기가 받아들이는 전자기장을 이용하여 수행할 수 있다. 어떤 경우에는 “제한된” 전자기장은 높이 1미터 미만인 피시험기기에 가장 효율적이다. 제한된 전자기장의 예는 TEM 셀, 스트립라인 안테나, 모드 조정 공간 등으로 나타난다.

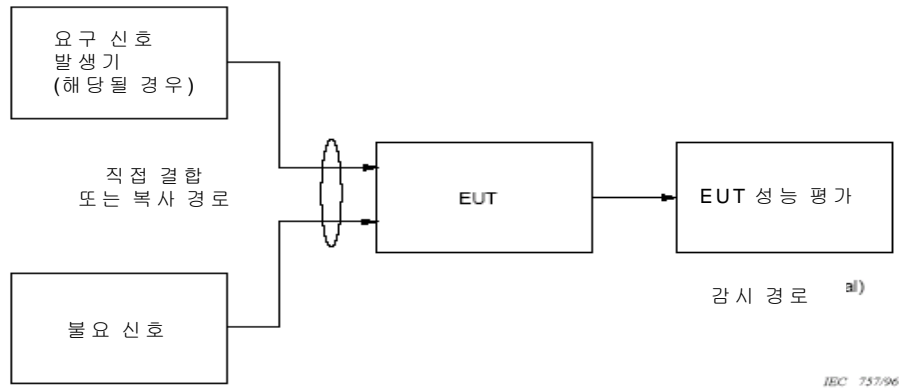


그림 1. 내성 측정의 기본 개념

4.1.1 성능 저하의 객관적 평가

피시험기기 내성의 객관적 평가는 전압, 전류, 특정 신호, 음성신호 정류 레벨 등을 관찰하여 이루어진다. 전압, 전류, 특정 신호, 음성신호 정류 레벨 등은 아날로그 또는 디지털 기록기법을 이용하여 기록할 수 있다.

이러한 성능저하 평가의 한 예로, TV 수신기의 AM 변조 RV 간섭에 대한 내성을 아래에 소개한다.

먼저, 의도된 시험신호만 피시험기기에 가한다. 그렇게 하면 측정될 의도된 음성신호가 나온다. 피시험기기 또는 시험기기의 제어장치는 원하는 레벨에서 이 음성신호를 설정하도록 조정된다. 그런 다음, 변조 또는 음성 시험신호의 스위치를 꺼서 의도된 음성신호를 제거한다. 그 위에 불요 신호를 가하여, 이의 레벨을 의도된 음성신호 레벨 이하의 지정된 레벨에서 불요 음성신호를 얻을 수 있게 조정한다. 불요 신호 레벨은 관련 시험 주파수에서 피시험기기 내성의 척도이다. 이때, 너무 높은 불요 신호 레벨을 가함으로써 피시험기기가 파손되지 않도록 주의해야 한다.

4.1.2 성능저하의 주관적 평가

피시험기기 내성의 주관적 평가는 시각 또는 청각, 또는 시청각적인 표현을 통해서 피시험기기 성능저하를 관찰하여 이루어진다. 이 기법은 특정한 전기적 신호 또는 이와 유사한 신호와 레벨이 아날로그나 디지털 형식으로 직접

기록되지 않아서 4.1.1의 기법과는 다르다. 대신, 성능저하는 측정 가능한 조건으로 판단되는 것이 아니라 사람의 감각 조건, 다시 말해 사람이 짜증을 일으킬 정도의 청각적 또는 시각적 인지로 판단된다. 불요 내성 신호는 객관적 내성 평가 측정에 사용하는 방법과 동일하거나 유사할 수 있다.

이러한 성능저하의 주관적 평가에 대한 예로, 저하된 시각 및 청각 표현으로 사람이 인지하는 불요 신호에 대한 TV 수신기의 내성이 아래에서 소개된다.

화상 간섭의 경우, 의도된 시험신호는 표준 화상을 만들고 불요 신호는 화상의 성능저하를 일으킨다. 화상의 성능저하는 겹침 무늬, 동기화 장애, 기하학적 왜곡, 화상 명암 또는 색상 상실 등, 다양한 형태로 나타난다.

화상 성능저하 요소의 기준이 규정되어야 하며, 주관적 평가 수행 조건도 결정되어야 한다.

먼저, 의도된 신호만 피시험기기에 가한다. 피시험기기 제어장치는 휘도, 대비 및 채도가 정상인 화상이 나오도록 설정한다. 그런 후, 불요 신호를 그 위에 가하고 레벨을 조정하여 사람이 화상을 시청하면서 인지하는 화상의 성능저하가 나오도록 한다. 이때의 레벨이 관련 시험 주파수에서 피시험기기 내성의 척도이다.

4.1.3 허용기준측정

내성의 실제 측정치는 필요하지 않을 수 있다. 즉, 피시험기기가 어떤 허용기준을 충족시키는지 아는 것으로도 충분하다. 불요 신호는 각 시험 주파수에서 조정하는 대신 허용기준레벨로 유지하고 주파수는 시험범위에 걸쳐 스위프하게 한다. 객관적이든 주관적이든 성능저하가 전혀 관찰되지 않을 경우 피시험기기는 허용기준을 충족하는 것으로 여겨진다. 이 과정을 “적합/부적합” 시험이라고 한다.

4.2 내성 저하 기준

합리적인 내성 기준을 마련하려면 성능 저하가 무엇인가에 대한 정의가 있어야 한다. 아래는 이러한 성능저하의 진행상태를 보여주는 한 가지 보기이다.

- a) 성능저하 없음: 장비는 설계규격에 적합해야 한다. 이런 유형의 기준은 대규모 소비자 모집단에 영향을 주는 서비스 뿐 아니라 민감한 보건 및 안전 장비에 적용되어야 한다. 일부 중요한 프로세스나

장비 운용의 내성 기준으로도 사용될 수 있을 것이다.

- b) 현저한 저하: 이 경우, 성능이 전자파 장애에 의해 영향을 받은 것이다. 현저한 성능저하의 실례로는 비디오 회로와 오디오 회로의 잡음 증가, 제어 회로의 신호 대 잡음 비율 감소, 허용되는 최대값에 접근하는 디지털 시스템의 오차율 또는 청각 또는 시각에 성가신 장애가 있다. 전자 제품/장비의 지속적 사용을 위해서 조작자가 개입할 필요가 없다. 일반적으로 이런 성능저하 시험방법은 대량생산 제품에 사용된다. 내성 신호를 제거하면 성능저하가 사라진다.
- c) 심각한 저하: 이 범주에서는 제품이 지속적으로 만족스럽게 작동할 수 없다. 이를 교정하려면 현장 엔지니어링 또는 고객 서비스 담당자가 현장에 나가 문제를 파악하고 고치는 데 상당한 시간을 소비하게 된다. 이 내성 레벨은 매우 드문 경우에 발생하도록 설정되어야 한다. 전자 제품/장비에 시스템 잠금, 리셋, 플로피 디스크 쓰기 작업 그리고 기타 메모리 변경 같은 특정 운용기능을 원상대로 회복하려면 서비스 기사가 이 작업에 참여해야 한다.
- d) 고장/작동 불가능: 제품이 완전히 고장 나서 리셋해서 다시 작동할 수 없는 가장 심각한 범주에 해당한다. 결국 이렇게 해서 기계가 파손되는 것이다. 현장 수리도 할 수 없다. 이의 내성레벨을 높이려면 신속한 재설계로 장비를 완전히 교체해야 한다. 제조회사가 만족스런 교체 제품을 내놓을 수 없을 경우 고객 서비스가 무한정 중단될 수 있다.

4.3 제품규격 세부항목

상세한 내성 측정 방법과 수용 가능한 성능저하를 판단하는 수단을 명기하는 외에도 제품 규격서는 아래와 같은 기타 관련 사항도 담고 있어야 한다.

4.3.1 시험 환경

시험 환경의 필요사항을 검토해 보아야 한다. 예를 들어, 온도나 습도 범위 같은 물리적인 환경이 지정되어야 한다. 또 EM 환경, 특히 최대 주위 잡음 레벨이 지정되어야 한다.

4.3.2 피시험기기의 작동 조건

피시험기기의 작동 조건, 예를 들어, 의도된 입력신호 특성, 피시험기기

작동모드 같은 작동조건이 지정되어야 한다.

4.3.3 EM 위협

피시험기기에 기능장애를 일으킬 수 있는 EM 장애의 형태는 많다. EMC 전문위원회는 내성 규격이 전송 무선파에 대한 내성, 신호 전도에 대한 내성, 주전원의 스파이크/전압강하/정전/왜곡에 대한 내성, 정전기 방출에 대한 내성, 낙뢰로 야기되는 서지 등에 대한 내성 등, 모든 예측 불가능한 사태를 포함하는지 고려해야 한다.

각각의 잠재적 위협에 대해서, 관련 측정방법과 함께 적절한 전문 시험장비를 지정할 수 있도록 장비 결함 모드를 평가해야 한다. 따라서 EMC 전문위원회는 본 조항에 언급된 일반적인 측정 원리를 특정 제품에 맞게 고칠 수 있어야 한다.

진폭, 변조, 방향, 편파 같은 불요 신호의 특성이 지정되어야 한다. 각 방법에 적용 가능한 주파수 범위도 지정되어야 한다. 예를 들어, TEM 셀의 유용한 주파수 범위는 그 폭에 따라 달라지며, 그 폭은 다시 피시험기기 크기에 따라 달라진다.

피시험기기는 어떤 운용모드에서도 특별하게 민감한지, 아니면 특정 주파수의 불요 신호에만 민감한지 알기 위한 검사가 필요하다.

4.3.4 교정

제품 규격서는 기본 표준을 참고하거나 제품 또는 제품군 규격 내의 교정 절차를 포함시켜 교정의 필요 점들을 중점적으로 다루어야 한다. 여기에는 사용되는 시험 장비의 주기적인 교정과 특히 직접 방사나 주입 방법에서 사용되는 불요 신호의 진폭과 균질성 같은 당해 매개변수를 교정하는 수단이 포함되어야 한다.

4.3.5 통계적 평가

제품 규격서는 KN 허용기준의 중요성을 언급해야 한다. 규격서는, 특히, 시험이 권고안 46/1의 80/80 규칙 준수 여부를 검토해야 하며, 그럴 경우, 어떤 표본조사 방법을 사용해야 하는지도 다뤄야 한다.

성능 저하가 발생할 때까지 내성 시험을 할 경우, 표본의 일부가 허용기준을 초과할 수도 있을 정도의 적합한 표본크기를 사용하여 KN 내성 허용기준에

대한 적합성을 판단할 수 있다. 내성 최저한도를 측정하지 않고 적합/부적합 시험 같은 준수 여부를 판단할 수 있는 내성 허용기준에서 진행된 내성 시험의 경우, 통계적 기법을 적용할 수 없다.

5. 전도 신호의 내성 측정 방법

기본 방법은 불요 신호를 도선에 주입하여 특정 레벨의 성능저하가 관찰되거나 특정 내성 레벨에 이를 때까지 어느 쪽이든 먼저 발생하는 레벨을 증가시키는 것이다. 도선은 신호 도선, 제어장치 도선 또는 주전원 도선이 될 수 있다. 이 방법에는 두 가지 변형이 있다. 전류 주입방법은 공통모드(비대칭) 신호에 대한 내성을 평가하는 데 사용되고, 전압주입 방법은 차동모드(대칭) 신호에 대한 내성을 평가하는 데 사용된다. 일반적으로 전류 주입방법은 이 모드가 방사 RF 환경에 가장 취약하기 때문에 최소한도로 하여 수행된다.

주입 측정의 일반 원칙은 그림 2에 자세히 나와 있다. 실제 상황에서 장비의 도선으로 유도되는 장애신호의 영향은 적절한 결합기기를 통해서 불요 신호를 주입하는 식으로 모사된다.

비차폐 도선에 전류를 주입할 경우, 공통모드에서 불요 전류를 도체에 주입한다. 동축 케이블이나 차폐 케이블일 경우에는 공통모드에서 불요 전류를 외부 도체나 케이블 차폐로 주입 한다 (그림 2 참고). 전류는 피시험기기를 통해 발생기로 돌아가서 결합체가 제공하는 다른 포트들의 부하 임피던스와 병렬로 접지용량을 통해 흐른다. 어떤 경우, 공통모드 신호 일부가 차동모드로 변환되어 진정한 공통모드 반응을 알 수 없게 만들 때가 있다. 이렇게 되면 도선의 서로 맞은편 끝의 RF 전위차에 영향을 주어 의도된 신호 대 불요신호 비율의 저하를 초래하는 공통모드 전류의 어떤 조합이 될 수 있다.

전압을 주입할 경우, 두 와이어 사이에 신호가 가해진다. 100 MHz 이상에 가까운 주파수에서 피시험기기 도선과 부하의 임피던스와 공진 조건 때문에 두 가지 방법으로 전도 내성을 주입하는 것은 어렵다.

5.1 결합기기

결합기기는 불요 신호를 주입하기 위한 RF 초크, 콘덴서, 저항성 회로망으로 구성되어 있다. 불요 신호 전압 소스의 임피던스와 부하 임피던스는

표준화되며, 결합기기는 이러한 임피던스를 제공하도록 설계된다. 또 결합기기는 의도된 시험신호, 기타 신호, 주전원의 통로가 된다. 결합기기의 상세한 구조와 성능 점검 사항은 KN16-1-2에 나와 있다.

5.2 측정 기기

전도 내성 측정에 사용하는 장비는 정확성과 반복성을 보증할 수 있게 적절하게 지정해야 한다. 지정되는 특정 항목들은 다음과 같다.

- a) 지정된 접지면 위의 피시험기기 높이
- b) 여분의 신호 도선 및 전력 도선 처리
- c) 결합기기를 신호 및 전력 도선에 연결하는 도선의 길이
- d) 사용되는 모든 구성요소, 즉, 피시험기기, 이의 도선, 결합기기, 접지면, 상호연결 도선, 신호원 등의 배치
- e) 도선, 즉, 차폐연결 도선, 전달 임피던스 도선 등의 품질

이러한 규격에 관한 상세한 내용은 TV 수신기 내성 측정 사례를 통하여 아래에서 보여준다.

TV 수신기는 2 m × 1 m 면적의 금속 접지면 위로 100 mm 높이에 설치한다. 결합기기는 각종 도선에 삽입한다. 결합체를 피시험기기와 연결하는 도선은 될 수 있는 한 짧아야 한다. 특히 피시험기기의 안테나 삽입 도선은 300 mm를 넘지 않아야 한다.

주전원 도선은 길이가 300 mm이어야 한다. 이보다 길면 300 mm 길이에서 묶음처리를 해야 한다. 주전원 도선은, 시험 보고서에 기록되어야 할, 잘 정의된 배치방식으로 고정되어야 한다. 도선과 접지면과의 거리는 30 mm 정도가 되어야 한다. 시험에 사용되는 결합기기의 최대 수는 6개이다. 포트가 6개를 넘는 피시험기기의 경우, 결합기기는 포트들의 하나 이상의 각 유형에 대해 사용되어야 한다.

5.3 입력 내성 측정 방법

불요 신호는 통상적으로 무선주파수 신호를 수신하는 피시험기기의 입력 포트에 가해진다. 이 불요 신호는 의도된 신호와 혼합된다. 아래 부속조항들은

음성 수신기와 TV 수신기에 적용할 수 있는 시험을 사례로 소개하고 있다(CISPR 13 참고).

5.3.1 음성 수신기 측정

이러한 측정을 위해, 의도된 신호 주파수와 불요 신호 주파수를 정확도 $\pm 1\text{kHz}$ 의 조건으로 지정해야 한다.

측정 기기 구성은 그림 3과 같다. 불요 신호발생기(1)와 의도된 신호발생기(2)는 결합회로망(6)으로 상호연결 되어 있다. 두 발생기 간에 상호 간섭이 생기는 것을 막기 위해 결합손실을 감쇠기(7)로 증가시킬 수 있다. 소스 임피던스가 지정되어야 하는 결합회로망의 출력은 회로망(8)에 의해서 피시험기기의 입력 포트에 정합되어야 한다. 음성측정은 규정대로 한다.

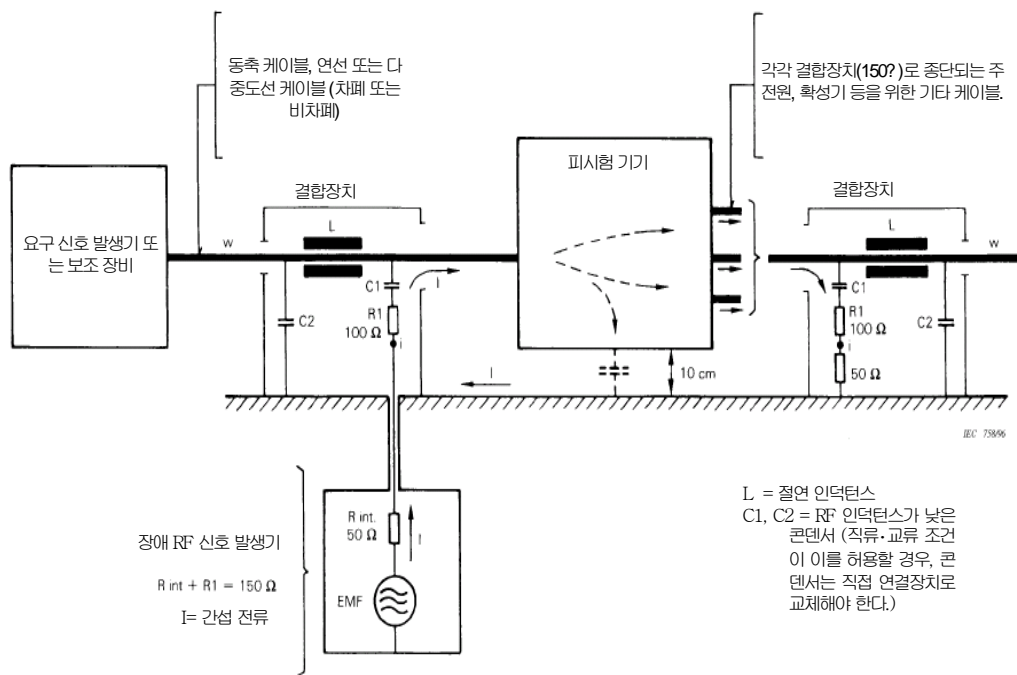
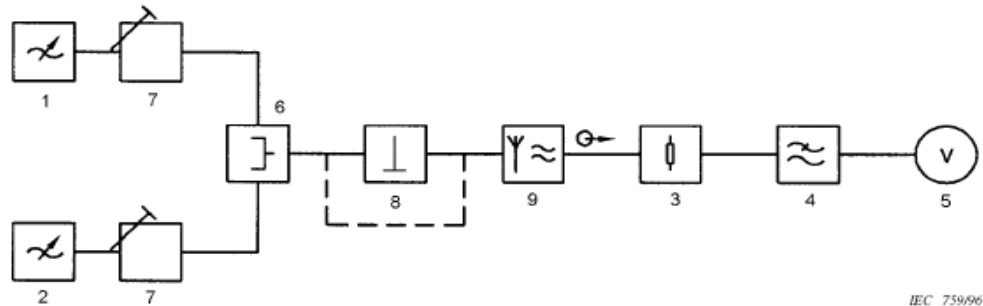


그림2. 전류-주입방법의 일반원리



- 1 불요 신호 발생기 G1
- 2 의도된 신호 발생기 G2
- 3 부하저항기 RL
- 4 저역통과필터 (부록 B 참고)
- 5 음성 주파수 전압계 (CCIR 권고안 468에 적합한 가중회로망 포함)
- 6 결합회로망
- 7 감쇠기
- 8 정합 또는 평형 회로망
- 9 피시험 기기 (EUT)

그림 3. 음성 방송 수신기의 입력 내성 측정용 측정기기

5.3.2 TV 수신기 측정

측정기기 구성은 그림 4와 같다. 작동 원리는 그림 3의 측정기기 구성과 유사하고 5.3.1의 내용이 적용된다. 저역통과필터(10)는 측정결과가 불요 신호발생기의 고조파에 의해 영향 받는 것을 막기 위해 추가되었다.

6. 방사 RF 전기장 장애에 대한 내성 측정방법

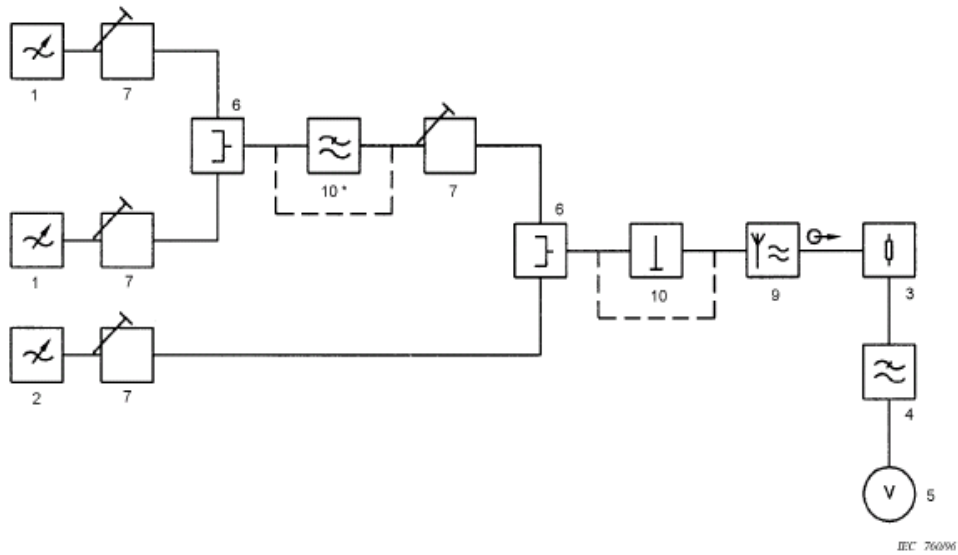
다음 조항들은 방사 전기장 장애에 대한 여러 가지 내성측정방법을 기술한다.

6.1 TEM 모드를 이용하는 측정

자유공간 조건에서 균일한 전자기파는 두 평행평면의 전도 표면들 사이를 이동하는 TEM 모드의 도파관에 의해 발생 시킬 수 있다. 이럴 경우, 전기장은 도체와 수직을 이루고 자기장은 평행을 이룬다. TEM 기기는 개방형 스트립라인 또는 폐쇄형 구조인 TEM 또는 GTEM 기기로 구성될 수 있다. TEM과 스트립라인에 대한 내용은 KN16-1-2에 나와 있다. GTEM 기기에 관한 명세서는 현재 고려 중에 있다.

6.1.1 개방형 스트립라인을 사용한 측정기기 구성

개방형 스트립라인은 피시험기기 전기적 높이의 두 배를 수용할 수 있도록 충분한 공간을 두고 떨어져 있는 두 평행판으로 이루어져 있다. 수직면 내의 피시험기기 금속구조가 피시험기기의 전기적 높이이다. 전기적 높이가 두 병렬판 거리의 반 이상을 차지하는 피시험기기는 스트립라인을 둘 수 있고 전기장 세기를 가해도 그 효과가 미미하다. 스트립라인 차단 주파수 위로는 수직 및 수평 전기장 세기 구성요소가 있다는 점에 유의한다.



- 1 불요 신호 발생기 G1
- 2 의도된 신호 발생기 G2
- 3 부하저항기 RL
- 4 저역통과필터
- 5 음성 주파수 전압계 (CCIR 권고안 468에 적합한 가중회로망 포함)
- 6 결합회로망
- 7 감쇠기
- 8 정합 또는 평형 회로망
- 9 피시험 기기 (EUT)
10. 저역통과필터*

* 불요 신호 주파수의 고조파에 의해 측정결과가 영향 받는 것을 예방한다.

그림 4. TV 방송 수신기의 입력 내성 측정용 측정 기기 (5.3.2 참고)

- 높이 제한을 충족시키는 피시험기기를 사용할 경우와 일반적으로 150 MHz 이하에서 시험할 경우에는 기기와 스트립라인 거리를 다음과 같이 하는 것이 좋다.
- 스트립라인의 기단은 바닥에서 최소한 0.8 m 떨어진 비금속 지지대 위에 설치해야 하고, 상부 도체판은 천장과 0.8 m의 거리를 두어야 한다.
- 실내에서 사용할 경우, 스트립라인은 벽이나 기타 물체와 세로로 최소 0.8 m의 공간을 유지해야 한다. 차폐실 내부에서 사용할 경우, RF 흡수체를 스트립라인 옆면과 차폐실 벽면 사이의 공간에 설치해야 한다. 그림 5는 기본기기에 대한 것이다.
- 피시험기기는 스트립라인 중앙에서 100 mm 높이의 비금속 지지대 위에 설치한다(그림 6 참고).
- 피시험기기 도선은 스트립라인의 기부 도체판에 있는 구멍을 통해 삽입한다. 스트립라인 내부의 도선 길이는 될 수 있는 한 짧아야 하며 페라이트 링으로 완전하게 감싸서 유도전류를 감쇠해야 한다.
- 평형-대-불평형 트랜스포머는 가능한 한 짧은 도선으로 피시험기기와 연결한다.
- 측정 기간 동안 사용하지 않은 피시험기기 포트는 공칭 포트 임피던스와 정합이 되는 차폐 저항기로 종단한다.

피시험기기의 올바른 작동을 위해 다른 기기가 필요하다면, 이 추가 기기는 측정기기의 일부로 생각하고 이 기기가 불요 신호에 노출되지 않도록 주의해야 한다. 주의할 사항으로는 동축 차폐의 추가 접지, 차폐, 연결 케이블에 RF 필터 삽입, 또는 페라이트 링의 적용 등이다.

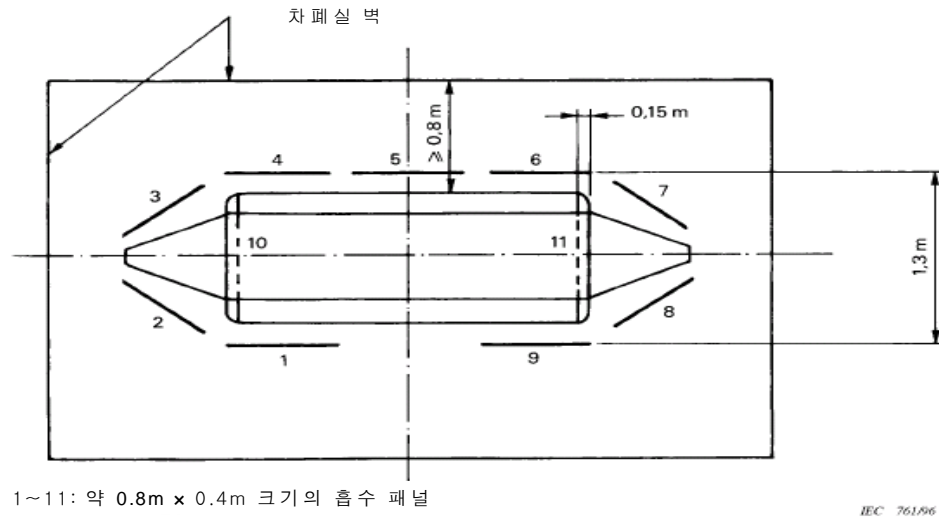


그림 5. 3 m × 3.5 m 크기의 차폐실 내부에 흡수 패널을 넣은 개방형 스트립라인 TEM 기기

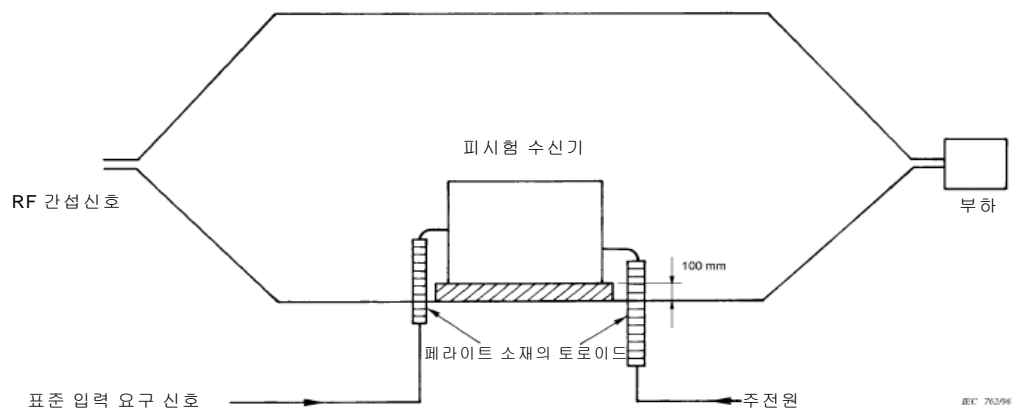


그림 6. 주파수 범위 0.15 MHz ~ 150 MHz에서 주변 전자기장의 방출 수신기 내성을 측정하기 위한 측정 기기 구성

6.1.1.1 수신기용 측정 회로

그림 7은 음성 및 방송 수신기 내성 측정에 사용하는 회로를 나타낸다. 이 그림은 스트립라인 사용의 일례를 보여주는 것으로, 의도된 시험 신호는 G2 발생기로 공급을 받고 정합회로망을 통해 피시험기기 입력장치와 연결된다.

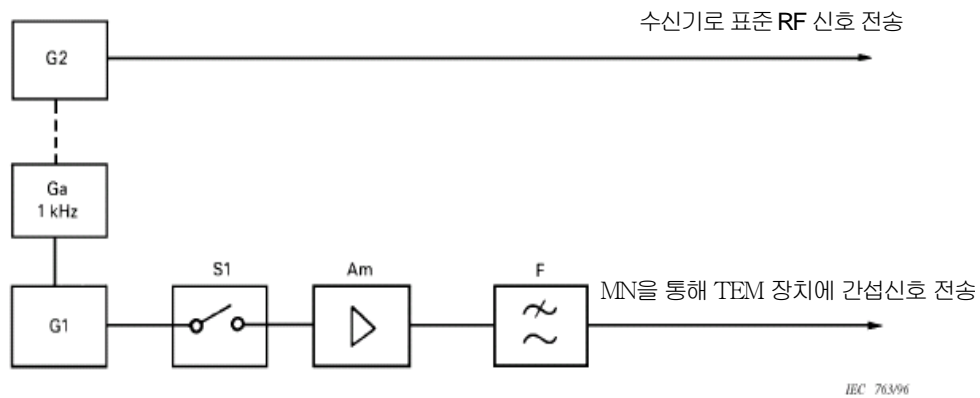


그림 7. 주변 전자기장의 음성 방송 수신기 내성 측정을 위한 측정 회로

불요 신호는 G1 발생기로 공급을 받으며 S1 스위치, 광대역 진폭기 Am, 저역통과필터 F를 통해 스트립라인의 정합회로망과 연결된다. 광대역 진폭기 Am은 필요한 전기장 세기의 제공에도 필요하다. 스트립라인은 종단 임피던스로 부하가 걸린다.

G1 발생기 RF 출력과 특히 광대역 진폭기 Am 출력의 고조파 레벨과 관련해서는 주의를 기울여야 한다. 고조파가 피시험기기의 다른 반응과 동시에 일어날 경우 측정에 영향을 줄 수 있기 때문이다. 피시험기기가 TV 수신기일 경우, 이러한 고조파의 반응은 조정된 채널이나 피시험기기의 i.f. 채널에서 발생할 수 있다. 어떤 경우에는 Am에서 입력 전원을 처리할 수 있는 적합한 저역통과필터 F를 삽입하여 고조파 레벨을 적절하게 줄일 수 있다. 이런 필터가 적합한지는 구체적으로 확인해야 한다.

음성 출력 전원 레벨은 제품 사용 요건에 정해진 대로 측정한다.

6.1.2 폐쇄 TEM 기기를 사용한 측정 기기 구성

(검토 중임)

6.1.2.1 측정 회로

(검토 중임)

6.2 흡수체 부착 차폐실을 이용한 측정

6.2.1 소개

전자파 흡수체가 부착된 차폐실이란 사방 벽면과 천정에 RF 흡수체를 부착한 표준형 6면 차폐실을 가리킨다. 일반적으로 차폐실 바닥은 아무런 처리를 하지 않고 측정을 위한 기준 접지면의 역할을 한다. 전자기장의 균일성을 보장하기 위해서 차폐실 바닥에 흡수체를 설치할 수도 있다. 흡수체는 일반적으로 탄소 함유 발포 수지로 구성된다. 다른 자재로는 페라이트 타일이나 페라이트 타일과 탄소함유발포수지를 섞어 만든 자재가 있다. 이 두 자재는 열을 받으면 표면에 불필요한 에너지를 발생시킨다. 고출력 내성 레벨의 경우, 흡수체가 열발산율을 초과하는지 잘 살펴보아야 한다. 이 자재에는 특수 방염처리를 할 수 있다.

6.2.2 크기

전자파 흡수체가 부착된 차폐실의 크기는 여러 가지 요소에 따라 결정된다.

- a) 피시험기기 시스템에 필요한 시험 구역
- b) 송신 안테나 설치에 필요한 공간 및 이에 필요한 접지면 위의 높이
- c) 흡수체 크기
- d) 안테나와 피시험기기 간의 간격
- e) 피시험기기 및 안테나와 가장 가까운 흡수체와의 간격
- f) 시험 구역의 내성 전자기장에 필요한 정확성과 균일성 보증에 필요한 차폐실 크기

필요한 부착 흡수체의 크기는 불필요한 반사의 억제에 필요한 양의 어떤 함수이다. 탄소 발포체에 알맞은, 일반적으로 피라미드 모양의 이러한 자재는 그 높이가 한 파장의 상당 부분만큼은 되어야 효과적이다.

이러한 치수일 때 흡수체는 반사 에너지를 20 dB 이상까지 감쇠할 수 있다.

파장이 피라미드 모양 흡수체의 높이에 해당하는 파장 미만이면 감쇠 수치가 크게 증가한다. 반대로, 탄소발포체 흡수체 높이가 파장보다 훨씬 떨어질 경우 감쇠가 크게 저하한다. 후자의 경우는 보통 가장 실용적인 크기의 흡수체 (100 MHz 이하에서 높이 1 m 이하)에서 일반적인 현상이다. 따라서 이렇게 흡수체가 부착된 차폐실은 이들 주파수 이하로 제한해서 사용되고 있다.

100 MHz 이하에서 흡수체가 부착된 차폐실의 응답은 페라이트 타일과 탄소발포체 흡수체를 적절히 선택해서 사용하면 개선시킬 수 있다. 일반적으로 이 흡수체 층은 차폐실 사방 벽면과 천장(그리고 바닥)에 설치한 페라이트, 유전체, 탄소발포체 재료로 이루어져 있고, 바닥재로는 피라미드형 흡수체 사이의 불활성 충전재와 물리적으로 튼튼하고 하중에도 견디는 비전도성 “워크온” 자재로 이루어져 있다. 페라이트는 (제대로 선택할 경우) 반사 에너지를 100 MHz 이하까지 추가로 줄인다. 이러한 페라이트는 비선형 억제 자재라는 점을 주목해야 한다. 주파수 함수로서의 차폐실의 반사 속성에 미치는 영향은, 특히 1 GHz 이상에서, 그런 재료를 사용하기 전에 결정되어야 한다.

6.2.3 송신 안테나

전자파 흡수체 부착 차폐실 내부에서 필요한 내성 전자기장을 재현하는 데 사용할 수 있는 송신 안테나는 아주 다양하다. 그런 안테나에서 가장 중요한 요소는 고출력 (최대 1 kW)을 방사하고 빔 폭도 피시험기기 시험 구역을 밝히기에 충분히 넓어야 한다는 것이다. 편파 정보가 필요할 경우, 선형 편파 안테나를 사용해야 한다. 여기에 사용되는 대표적인 안테나는 고출력 바이코니컬 안테나 및 대수주기 안테나 그리고 리지드 장방형 혼 (ridged rectangular horns) 안테나이다. 이러한 안테나는 흡수체 가까이에 설치하면 안 되고, 최소 간극이 1m 정도는 되어야 한다.

6.2.4 신호 발생

전자파 흡수체가 부착된 차폐실 내부에서 내성 시험을 할 때, 신호 발생기와 전력증폭기 고조파 및 스퓨리어스 출력을 적절히 억제하는 것 말고는 어떤 특별한 신호발생기 요건도 필요하지 않다. 신호원은 전송 안테나로 보내는 데 사용하는 전력증폭기의 입력 요건에 맞는 CW와 피변조 RF 반송 레벨을 발생할 수 있어야 한다. 피시험기기는 넓은 대역폭에 걸쳐 여러 주파수에 응답할 수 있으므로, 신호발생기와 전력증폭기의 결합으로 고조파와 스퓨리어스 출력을 적절하게 억제하는 것이 중요하다. 억제 레벨은 의도된 주파수 출력 그리고 이들 고조

파에서의 내성 허용기준에 비해서 30 dB 이상이어야 한다. 증폭기 출력과 송신 안테나 출력 사이에 출력 신호를 추적하는 고출력 저역통과필터를 삽입할 수도 있다.

6.2.5 발생된 전기장의 교정

전기장의 교정 목적은 시험표본 전체에 걸친 전기장의 균일성이 충분하여 시험 결과의 유효성을 보증할 수 있게 하려는 데 있다.

본 표준은 허용할 수 있을 정도로 변화가 작은 전자기장의 가상 수직면인 “균일면”이라는 개념을 사용하고 있다. 피시험기와 도선이 더 작은 표면 내에서도 충분히 비쳐질 수 있는 경우가 아니라면 이 균일면적은 $1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ 이다. 시험 배치 시에는 피시험기의 전면은 이 수직면과 일치시킨다.

접지기준면 가까운 곳에 균일한 전자기장을 형성하는 것이 불가능하기 때문에, 접지기준면에서 0.8m 이상 되는 높이에 교정면적을 설치하며 가능하다면 이 높이에 피시험기를 둔다.

접지기준면 근처에서 시험해야 하거나 $1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ 이상의 면적을 가진 피시험기와 전기배선 시험을 엄격하게 실시하기 위해 0.4m에서 그리고 피시험기의 전체 폭과 높이에 대해서도 전자기장의 세기를 기록하고, 시험보고서로 보고한다.

교정된 전자기장의 형성에 사용되었던 안테나와 케이블을 시험에 사용해야 한다. 같은 안테나와 케이블을 사용하기 때문에, 전자기장 발생 안테나의 케이블 손실과 안테나계수는 관련이 없다.

전자기장 발생 안테나의 정확한 위치가 기록되어야 한다. 위치가 조금만 바뀌어도 전기장에 커다란 영향을 주기 때문에 시험을 할 때에는 동일한 위치에서 해야 한다.

주) 비변조 RF 신호로 3 V/m에서 균일한 전자기장 면을 형성해야 한다. 비변조 신호를 사용하면 전자기장 강도 측정기기의 올바른 지시가 보장 된다

6.2.6 성능 모니터

시험 계획을 바탕으로, 피시험기에 다양한 센서를 붙이면 성능저하를 나타내는 아날로그나 디지털 신호를 기록할 수 있다. 이 센서 및 전자파 흡수체가 부착된 차폐실 외부로 확장되는 도선은 피시험기의 성능이나 내성에 영향을 주

어서는 안 되며, 또는 내성이 가해진 전자기장 또는 흡수체로 인해 교정이 이루어지지 않는 일이 있어서는 안 된다. 어떤 경우, 성능 저하를 파악할 수 있도록 피시험기기에서 흡수체가 부착된 차폐실 외부의 피시험기기 지지 장비까지 연결된 도선을 측정할 수 있다. 이 경우, 성능저하 모니터는 방사 RF 에너지에 내성을 보여서는 안 된다. 그러나 이들 모니터는 차폐실 외부로 확장된 도선에서는 전도 RF 전류에 내성을 보여야 한다. 시각적 성능저하가 필요할 경우, 차폐실 벽이나 폐쇄회로 TV 시스템에 깨끗한 유리창을 사용할 수 있다. 관벽 영역은 차폐자재, 즉, 유리 속에 끼워 넣은 철망 또는 유리 표면에 부착된 전도성 투명 자재로 바뀌어야 한다. TV 카메라는 반사된 주요 피시험기기 신호를 포착하지 않는 실내의 한 위치에서 탄소발포재의 인접 피라미드 끝 안쪽에 내장되어야 한다. 음성 저하는 음향결합기를 통해 측정하거나 진폭 변조 RF 내성 신호 반송파의 회복된 음성 변조를 모니터링 하여 측정할 수 있다.

6.2.7 내성 측정 기기

6.2.7.1 피시험기기는 흡수체 부착 차폐실의 시험구역 중심부에 설치한다. 작은 제품, 즉, 피시험기기 길이가 1과장 이하인 균일한 시험 전자기장은 안테나를 1과장 이상 분리시킬 때 얻어진다. 이 시험 전자기장은 안테나 분리를 1과장 이하로 가깝게 하면 복잡해진다. 큰 제품일 경우, 다시 말해 피시험기기 크기가 1과장 이상일 경우, 안테나는 미터제품을 내성 신호의 과장으로 나눈 피시험기기의 최대 직선길이를 동등한 거리만큼 분리시켜야 한다. 분리 거리를 더 가깝게 해서 측정할 경우, 수신 안테나는 복잡한 근거리장 영역에 있게 된다. 재현성을 보증하는 시험과 근거리장 데이터에서 원거리장을 예측하는 시험에서는 이러한 복잡성이 고려되어야 한다.

6.2.7.2 성능 모니터는 시험 계획에서 요구한 대로 피시험기기에 부착한다. 전기장 세기 센서를 사용할 경우, 이 센서는 고객이 사용할 때 재현 중인 전자기장을 실제 제품 위치에서 측정할 경우에 한해 전자기장 높이를 모니터링 하거나 전기장 높이 조정을 할 수 있도록 설치해야 한다. 모든 연결기기는 전기장이나 흡수체에 영향을 받아서는 안 되며, 피시험기기 성능에 영향을 주어서도 안 된다.

6.2.7.3 송신 안테나는 피시험기기의 접지면과 관련하여 안테나의 편파, 높이, 위치를 바꿀 수 있는 안테나 지지대 위에 장착해야 한다. 빔 폭이 좁은 안테나를 올리고 내릴 때 피시험기기를 향하고 있어야 한다.

6.2.7.4 시험 계획에 나와 있는 다양한 성능저하를 모니터링 하고 기록하기 위한 준비가 이뤄져야 한다. 가능하다면 시험 인원의 주관적인 시각 또는 청각에 의지한 모니터링을 객관적인 아날로그 또는 디지털 전압 또는 피시험기기 응답으로 대체하는 것이 좋다. 이러한 전기적인 측정기법은 내성 측정이라는 지루하고 오랜 시험 사이클 특성에 기인하는 생길 수 있는 시험자의 오류를 최소화한다.

6.2.8 내성시험절차

일반적으로 흡수체 부착 차폐실 내부에서의 내성측정시험 절차는 일반 차폐실 내부에서의 내성측정시험 절차와 동일하다. 대개 흡수체 부착 차폐실에서 모든 반사 신호의 상호작용이 훨씬 적게 일어나기 때문에, 흡수체 부착 차폐실에서의 측정이 더 정확하고 반복성이 있다. 두 경우 모두, 시험 인원과 기구(증폭기, 신호원 등)가 차폐실 밖에 있어야 한다.

일반적인 시험절차는 다음과 같다.

- a) 교정된 장애 전자기장 강도, 편파, 변조(어느 것이든 필요할 경우)를 설정한다.
- b) 피시험기기를 통상 사용 방식대로 구성하고 조작하며, 내성 응답이 최대한으로 일어날 수 있도록 방위를 조정한다.
- c) 성능저하가 발생하는 레벨을 측정할 수 있도록 각 주파수에서 전송신호 한도를 변경하거나 특정 내성 레벨에서 전송신호 한도를 변경한다(어느 쪽이든 전송신호 한도가 더 낮은 쪽으로).
- d) 시험계획에 포함된 주파수 범위를 스캔하여 피시험기기 내성 프로파일을 완성하거나 적합/부적합을 결정한다.
- e) 주파수 함수로서의 관련 전자기장 강도 레벨 및 기타 시험 변수 그리고 성능저하를 기록한다.

6.3 야외시험장을 이용한 측정

6.3.1 서문

방사 내성 전자기장 강도 레벨은 그 특성상 일반적으로 국가가 규정한 방사 방출 레벨보다 상당히 높다. 상당 수 장비의 일반 시험 레벨은 1 V/m을 초과한다. 일부 피시험기기 시스템과 대형 독립형 전자장비의 경우, 전체 피시험기기를 방사하려면 고출력, 효율적이고 넓은 빔 폭의 전송 안테나, 넓은 시험장소

등이 필요하다. 일반적으로 전원 및 안테나 요건은 시험 시설 유형과 관계없다. 어떤 경우, 대형 피시험기기는 모든 부품을 사용자 건물 내의 현장이나 아주 큰 시험장에서 조립할 때까지 완전하게 기능을 발휘하지 못한다. 이러한 시험장 가운데 한 곳은 방사 방출 측정에 사용하는 것과 동일한 야외시험장이다. 이러한 시험장은 전체 주파수 범위에서 유용하게 사용되며, 6.3.3에 나오는 엄격한 제한에 따라 30 MHz 이상의 주파수에서 특별하게 적용할 수 있다.

6.3.2 측정장소 요건

KN16-1-4의 제5조에 규정된 야외시험장의 동일 요건을 충족시키는 야외 내성 시험장은 실질적으로 내성시험에 적합하다. 피시험기기가 차지하는 면적에서 전자기장 강도가 지정된 허용기준을 초과할 만큼 변하지 않는 한, 다른 시험장을 이용할 수도 있다. 그러기 위해서 안테나 높이를 변경하고, 어떤 경우에는 접지면과 안테나 위치 위로 편파를 변경할 수 있도록 전송 안테나를 안테나 지지대에 설치할 수도 있다. 안테나 높이를 변경할 때에는 좁은 빔 폭 안테나가 피시험기기를 향하도록 해야 한다. 높이 변경은 직접적인 신호를 추가 조정하는 데 사용하며, 이 신호가 접지 차폐 (ground screen)에서 반사되어 주파수가 바뀔 때 피시험기기에서 지정된 균일 전자기장이 구해진다. 이러한 요건은 시험계획에 지정된 주파수 범위에만 적용된다. 흡수체는 전기장 균일성 요건을 충족시키는 접지면에 설치해야 할 수도 있다.

6.3.3 무선 서비스 장애

야외내성시험장 또는 그 근처에서는 내성 신호의 크기 때문에 인가된 무선주파수 서비스에 장애를 일으킬 가능성이 높다. 시험전자기장 발생이, 특히 다양한 안전 주파수대에서, 이러한 RF 서비스에 불리한 영향을 끼치지 않을 것을 보증하기 위해 지극히 주의해야 한다. 규격의 허용기준까지 측정하거나 그 허용기준 이하의 피시험기기 성능저하를 기록하는 데 필요한 전자기장보다 높게 발생되어서는 안 된다. 더 높은 전자기장이 발생하더라도, 매우 짧은 시간 동안만 가해져야 한다.

장애 전위가 크게 줄어드는 특정 주파수대역이 있을 수도 있다. 예를 들어, ISM 대역 주파수는 이러한 측정으로 영향을 받지 않을 가능성이 높다. 일부 행정기관에서는 국가당국으로부터 시험용 주파수 허가를 확보해둘 필요가 있을 경우도 있다. 이 허가증에는 특정 주파수, 운용 시간, 내성 RF 전기장 강도 전송을 위한 운용기간이 상세히 기술될 것이다. 일반적으로 공공 무선주파수 긴급

서비스, 민간방송, 정부 채널, 표준시간 및 주파수 방송 등에 사용하는 주파수에는 시험용 허가를 내주지 않다. ISM 주파수와 기타 산업용 주파수를 사용하는 것이 승인을 받을 가능성이 높다. 그러나 이들 인가 주파수 간격이 크게 떨어져 있는 경우도 있어서 진정한 내성 응답이 완전하게 기술되지 못한다는 점에 유의해야 한다.

원거리 전자기장 조건에서 주변 접속 전자기장 E는 다음과 같이 주어진다.

$$E = 2 \times 7^{-1} \frac{[PG]^{1/2}}{d} = 14 \frac{U}{d} \left[\frac{G}{R} \right]^{1/2}$$

여기서,

U - 저항값이 R인 동조 방사 안테나에서의 입력 전압

d - 안테나와 민감한 무선 수용기 설치 위치 간의 거리

G - 반파장 쌍극안테나에 관한 안테나 이득

1.5 dB의 인자 2는 송신안테나 높이를 최대 전자기장 강도로 조정할 경우 접지면에서의 총 반사 효과를 나타낸다. 수직 편파 송신안테나의 경우, 직접 전자기장과 반사 전자기장에 기인하는 유효 전자기장은 수직의 직선 편파 전자기장이 될 수 없다.

6.3.4 측정 절차

6.3.4.1 개요

기본적으로 내성 측정 절차는 TEM 셀이나 차폐실 (흡수체 부착 여부와 상관 없음) 같은 폐쇄형 시험장을 사용해서 실시하는 측정 절차와 동일하다. TEM 셀을 사용할 경우, 중앙 도체와 외부 도체 사이에서 신호가 가해진다. 야외내성시험장 기타 보다 일반적인 차폐실에서는 내성 신호가 송신 안테나로 공급된다.

6.3.5 야외시험장을 이용하는 측정기기

6.3.5.1 개요

내성 전자기장 세기 형성에 필요한 전력은 작지 않다. 따라서 피시험기와 안테나가 가까이 있을수록 소요 전력은 더 줄어들게 된다. 대부분의

야외내성시험장 측정은 피시험기기/안테나 이격거리를 3 m 미만으로 하여 실시한다. 대형 피시험기기에서는 안테나가 피시험기기 전체를 방사할 수 있도록 이 거리를 늘려야 한다. 최대 1 000 MHz에 이르는 주파수 범위에서는 전력증폭기 비용과 가동률로 인해 대규모 시스템 시험에는 제약이 따른다. 어떤 경우에는 구성부품 또는 부분적인 피시험기기 시험으로 대체하여 종합적인 대형 시스템 피시험기기 내성에 대한 평가가 이루어지기도 한다.