[별표 1-6]

KN 16-2-1

전자파장해 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정
2-1 : 전자파장해 및 내성 측정방법
- 전도성장해측정 -

목 차

1. 적용범위 ····· 3

2. 참조규격 ····· 3

3. 용어정의 ····· 3

4. 피측정 방해의 유형 ····· 9

5. 측정장비의 연결 ····· 10

6. 일반적인 측정 요구규격 과 조건 ····· 12

7. 주파수 범위 9 ㎑～30 ㎒에서, 리드선 상의 전도성 방해 측정 ····· 25

8. 방출 측정의 자동화 ····· 52

부록 A(정보) 의사전원회로망과 전기장비 연결에 대한 지침 ····· 56

부록 B(정보) 스펙트럼 분석기와 주사형 수신기의 사용방법 ····· 65

부록 C(정보) 전도성 장해 측정용 검파기 사용을 위한 의사 결정도 ····· 68

부록 D(정보) 평균값 검파기 사용을 위한 주사율과 측정시간 ····· 64

부록 E(정보) AN을 포함하는 시험 배치 구성의 개선을 위한 지침 ····· 75

부록 F(규정) 적합성 시험을 위한 스펙트럼 분석기의 적절성 결정 ····· 80

1. 적용 범위

이 시험방법은 주파수 범위 9 kHz ~ 18 GHz 에서 일반적인 방해 현상과, 특히 주파수 범위 9 kHz ~ 30 MHz에서의 전도성 방해 현상을 측정하기 위한 방법을 규정하는 기본 규격이다.

2. 참조 규격

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

KS C IEC 60364-4 : 빌딩의 전기 설비 제 4편: 안전을 위한 보호
KN 14-1 : 가정용 전기기기 및 전동기기류 전자파 장해방지 시험방법
KN 16-1-1 : 2010, 전자파 장해 및 내성 측정 기구와 방법에 대한 규정 1-1: 전자파방해 및 내성 측정기구- 측정기구
KN 16-1-2 : 전자파장해 및 내성 측정 기구와 방법에 대한 규정 1-2: 전자파장해 및 내성 측정기구- 전도성 장해 측정용 보조장비
KS C IEC 60050-161:2009, 국제전기기술용어 - 제161장: 전자파 적합성

3. 용어정의

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

3.1 보조 기기(ancillary equipment)

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

3.2 관련 기기(associated equipment, AE)

피시험 시스템의 일부가 아니지만 피시험기기의 사용을 돕는데 필요한 장치

3.3 주변 기기(auxiliary equipment, AuxEq)

피시험 시스템의 일부를 구성하는 주변 장치

3.4 피시험기기 (equipment under test : EUT)

EMC (방출)의 적합성 시험을 받는 장비(장치, 기기 및 시스템)

3.5 제품규격 출판물 (product publication)

제품이나 제품군의 특정 관점을 고려하여 이 제품이나 제품군의 EMC 요구규격을 규정한 규격 출판물

3.6 방출 허용기준(방해원으로부터의) (emission limit (from a disturbance source))

전자파 방해 발생원의 규정된 최대 방출 레벨. [IEV 161-03-12]

3.7 기준 접지면(reference ground plane)

피시험기기의 주변에 정의된 기생 정전용량을 만들며 기준 전위로 사용하는 편평한 도전성 표면

주1) KS C IEC 60050-161 을 참조한다.

주2) 기준 접지면은 전도성 방출 측정에 필요하며, 비대칭 및 대칭 방해 전압 측정시 기준 접지의 역할을 한다.

3.8 (전자파) 방출 ((electromagnetic) emission)

신호 또는 장해 발생원으로부터 전자파 에너지가 방출되는 현상.
[IEV161-01-08]

3.9 동축케이블 (coaxial cable)

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

3.10 공통모드(비대칭) 전압 (common mode (asymmetrical) voltage)

2선 선로의 가상 중심점과 기준접지 사이의 무선주파수 전압, 또는 다발선로들의 경우에는 지정된 종단 임피던스를 가질 때, 전체 다발선로들과 기준접지사이에서 클램프(전류 트랜스포머)로 측정된 유효 무선주파수 방해전압 (비대칭 전압들의 벡터 합)

주) IEV161-04-36 참조

3.11 공통모드 전류 (common mode current)

2선 이상의 도체선로들의 수직 단면상에서, 둘 이상의 선로들을 통해 흐르는 전류들의 벡터 합

3.12 차동모드 전압, 대칭전압 (differential mode current, symmetrical voltage)

2선 선로의 선과 선사이의 무선주파수 방해전압. [IEV161-04-08, 개정판]

3.13 차동모드 전류 (differential mode current)

2선 이상 선로들의 수직 단면상에서, 전체 활성 선로들 중 두 선로를 통해 흐르는 전류의 벡터 차의 1/2

3.14 부대칭모드(V-단자전압) (unsymmetrical mode(V-terminal voltage))

기기, 장비 또는 시스템의 도선 또는 단자와 규정 접지기준 사이의 전압. 2-포트 회로망의 경우에는 2개의 부대칭 전압은 다음과 같이 구한다.

a) 비대칭 전압과 대칭전압 1/2 의 벡터 합
b) 비대칭 전압과 대칭전압 1/2 의 벡터 차

주) IEV161-04-13 참조

3.15 측정수신기 (measuring receiver)

사전선택기 유무에 상관없이 KN 16-1-1의 해당 요구규격을 충족하는 동조 전압계, EMI 수신기, 스펙트럼 분석기 또는 FFT 기반 측정계기 등의 계기

주) 자세한 내용은 KN 16-1-1, 부록 I를 참조한다.

3.16 시험구성 (test configuration)

피시험기기의 방출레벨 측정을 위해 규정된 측정 정렬 방법 조합

3.17 의사회로망 (artificial network : AN)

실제 회로망(예: 확장 전원선로망 또는 통신선로망)에 연결된 피시험기기 단자 양단의 무선주파수 방해전압을 측정할 때, 피시험기기에서 실제 회로망 쪽을 바라본 임피던스를 규정된 기준 부하임피던스로 모사해 주는 회로망

3.18 의사전원회로망 (artificial mains network: AMN)

정해진 주파수 범위에서, 피시험장치의 전원공급 단자에서 방해전압을 측정할 때, 이 단자에 규정된 부하임피던스를 제공하고, 피시험기기를 주전원 공급장치로부터 RF를 격리할 수 있도록 삽입하는 회로망 [IEV161-04-05]

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

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

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

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

3.19.1 가중 방해 측정(weighted disturbance measurement)

가중 검파기를 사용해 방해를 측정하는 것

3.19.2 가중치 특성(weighting characteristic)

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

3.19.3 가중 검파기(weighting detector)

정해진 가중 함수를 제공하는 검파기

3.19.4 가중인자(weighting factor)

기준 PRF 또는 첨두값과 관계되는 가중 함수치

주) 가중 인자의 단위는 dB이다.

3.19.5 가중 함수(weighting function), 가중 곡선(weighting curve)

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

3.20 연속성 방해 (continuous disturbance)

측정수신기의 중간주파수(IF) 출력에 나타나는 200 ms 이상 지속하는 무선주파수 방해로서, 준첨두값 검파 모드에서는 즉시 감소하지 않으므로 측정수신기 표시기에 편차를 발생시킨다. [IEV 161-02-11. 개정판]

3.21 불연속성 방해 (discontinuous disturbance)

클릭이 포함될 경우, 측정수신기의 중간주파수(IF) 출력에 나타나는 200 ms 미만 지속하는 방해로서, 준첨두값 검파 모드에서 측정수신기의 표시기에 과도 편차를 발생시킨다.

주) 임펄스성 방해는 IEV 161-02-08 을 참조

3.22 측정시간 T_m (measurement time T_m)

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

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

3.23 소인 (sweep)

주어진 주파수 범위 상에서, 연속적인 주파수 변동

3.24 주사 (scan)

주어진 주파수 범위 상에서, 연속적인 또는 단계적인 주파수 변동

3.25 소인시간 또는 주사시간 T_s (sweep or scan time T_s)

소인 또는 주사 동작에서, 시작주파수와 정지주파수 사이에 걸리는 시간

3.26 주파수 범위 Δf (span Δf)

소인 또는 주사 동작에서, 시작주파수와 정지주파수 사이의 주파수 차

3.27 소인률 또는 주사률 (sweep or scan rate)

주파수 범위를 소인시간 또는 주사시간으로 나눈 것

3.28 단위시간 당(예를 들면, 초 당) 소인 수 n_s (number of sweeps per time unit n_s)

1/(소인시간 + 귀선시간)

3.29 관측시간 T_0 (observation time T_0)

어떤 한 주파수에서의 측정시간이 T_m 일 때, 주사 또는 소인 수가 n 번인 다중 소인인 경우 관측시간은 $T_0 = n \times T_m$ 이다.±

3.30 총관측시간 T_{tot} (observation time T_{tot})

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

3.31 측정(measurement)

어떤 양에 합리적으로 기인할 수 있는 양의 값을 하나 이상 실험으로 얻는 과정 [ISO/IEC Guide 99:2007, 2.1]

3.32 시험(test)

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

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

3.33 기준 접지(reference ground)

기준 전위 연결점

주1) 이 표준의 일부 절에서는 용어 “접지 기준”을 사용해 기준 접지를 나타낸 경우도 있다.

주2) 전도성 방해 측정 시스템에는 기준 접지가 단 하나만 있을 수 있다.

3.34 보호 접지(protective earthing)

전기적 안전을 위하여 어떤 계통이나, 설비, 장비에 있는 한 점 또는 점들을 접지하는 것 [KS C IEC 60050-195:2003]

4. 피측정 방해의 유형

4.1 일반사항

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

4.2 방해의 유형

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

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

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

4.3 검파기의 기능

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

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

이러한 검파기들을 포함하는 측정수신기는 KN16-1-1에 규정되어 있다.

5. 측정장비의 연결

5.1 일반사항

이 절에서는 측정 장비, 측정 수신기, 그리고 의사회로망(AN)과 전압 및 전류 프로브 같은 보조 장비의 연결에 대하여 설명한다.

5.2 보조 장비의 연결

측정수신기와 관련장비 사이를 연결하는 케이블은 차폐케이블이어야 하며, 케이블의 특성 임피던스는 측정수신기의 입력 임피던스와 정합되어 있어야 한다. 측정 결과는 연결 케이블의 감쇠에 대하여 설명하여야 한다.

관련장비의 출력단은 지정된 임피던스로 종단되어 있어야 한다.

피시험기기 포트에서 AN 임피던스의 규정 허용차를 충족하기 위해서는 AN 출력단과 측정수신기 입력단 사이에 최소 10 dB의 감쇠가 필요하다. 이 감쇠는 AN에 내장될 수도 있다. 수신기 입력단 회로를 보호하기 위해 과도 제한기를 사용할 것을 권한다. 이 과도 제한기는 비선형 영향을 발생시키지 않고 수신기 최대 입력 레벨의 신호를 제공하도록 설계되어야 한다.

5.3 RF 기준접지 연결

의사회로망(AN)은 낮은 RF 임피던스로 기준접지에 연결시켜야 한다. 즉 의사전원회로망의 케이스를 기준접지에 직접 본딩하여 연결하거나, 가능한 한 길이는 짧고 폭이 넓은 (길이 대 폭의 최대비율이 3:1) 낮은 임피던스를 갖는 도체를 이용한다. 그리고 그 인덕턴스는 약 50 nH 미만인데, 이는 30 MHz에서 약 10 Ω 미만의 임피던스에 해당한다). 부록 E에서 설명한 바와 같이 전압 분할 계수의 현장 시험을 권장한다. 이 시험은 AN 접지에서 접지 스트랩 공진을 찾는데 도움이 될 것이다.

주) 직사각형 단면(길이 l = 30 cm, 폭 b = 3 cm, 두께 c = 0.02 cm)을 갖는 도체(아래 그림 참조)는 약 210 nH(30 MHz에서 XL = 40 Ω)의 인덕턴스를 발생시키는데 이는 과도한 것이다. L 값은 다음 식을 사용해 계산하였다.

$$L = 2 \times l \times \left(\ln \frac{2l}{b+c} + 0{,}5 + 0{,}22 \frac{b+c}{l} \right)$$

여기서,
L = 도체의 인덕턴스(nH)
l, b, c = 도체의 치수(cm)

이러한 길이를 피할 수 없다면 그 폭은 가능한 한 커야 한다.

단자전압 측정은 오직 기준접지만을 기준으로 해야 한다. 접지 루프(공통 임피던스 결합)가 형성되는 것을 피해야 한다.

접지 루프는 측정 반복성에 부정적인 영향을 미치며, 예를 들어 시험장치구성의 접지된 구성요소가 접촉에 민감한지를 검출할 수 있다.
이것은 안전보호등급 I 장비의 보호 접지 도체(PE)가 부착된 측정장치(예: 측정 수신기, 그리고 오실로스코프, 분석기, 기록계 등 이에 연결된 보조장비)에도 준수하여야 한다.

측정 계측장비에는 AN에 RF 접지 연결이 단 하나만 있도록 RF 절연이 제공되어야 한다. 이 경우에는 RF 초크와 절연용 변압기를 사용하거나, 배터리로부터 측정 장치에 전원을 인가하면 된다. 그림 1은 접지 루프를 피하기 위해 AMN 3개와 PE 초크가 포함된 권고하는 시험장치구성의 예를 나타낸 것이다.

그림 1에서, 수신기가 접지되어 있다면 AMN의 수신기 RF 연결 케이블이 접지 접속부 역할을 할 수 있다. 따라서 수신기 전력 입력단에는 PE 초크가 필요하며, 수신기가 차폐실 밖에 있다면 연결 케이블에는 외피 전류 억제기가 필요하다. 그러므로 각 AMN은 한 번만 RF 접지된다.

안전상의 이유로 PE 초크는 어떤 결함이 있는 경우에 상용주파수와 전압에서 공급 전압에 대해 낮은 임피던스를 보여야 한다. PE 초크 양단의 단락 전압은 4 V 미만이어야 한다. PE 초크는 AMN에 내장될 수도 있다.

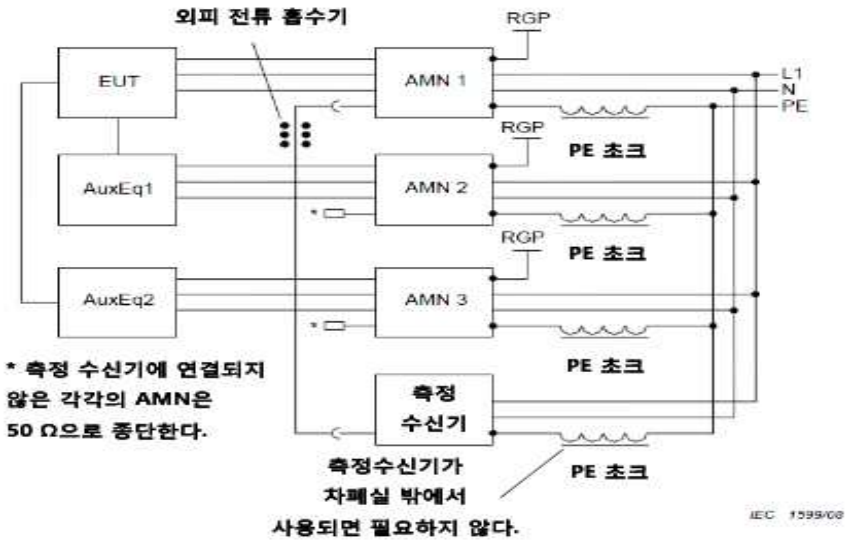


그림1 - AMN이 3개 있는 PE 초크와 RF 케이블에 외피 전류 흡수기가 있는 시험장치 구성의 예

측정 주파수 범위에서 PE 초크와 외피 전류 흡수기의 RF 임피던스는 기준 접지면(RGP)에 AMN을 연결한 것의 임피던스에 비해 높아야 할 것이다. 시중에서 구입 가능한 PE 초크는 36 A 이하 공칭 전류에서 인덕턴스가 1.6 mH이지만 이 초크는 KN 16-1-2에 표준화되어 있지 않다. 감쇠는 부록 E에 따라 시험할 수 있다. AMN 중에는 PE 초크가 내장된 것도 있다.

PE와 RGP 간의 전위차는 초크를 통해 흐르는 직류 또는 저주파 전류로 인해 PE 초크가 감쇠되지 않도록 최소화해야 한다. 이 전류를 알지 못하면 이를 측정해야 할 것이다.

주) 외피 전류는 차폐(예: 동축) 케이블의 차폐체에 흐르는 RF 전류이며, 측정 불확도의 근원이다. 외피 전류 흡수기는 이러한 전류를 감소시키는 것이 목적이다.

피시험기기를 기준접지에 보호용 접지도체 연결 처리방법에 관한 내용은 KN 16-2-1 의 부록 A.4을 참조한다.

기준접지가 직접 연결되어 있고 동시에 보호용 접지도체 연결의 안전 요구규격을 충족한다면, 고정형 시험구성에서는 보호용 접지도체를 연결할 필요가 없다.

5.4 피시험기기와 의사전원회로망 사이의 연결

의사전원회로망에 피시험기기를 접지 연결 혹은 비접지 연결하기 위한 선택의 일반적인 지침이 KN 16-2-1 의 부록 A에 나와 있다.

6. 일반적인 측정 요구규격과 조건

6.1 일반사항

무선 방해측정을 위해서는 CISPR 16-4-2에서 허용한 불확도 내에서 다음 조건들을 충족하여야 한다.

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

이러한 요구규격은 다음 조건을 준수함으로써 충족될 수 있다.

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

c) 주전원에서 전압 프로브 측정의 경우, 이 프로브는 KN 16-1-2에 규정된 1.5 kΩ의 임피던스를 가져야 한다. 다른 회로에서 측정할 때 고임피던스 회로가 과부하되지 않도록 (능동 전압 프로브처럼) 임피던스를 증가시킬 필요가 있을 수도 있다.
d) 전류 프로브 측정의 경우, 그 프로브는 측정 회로에서 KN 16-1-2에 규정된 최대 1 Ω의 임피던스를 가져야 한다.
e) 스펙트럼 분석기 또는 주사형 수신기를 사용하는 경우에, 그 기기의 특정한 동작 및 교정 요구규격에 충분한 주의를 기울여야 한다.

6.2 피시험기기에서 발생되지 않은 방해

6.2.1 일반사항

주변전자파잡음에 대한 측정 신호 대 잡음비는 다음 요구규격을 만족해야 한다. 주변 잡음 레벨이 요구 레벨을 초과한다면 이를 시험 보고서에 기록하여야 한다.

6.2.2 적합성 시험

시험장에서는 주변잡음은 피시험기기에서 방출된 값과 구별되어야 한다. 주변 잡음 레벨은 규정 한계보다 적어도 20 dB 더 낮은 것이 좋다. 현장 시험에서 주위 잡음 레벨은 규정 한계보다 적어도 6 dB 더 낮아야 할 것이다. 현장에서 방출에 주변 잡음을 더한 것은 한계를 초과해서는 안 된다. 방출에 주위 잡음을 더한 것이 한계를 초과하면 다른 방법을 적용할 필요가 있다. 예를 들어 대역폭을 줄이거나, 주위 잡음을 상쇄시키거나 주파수를 변경한다 (KN 16-2-3, 부록 A에서는 주위 방출이 존재할 때의 방해 측정에 관한 권고사항을 제시하고 있다).
허용된 주변 레벨에 대한 시험장의 적합성은 피시험기기를 적절히 배치하되 작동하지 않은 상태에서 주변 잡음 레벨을 측정하여 결정하여도 된다.

6.3 연속성 방해 측정

6.3.1 협대역 연속성 방해

측정 수신기는 개별 주파수에 동조시킨 상태로 있어야 하며, 만약 주파수 교란이 있으면 원상 복귀시켜야 한다.

6.3.2 광대역 연속성 방해

변동하는 광대역 연속성 방해레벨을 평가하기 위해서는 재현 가능한 최대 측정값을 찾아야 한다. 보다 자세한 내용은 6.5.1을 참조한다.

6.3.3 스펙트럼 분석기와 주사형 수신기의 사용

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

6.4 피시험기기의 동작 조건

6.4.1 일반사항

피시험기기는 다음 조건 하에서 동작하여야 한다:

6.4.2 정상 부하 조건

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

6.4.3 동작 지속시간

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

6.4.4 예열/준비 시간

시험 전 준비/예열 시간은 구체적으로 정해져 있지 않지만, 피시험기기는 동작 모드와 동작 조건(예를 들어 동작 온도에 도달하고, 소프트웨어 로딩이 완료되고, 피시험기기가 정해진 동작을 수행할 준비가 되어 있다)이 장비가 정상적으로 동작토록 대표하는 충분한 시간 동안 작동시켜야 한다.

※ “준비 시간”이란 전동기가 포함된 피시험기기에 관한 것이다. 관련 제품 표준에서는 일부 피시험기기에 특별한 시험 조건을 규정하는 경우도 있다.

6.4.5 전원공급장치

피시험기기는 피시험기기의 정격 전압을 갖는 전원으로부터 작동시켜야 한다. 정격 전압이 둘 이상인 피시험기기는 최대 방해를 일으키는 정격 전압에서 시험하여야 한다. 제품 표준에서는 방해 레벨이 공급 전압에 따라 크게 변할 경우 추가 측정을 요구할 수도 있다.

6.4.6 동작 모드

피시험기기는 제조자가 정한 사용 조건(측정 주파수에서 최대 방해를 일으키는 조건)에서 작동시켜야 한다.

6.5 측정결과의 해석

6.5.1 연속성 방해

a) 방해 레벨이 한계에 가깝고 안정적이지 않은 각각의 주파수에서 측정 수신기의 판독값을 각 측정마다 적어도 15초 동안 관찰하여, 최고 판독값을 기록하여야 한다. 일부 제품 표준(예: KN 14-1)에서는 고립된 클릭을 제외하기도 하는데, 이는 무시하여야 한다.

b) 일반적으로 방해레벨은 안정적이지 않은 특성이 있지만, 15초 주기 동안 2 dB 이상의 연속적인 등락을 보인다면, 그 이상의 기간 동안 방해전압 레벨을 관찰하여야 하며, 이 레벨을 아래와 같이 피시험기기 정상 사용 조건에 따라 해석하여야 한다.

1) 피시험기기를 자주 켰다 껐다 할 수 있거나 그 회전 방향을 바꿀 수 있는 것일 경우, 각각의 측정 주파수에서 측정 직전에 피시험기기의 스위치를 켜거나 회전 방향을 바꾸며, 측정 직후에 스위치를 끈다. 각각의 측정 주파수에서 처음 1분간 얻은 최대 레벨을 기록하여야 한다.

2) 피시험기기가 정상적인 상태로 장시간 동안 동작되는 것이라면, 전체 시험기간 동안 스위치를 켜둔 채로 유지하며 각각의 주파수에서 (위의 a) 단계 과정에 따라) 지시치가 안정된 후에 방해레벨을 기록하여야 한다.

c) 피시험기기로부터의 방해 패턴이 시험 전체에 걸쳐 안정된 특성에서 불안정한 특성으로 변할 경우, 해당 피시험기기를 위의 b) 단계에 따라 시험하여야 한다.

d) 전체 스펙트럼 영역에서 측정이 이루어져야 하고, 관련 KN 규격에서 요구하는 바와 같이 적어도 최대 지시치를 나타내는 주파수에서 측정치를 기록한다.

6.5.2 불연속성 방해

불연속성 방해의 측정은 제한된 수의 주파수에서 행하여진다. 보다 자세한 내용은 KN 14-1를 참조한다.

6.5.3 방해 지속기간의 측정

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

- 오실로스코프를 측정 수신기의 IF 출력단에 연결해 시간 영역에서 방해를 모니터링한다.
- 주파수 주사없이(즉, 'zero-scan' 모드) EMI 수신기나 스펙트럼 분석기를 방해 주파수에 동조시켜 시간 영역에서 방해를 모니터링 한다.
- 또는 FFT 기반 측정 수신기의 시간 영역 출력단을 사용한다

적합한 측정 시간을 결정하는 지침은 8.3에서 찾을 수 있다.

6.6 연속성 방해에 대한 측정시간 및 주사율

6.6.1 일반사항

수동 및 자동/반자동 측정의 경우, 측정수신기와 주사수신기의 측정시간 및 주사율은 최대 방출을 측정할 수 있도록 설정하여야 한다. 특히 사전주사를 위해 첨두 검파기를 사용하는 경우, 측정시간과 주사율은 시험대상 방출을 고려해야 한다. 자동 측정의 실행에 관한 자세한 지침은 8.에서 찾을 수 있다.

6.6.2 최소 측정시간

최소 측정(휴지) 시간은 표 2와 같다. CW 신호에는 표 2에 나타낸 주사 수신기 및 FFT 기반 측정 계기에 대한 최소 측정(휴지) 시간과 표 1에 나타낸 스펙트럼 분석기의 주사 시간을 적용한다. 표 1의 최소 주사시간은 전체 CISPR 대역에서 측정을 수행하기 위해 유도한 것이다.

표.1 3개의 첨두값 및 준첨두값 검파기의 최소 주사시간

주파수대역		첨두값 검파를 위한 주사시간 T_s	준첨두값 검파를 위한 주사시간 T_s
A	9~150 kHz	14.1 초	2820 초 = 47 분
B	0.15~30 MHz	2.985 초	5,970 초 = 99.5 분 = 1 시간 39 분
C/D	30~1,000 MHz	0.97 초	19,400 초 = 323.3 분 = 5 시간 23 분

표 2 - 4개 대역의 최소 측정시간

주파수 대역		최소 측정 시간 T_m
A	9 kHz ~ 150 kHz	10.00 ms
B	0.15 MHz ~ 30 MHz	0.50 ms
C와 D	30 MHz ~ 1,000 MHz	0.06 ms
E	1 GHz ~ 18 GHz	0.01 ms

방해 유형에 따라 -심지어 준첨두값 측정의 경우에도- 주사시간을 늘려야 하는 수도 있다. 극단적인 경우에, 관찰된 방출레벨이 안정적이지 않다면(6.5.1 참조), 특정 주파수에서 측정시간 T_m을 15 초로 늘려야 할 수도 있다.

평균값 검파기를 사용하는 경우에 주사율과 측정시간은 부록 D 에 나와 있다.

시간 절약을 위한 어떠한 절차도 적용되지 않는 경우, 대부분의 제품 규격은 적합성 측정을 위해 시간이 대단히 많이 걸리는 준첨두값 검파를 요구한다(8 참조). 시간 절약을 위한 절차를 적용하기 전에, 사전측정으로 방출을 관찰하여야 한다. 예를 들어, 자동 주사 동안에 간헐성 신호를 놓치지 않도록 확실히 하기 위해 6.6.3 내지 6.6.5의 고려사항들도 검토할 필요가 있다.

6.6.3 주사형 수신기와 스펙트럼 분석기의 주사율

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

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

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

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

$$T_{s\min} = (k \times \triangle f)/(B_{res})^2 \qquad (1)$$

여기서,

$T_{s\ min}$ = 최소 소인시간

$\triangle f$ = 주파수 범위

B_{res} = 분해능 대역폭

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

주) k의 실제 값은 제조자로부터 얻는다. 대개 수신기 또는 스펙트럼 분석기 펌웨어의 결합 모드에서는 실제 값을 고려한다.

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

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

여기서, B_{video} = 영상 대역폭이다.

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

더구나 반복적 소인의 경우, 초당 소인 수는 소인시간 $T_{s\min}$과 귀선시간(국부 발진기의 재동조와 측정결과의 저장 등에 필요한 시간)으로 결정할 수 있다.

6.6.4 스텝형 수신기의 주사시간

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

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

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

여기서, $T_{m\min}$ 는 각각의 주파수에서 최소 측정(체재)시간이다.

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

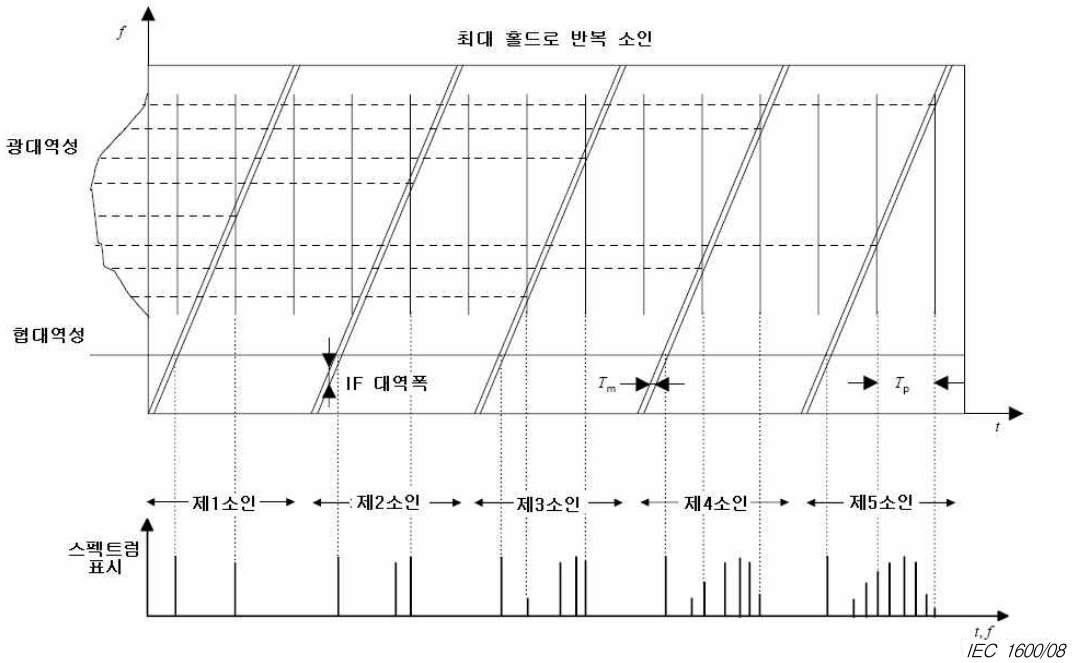
순수한 광대역 방출만의 경우, 주파수 스텝의 크기를 늘릴 수도 있다. 그럴 경우에는, 오직 방출 스펙트럼의 최대값만을 구하는 것이 목적이다.

6.6.5 첨두값 검파기를 이용한 전체 스펙트럼 관찰 방법

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

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

그림 2, 3, 4 및 5에는 다양한 시변 방출 스펙트럼과 이에 대한 측정수신기의 화면 표시 사이의 관계에 대한 여러 예가 나와 있다. 그림 2, 4, 5에서 그림 윗 부분은 스펙트럼 전체를 통해 소인형 또는 스텝형 동작을 할 때의 수신기 대역폭의 위치를 표시한다.



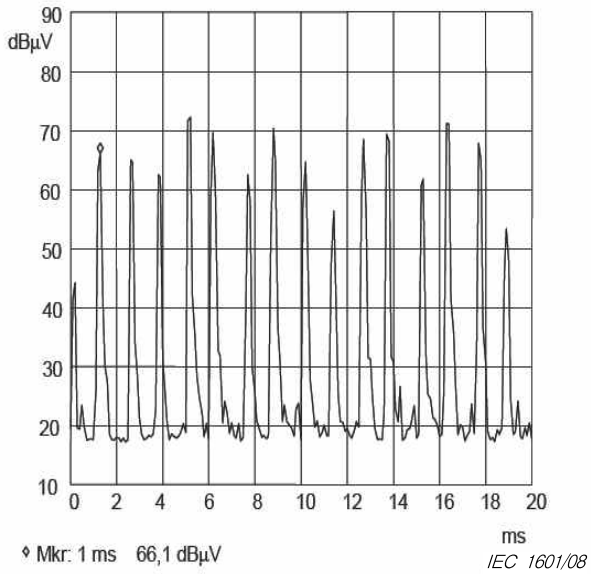
T_p는 임펄스 신호의 펄스 반복주기이다. 스펙트럼-대-시간 화면표시(그림의 상부)의 각 수직선에서 펄스가 발생한다.

그림.2 최대 홀드 상태에서 다중 소인방법을 사용하는 CW 신호("NB(narrowband)")와 임펄스 신호("BB(broadband)")의 조합에 대한 측정

방출의 유형을 모르는 경우, 소인시간이 가능한 가장 짧은 다중 소인과 첨두값 검파로 스펙트럼 포락선을 결정할 수 있다. 짧은 단일 소인은 피시험기기 스펙트럼의 연속성 협대역 신호 성분을 측정하는데 충분하다. 연속성 광대역 혹은 간헐성 협대역 신호의 경우, "최대 홀

드" 기능을 사용하는 다양한 주사율에서의 다중 소인이 스펙트럼에 대한 포락선을 측정하기 위해 필요할 수도 있다. 반복성이 낮은 임펄스 신호의 경우, 광대역 성분의 스펙트럼 포락선을 채우기 위해서는 많은 소인이 필요할 것이다.

측정시간을 줄이기 위해서는 측정될 신호의 타이밍 분석이 필요하다. 이는 제로-스팬 모드에서 사용되는 신호를 그래픽으로 보여주는 측정수신기나 수신기의 IF 혹은 영상출력단에 연결된 오실로스코프를 사용함으로써 가능하다(그림 3참조).



직류 집전자 모터(DC collecting motor)에서 발생하는 방해 집전자 구획의 개수 때문에 펄스 반복주파수가 높고(대략 800 Hz) 펄스 진폭은 매우 심하게 변동한다. 그러므로 이 예의 경우 첨두값 검파기의 권장 측정(체류)시간은 10 ms 이상이어야 한다.

그림.3 타이밍 분석의 예

이러한 방식으로, 펄스 지속기간과 펄스 반복주파수를 결정할 수 있으며, 거기에 따라 주사율이나 체류시간을 선정할 수 있다.

- 변조되지 않은 연속성 협대역 방해의 경우, 선택된 계측기 설정에서 가장 빠른 주사 시간을 이용할 수 있다.
- 순연속성(등연속성) 광대역 방해의 경우(예: 점화 모터, 아크 용접 장비 및 집전자 모터에서 발생), 방출 스펙트럼의 샘플링을 위해 (첨두값 또는 준첨두값 검파기를 갖는) 스텝형 주사방법을 사용할 수 있다. 이런 경우, 방해 유형의 정보를 이용하여 스펙트럼 포락선으로 다중곡선을 그릴 수 있다(그림4 참조). 스펙트럼 포락선에서 어떤 중요한 변동도 놓치지 않도록 스텝 크기를 선택하여야 한다. 단일 소인 측정 -충분히 천천히 실행한다면- 으로도 스펙트럼 포락선을 측정할 수 있다.
- 미지의 주파수를 갖는 간헐성 협대역 방해의 경우, "최대 홀드" 기능을 갖는 빠르고 짧은 소

인(그림 5 참조)이나 느린 단일 소인 어느 쪽도 사용할 수 있다. 타이밍 분석을 실제 측정 전에 실행함으로써 적절한 신호의 검출을 보장할 수 있다.

간헐적 광대역 방해는 KN 16-1-1의 요구규격을 만족하는 방해 분석기로 측정하여야 한다. 관련 측정 절차에 대한 설명은 KN 14-1를 참조한다.

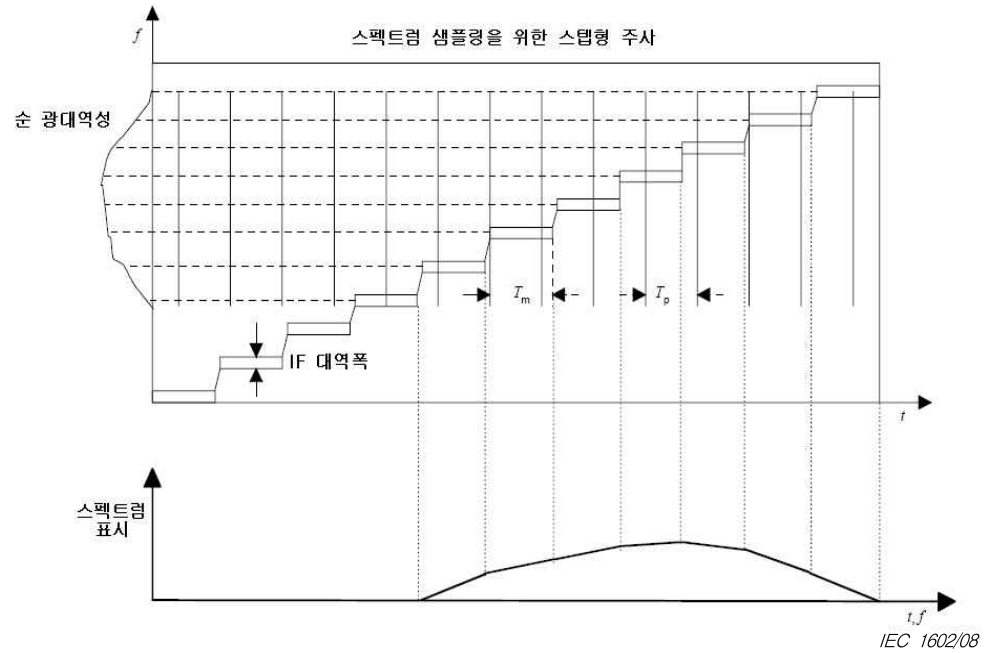


그림.4 스텝형 수신기로 측정된 광대역 스펙트럼

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

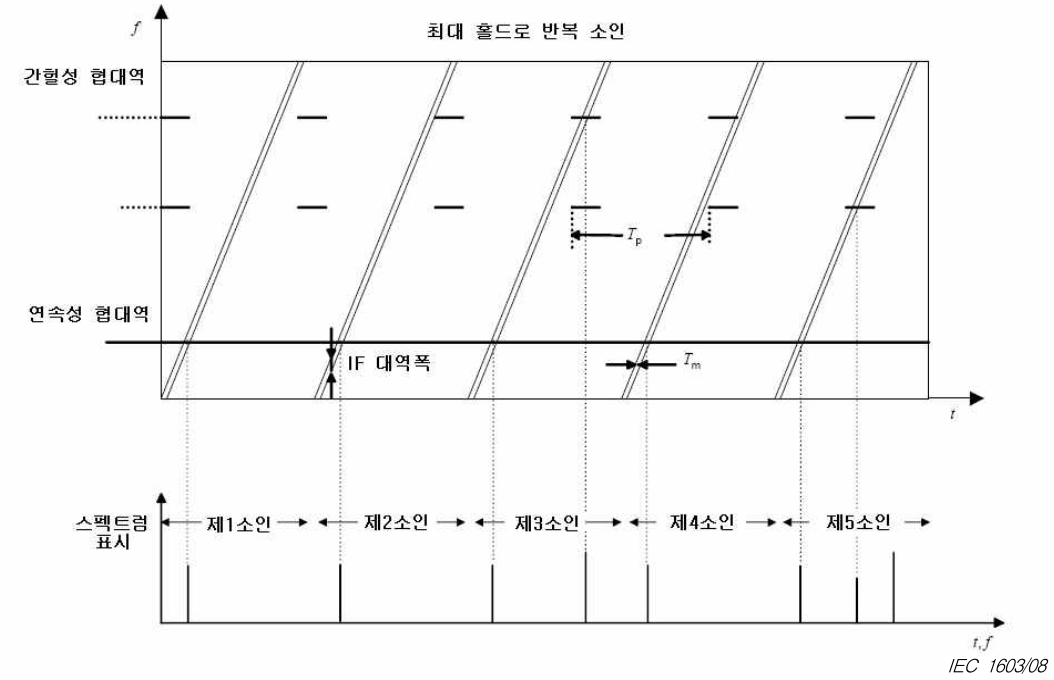


그림. 5 방출 스펙트럼 전체를 관찰하기 위하여 최대 홀드 상태에서, 빠르고 짧게 반복 소인하는 방법을 사용해 측정된 간헐성 협대역 방해

주) 위의 예에서, 모든 스펙트럼 성분을 검출하기까지 5번의 소인이 필요하다. 필요한 소인 회수나 소인시간을 펄스 지속기간과 펄스 반복주기에 따라 증가시켜야 할 수도 있다.

간헐성 광대역 방해는 KN16-1-1에 기술된 대로 불연속성 방해 분석절차에 따라 측정되어야 한다. 관련 측정 절차에 대한 설명은 KN 14-1를 참조한다.

6.6.6 FFT 기반 계기를 사용할 때의 시간 고려사항

FFT 기반 측정 계기는 N 주파수에서의 병렬 계산과 계단식 주사를 결합할 수 있다. 이를 위해 관심 주파수 범위를 여러 개의 구획 N_{seg}로 나누며, 이를 순차적으로 주사한다. 3개 구획에 대한 절차는 그림 19에 나타나 있다. 관심 주파수 범위에서의 총 주사 시간 T_{scan}은 다음과 같이 계산된다.

$$T\text{scan} = T\text{m}\ N\text{seg} \quad (4)$$

여기서,

Tm = 각 구획의 측정 시간
Nseg = 구획 개수

FFT 기반 측정 계기는 또한 특정 주파수 범위 양단의 주파수 분해능을 개선하는 방법을

제공할 수도 있다. 일반적으로 FFT 기반 측정 계기에는 FFT 주파수 개수로 결정되는 고정된 주파수 계단 $f_{step\ FFT}$가 있다. 특정 주파수 범위에서 계산을 반복하면 주파수 분해능이 증가된다. 각 반복 계산마다 최저 주파수는 계단비 $f_{step\ final}$ 만큼 증가한다.

따라서 특정 주파수 범위에서의 첫 번째 계산에서는 다음 주파수를 고려한다.

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

특정 주파수 범위에서의 두 번째 계산에서는 다음 주파수를 고려한다.

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

계단비가 3인 경우에 적용한 절차는 그림 20에 나타나 있다.

주사 시간 T_{scan}은 다음과 같이 계산된다.

$$T_{scan} = T_m \frac{f_{step\ FFT}}{f_{step\ final}}$$

여기서,

T_m = 측정 시간

$\frac{f_{step\ FFT}}{f_{step\ final}}$ = 계단비

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

$$T_{scan} = T_m N_{seg} \frac{f_{step\ FFT}}{f_{step\ final}}$$

주1) FFT 기반 측정 계기는 두 방법, 즉 계단식 주사와 주파수 분해능 개선 방법을 결합할 수도 있다.

주2) 자세한 정보는 현재 CISPR 16-3 참조

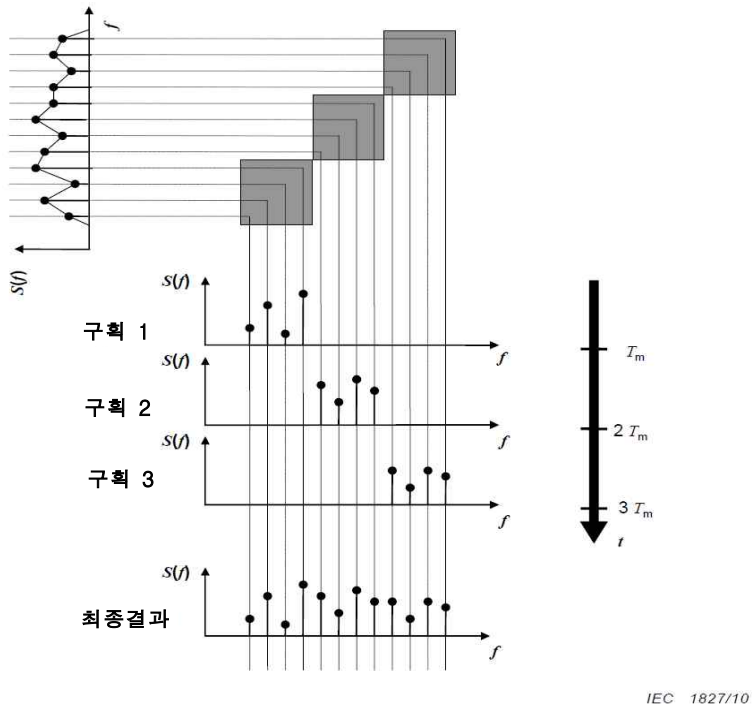


그림 19 - 구획의 FFT 주사

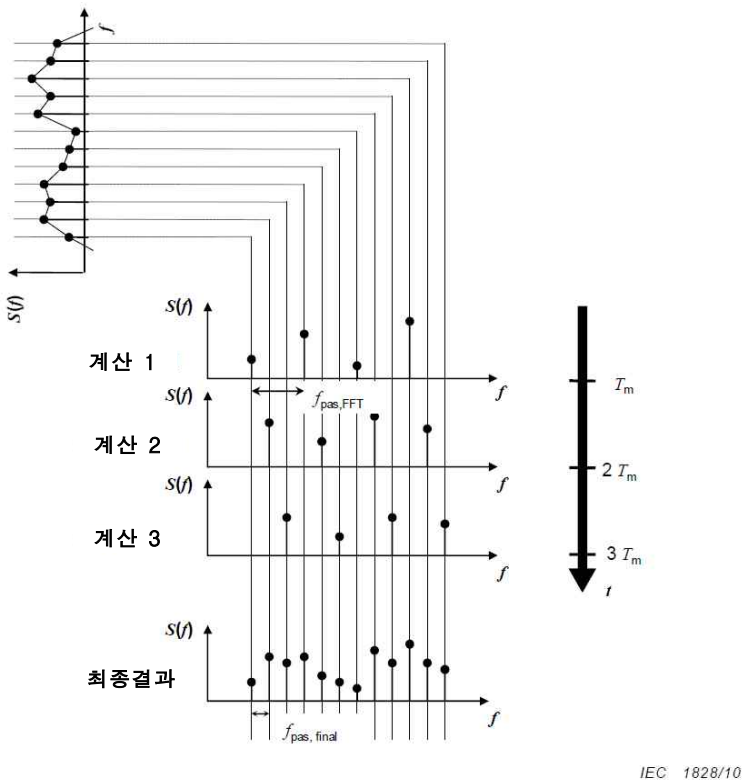


그림 20 - FFT 기반 측정 계기로 향상된 주파수 분해능

7. 주파수범위 9 kHz ~ 30 MHz에서, 리드선 상의 전도성 방해 측정

7.1 개요

리드선을 따라 전도되는 전자파 방해의 방출 허용기준 적합성을 시험할 때, 표준화된 환경(형식 시험)과 설치장소(현장) 시험의 두 곳 모두에 대해 최소한 다음 사항을 고려해야 한다.

a) 방해 유형: 전도성 방해의 측정방법은 두 가지가 있다. 하나는 전압(KN 측정에 널리 이용되는 방법)으로 측정하는 방법과, 다른 하나는 전류로 측정하는 방법이다. 두 방법은 모두 아래 세 가지 유형의 전도성 방해를 측정하기 위해 사용할 수 있다.
   - 공통모드 (비대칭 모드라고도 함. 즉, 와이어 다발에서 전압/전류의 벡터 합)
   - 차동모드 (대칭 모드라고도 함)
   - 부대칭모드 (단자와 기준 접지 간의 전압)

   주) 부대칭모드 전압은 주로 전원회로망에서 측정하며, 공통모드 전압(또는 전류)은 주로 통신선, 신호선 및 포트 에서 측정한다.

b) 측정장비: 측정장비의 유형은 측정되는 방해의 특성을 고려하여 선정한다 (7.2 참조).
c) 보조장비 : 의사회로망, 전류 프로브 또는 전압 프로브 등 보조장비의 종류는 7.1 a)에 따라 측정될(피측정) 방해 유형에 따라 선정한다. 각 유형의 보조장비는 측정되는 신호와 포트에 대해 RF 부하로 작용한다. (7.3 참조)
d) 방해 발생원의 RF 부하 조건: 측정배치 자체가 피시험기기내에 있는 방해 발생원에 대해 특정 RF 부하 임피던스로 작용한다. 이들 임피던스는 형식시험의 경우 표준화되어 있거나, 현장시험의 경우 설치장소의 조건에 따라 달라질 수 있다. (7.3과 7.4 참조)
e) 피시험기기의 시험구성: 표준화된 시험구성에는 기준접지 및 이에 대한 피시험기기의 위치와 보조장비의 위치, 기준접지에의 연결방법과 피시험기기와 관련장비의 상호접속 방법 등을 명확한 방식으로 기술하여야 한다. (7.4과 7.5 참조)

7.2 측정장비 (수신기 등)

7.2.1 일반사항

일반적으로, 연속성 방해와 불연속성 방해 사이에 차이가 있다. 연속성 무선주파수 방해는 주로 주파수영역 파라미터의 항으로 측정한다. 불연속성 방해도 마찬가지로 주파수영역 파라미터의 항으로 측정하지만 부가적으로 시간영역 측정이 필요할 수도 있다.

KN 16-1-1에 규정된 측정수신기와 다른 측정장비들을 사용해야 한다. 시간영역 측정의 경우 오실로스코프 등을 사용할 수 있다.

7.2.2 전도성 방해 측정을 위한 검파기의 사용

KN 16-1-1에는 제품 규격에 따라 측정을 수행하기 위해 요구되는 검파기 특성이 규정되어 있다. 이런 제품 규격들 중에 때로는 전도성 방해 측정을 위해서 준첨두값 검파기와 평균값 검파기를 모두 사용해야 하는 경우도 있다. 이러한 두 검파기의 시정수는 매우 길며, 따라서 이러한 검파기를 이용한 자동화된 측정에는 많은 시간이 소요된다.

초기 측정을 수행하거나 어떤 허용기준에 관한 적합성을 측정하기 위해서, 시정수가 비교적 짧은 첨두값 검파기를 사용할 수도 있다. 그러나 측정한 방해레벨이 허용기준을 초과할 경우 준첨두값 검파기와 평균값 검파기로 다시 측정해야 한다.
이러한 측정을 효율적으로 수행하기 위한 방법에 대한 지침을 부록 C에서 제공한다.

7.3 보조 측정 장비

7.3.1 일반사항

전도성 방해측정을 위한 보조 측정 장비는 아래 두 범주로 나뉜다.

a) 의사회로망(AN) 및 전압 프로브와 같은 전압측정 센서
   주) 때로는 의사회로망을 임피던스 안정화 회로망(Impedance stabilization Network: ISN)이라고도 한다.

b) 전류 프로브와 같은 전류측정 센서

7.3.2 의사회로망(AN)

7.3.2.1 일반사항

전원망이나 통신망과 은 실제 회로망의 공통모드와 차동모드, 부대칭모드의 임피던스는 위치에 따라 다르며, 일반적으로 시간에 따라 변한다. 따라서 방해에 대한 형식시험은 의사회로망이라 불리는 표준화된 임피던스 모사회로망을 필요로 한다. 의사회로망은 표준화된 RF 부하 임피던스를 피시험기기에 제공한다. 이를 위해 실제 회로망 또는 신호 시뮬레이터의 단자와 피시험기기 사이에 직렬로 의사회로망을 삽입한다. 이렇게 하여 의사회로망이 규정된 임피던스를 갖는 확장 회로망(가상의 매우 긴 선로)을 모사하게 된다.

7.3.2.2 의사회로망의 유형

다른 구성을 요구하는 특별한 이유가 없는 한, KN16-1-2에서 규정된 의사회로망을 사용해야 한다. 일반적으로 의사회로망은 다음 세 가지 유형으로 구별된다.

a) V-형 의사회로망(대개 V-AMN 또는 LISN으로 사용됨): 규정된 주파수 범위에서, RF

임피던스는 측정될(피측정) 각각의 피시험기기 단자들과 기준접지 사이에 지정된 값을 가지나, 이들 단자들 사이에는 어떠한 임피던스 성분도 직접 연결하지 않는다. 이 구성은 차동모드전압과 공통모드전압을 모두 (간접적으로) 정의한다. 원칙적으로 피시험기기 단자 개수에는 제한이 없다. 즉, V형 AN으로 측정해야 할 선로 개수에는 제한이 없다.

b) Δ형 의사회로망(실제로 제품 표준에는 사용되지 않지만 전력선에는 Δ-AMN으로, 신호선에는 Δ-회로망으로 사용될 수 있다): 규정된 주파수 범위에서, 측정될 한 쌍의 피시험기기 단자 사이의 RF 임피던스와 이 단자들과 기준접지 사이에서 RF 임피던스는 지정된 값을 갖는다. 이런 구조에서는 차동모드와 공통모드 RF 부하 임피던스가 직접적으로 정의된다.
평형/불평형 트랜스포머를 추가함으로써 대칭 및 비대칭 방해전압 측정이 가능해진다.

c) Y-형 의사회로망(비대칭 의사회로망, AAN, ISN이라고도 한다): 규정된 주파수 범위에서, 측정될 한 쌍의 피시험기기 단자들과 기준접지 사이의 공통모드 RF 임피던스는 지정된 값을 갖는다. 일반적으로 이와 같은 Y-형 의사회로망에는 어떠한 지정된 차동부하 임피던스도 포함되지 않는다. 따라서 지정된 차동 임피던스는 Y-형 의사회로망의 전원공급(선로) 단자에 연결된 외부회로에 의해서 공급되어야 한다. 이런 형태의 의사회로망은 오직 공통모드 방해전압을 측정할 때만 사용한다.

7.3.3 전압 프로브

표준화된 전압 프로브에 대해서는 KN16-1-2를 참조한다.

의사회로망으로 측정하지 못하는 단자의 방해전압은 전압 프로브로 측정할 수 있다. 이러한 단자의 예로 안테나, 제어선, 신호선 및 부하선을 위한 연결용 잭을 들 수 있다. 일반적으로 전압 프로브는 비대칭 방해전압을 측정하기 위해 사용한다. 이 프로브는 측정되는(피측정) 단자와 기준접지 사이에서 높은 RF 임피던스 특성을 갖는다.
용량성 전압 프로브(CVP)는 직접 도전성 접촉을 하지 않고 여러 도체의 비대칭(공통 모드) 전압을 측정하는데 사용된다. 이 프로브는 측정 대상 도체 주위에 고정할 수 있는 구조로 된 것이어야 한다. 개별 도체 주위에 CVP를 고정하게 되면 비대칭 방해 전압을 측정할 수 있게 된다.

7.3.4 전류 프로브

전류 프로브 또는 전류 트랜스포머는 전원 리드선로, 신호선로, 부하선로 등에 유기되는 세 가지 유형의 방해전류(7.1 와 KN 16-1-2 참조)에 대한 측정이 가능해야 한다. 이 프로브는 클립처럼 집는 구조로 되어있어 사용하기가 편리하다.

선로 수에 관계없이, 전류 프로브로 리드선로들 주위를 클립처럼 집기만 하면 리드선로들 상에 흐르는 공통모드 전류가 측정된다. 이런 상황에서 리드선로들 상의 차동모드 전류는 크기는 같지만 부호가 반대인 신호를 유도하므로 이들 신호는 상당 부분 상쇄된다. 후자의 효과 때문에 진폭이 큰 차동모드(동작) 전류가 존재하는 경우에도, 진폭이 작은 공통모드

전류의 측정이 가능하다.
AAN과 피시험기기 사이에서 변환된 공통 모드(CCM) 전류를 측정할 때는 전류 프로브를 사용할 수 없다. CCM은 AAN 출력단에서의 전압으로만 측정하여야 한다[7.3.2.2 c) 참조].

주) AAN의 목적은 피시험기기의 통신 포트에 부착된 회로망 케이블의 방해 전위를 모의 시험하는 것이다. 따라서 피시험기기 통신 포트에서 회로망으로 들어간 차동모드 전압에 응답하여 AAN은 내부 공통모드 전압을 발생시키는데, 이 전압은 부착된 회로망 케이블에서 발생되는 변환된 공통모드(CCM) 전압을 대표한다. 내부에서 발생된 이 공통모드 전압은 이와 연관된 공통모드 전류(그림 21에서 I_{CCM})를 갖는다. 이 전류는 AAN 내에서 전류 분배를 경험한다(그림 21에서 I_{CCM1}과 I_{CCM2} 쪽으로). 이 전류 분배는 AAN 출력의 공통모드 임피던스(그림 21에서 Z_T)와 AAN의 피시험기기 단자에 나타난 공통모드 임피던스(그림 21에서 Z_E)로 결정된다. AAN 출력단의 공통모드 임피던스는 제어되므로 AAN 출력단에서의 공통모드 전압(그림 21에서 V_{CCM})은 연결된 회로망의 방해 전위의 척도가 되어야 할 것이다. AAN의 피시험기기 포트에 나타난 공통모드 임피던스는 제어되지 않는다. 오히려 이는 주파수에 따라 변하고, 피시험기기 크기 및 피시험기기 배치에 따라 달라진다. 따라서 이 CCM 전류(그림 21에서 I_{CCM2})는 전류 프로브로 측정할 수 없다. 대표적인 크기의 IT 장비에서 Z_E의 크기는 150 kHz ~ 30 MHz의 주파수 범위에서 약 2 kΩ에서부터 약 200 Ω까지 변하기 때문이다.

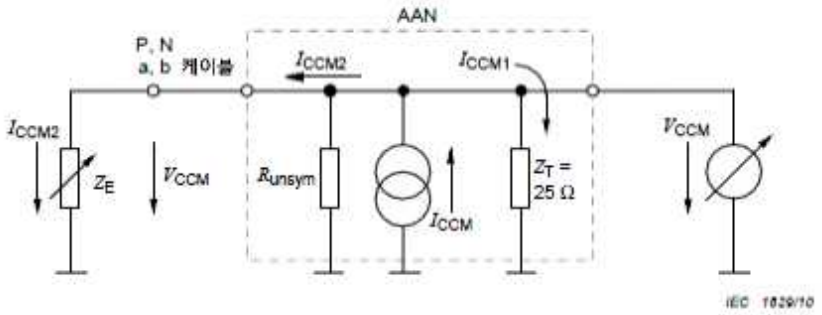


그림 21 - 전류 I_{CCM}의 설명

이미 지정된 (그리고 표준화된) 전류 프로브에 대해서는 KN 16-1-2를 참조한다.

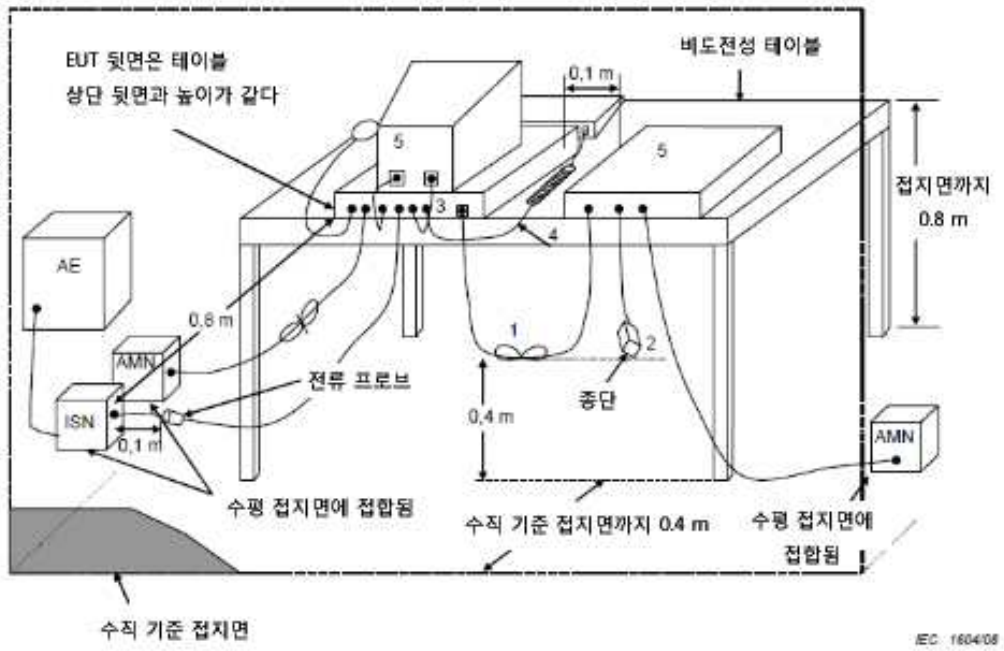
7.4 피시험기기 구성

7.4.1 피시험기기의 배치와 피시험기기를 AN에 연결

방해 전압을 측정할 때는 피시험기기를 다음 요구규격에 따라 하나 이상의 AN을 통해(일반적으로 V형 회로망은 전원 포트용 AMN으로 사용된다. 그림 6 참조) 주전원 및 기타 확장 회로망에 연결한다.
KN 제품규격 출판에서는 개별 피시험기기에 대한 추가 시험 요구규격을 제시한다.

테이블 위에서 사용되어질(탁상설치형) 피시험기기는, 접지 여부와 관계없이 다음과 같이 구성된다.

- 피시험기기의 바닥 또는 뒷면 중 어느 한쪽은 기준접지면으로부터 40 cm의 제어된 거리에 있어야 한다. 여기서 접지면은 통상 차폐실의 벽 또는 바닥이다. 최소한 2 m × 2 m의 접지된 금속면이 될 수도 있다. 이것은 물리적으로 다음 둘 중의 하나로 이루어질 수 있다.
  - 비전도성 재질로 만들어진 최소 80 cm 높이의 테이블에 피시험기기를 올려 놓는다. 차폐실의 벽에서 40 cm 떨어지도록 피시험기기를 배치한다, 또는
  - 피시험기기의 바닥이 접지면에서 40 cm 위에 위치하도록 40 cm 높이의 비전도성 물질로 만들어진 테이블에 피시험기기를 배치한다.
- 피시험기기의 그 밖의 모든 도전성 표면은 기준 접지면에서 40 cm이상 떨어져야 한다.
- 의사회로망 하우징의 한 면이 수직 기준접지면과 다른 금속 부분들로부터 40 cm 떨어지도록 그림 6 에서와 같이 의사회로망을 바닥에 배치한다. V형 회로망(AMN)과 Y형 회로망(ISN)은 그림 6과 그림 7에 나타나 있다.
- 피시험기기 케이블 연결은 그림 6 와 같아야 한다.
- 전원코드만 부착된 탁상설치형 피시험기기에 대한 시험구성 선택사항에 관해서는 그림 8에 나타낸다.



1 접지면으로부터 40 cm보다 가깝게 드리운 상호연결 케이블은 앞뒤로 접어 30 cm ~ 40 cm 길이의 묶음을 만들고 이를 접지면과 테이블 사이 중간지점에서 드리울 수 있어야 한다. 케이블의 최소 곡률 반경을 초과하여서는 안 된다. 곡률 반경이 케이블을 40 cm 이상 접게 한다면 곡률 반경 크기가 우선하여야 한다. 곡률 반경이 다발 길이를 40 cm 초과하게 한다면 곡률 반경으로 다발 길이를 결정하여야 한다.

2 주변 기기에 연결된 입/출력 케이블은 중앙에서 묶어야 한다. 필요하다면 적절한 종단 임피던스를 사용하여 케이블의 끝은 종단 처리할 수 있다. 총 길이가 1 m를 초과해서는 안 된다.

3 피시험기기는 한 개의 AMN에 연결한다. AMN과 ISN의 측정 단자는 측정 수신기에 연결되어 있지 않으면 50 Ω으로 종단해야 한다. AMN은 피시험기기로부터 0.8 m 떨어진 수평 접지면 위에 놓는다. 수직 접지면이 기준 접지면인 경우에는 수직 접지면으로부터 40 cm 떨어져 놓는다(그림 7 a) 참조). 다른 방법으로 (그림 7 b)와 같이) 수평 접지면이 피시험기기보다 40 cm 아래에 있는 기준 접지면이라면 AMN은 피시험기기로부터 0.8 m 떨어진 수직 접지면 위에 놓는다. 0.8 m 거리를 맞추기 위해서 AMN을 옆으로 옮겨야 할 수도 있다. 모든 관련 장비를 두 번째 AMN에 연결한다. 단 이 두 번째 AMN은 필요한 전원을 공급할 수 있어야 한다. 한 개의 AMN이 필요한 전원을 공급할 수 없는 경우에는 몇 개의 AMN을 사용해 관련 장비에 전원을 공급하여도 된다.

4. 키보드, 마우스 등과 같이 손으로 사용하는 기기의 케이블은 호스트에 최대한 근접하게 배치해야 한다.

5 피시험기기 이외의 시험대상 부품

6 주변장치를 포함하는 피시험기기의 뒷면은 모두 탁상형의 뒷면에 정렬시키고 가지런히 한다.

7. 테이블 상단 뒷면은 바닥 접지면에 본딩 처리된 수직 전도성 평면으로부터 40 cm 떨어져야 한다. 케이블 길이와 거리의 허용차는 실용적인 것이어야 한다.

그림 6 - 시험 구성: 주전원에서의 전도성 방해를 측정하기 위한 탁상형 장비

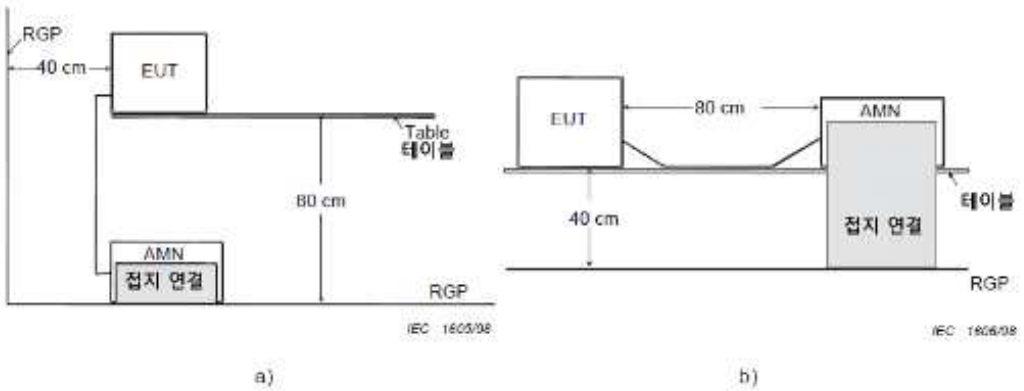
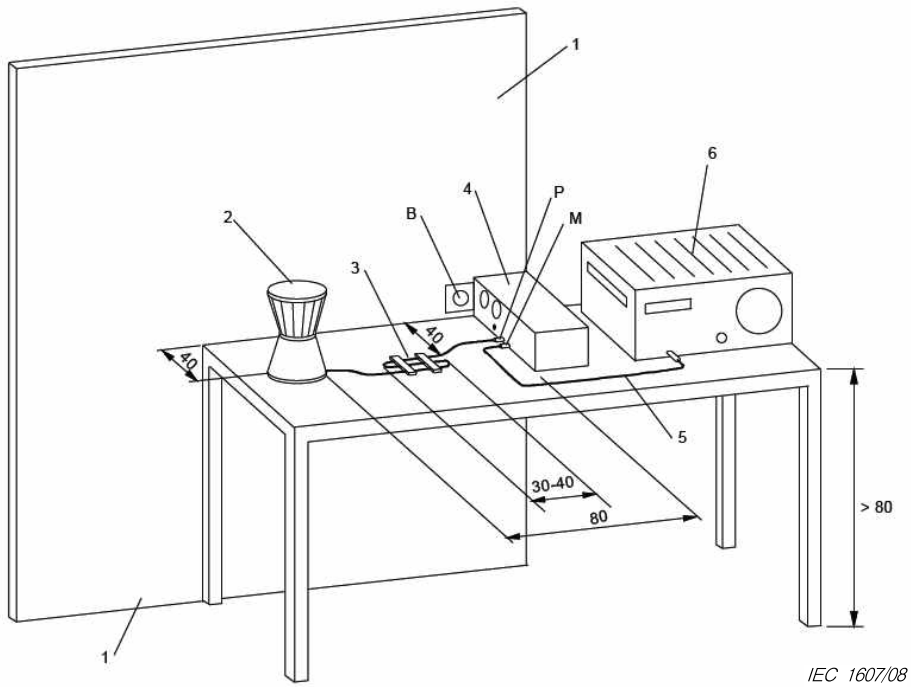


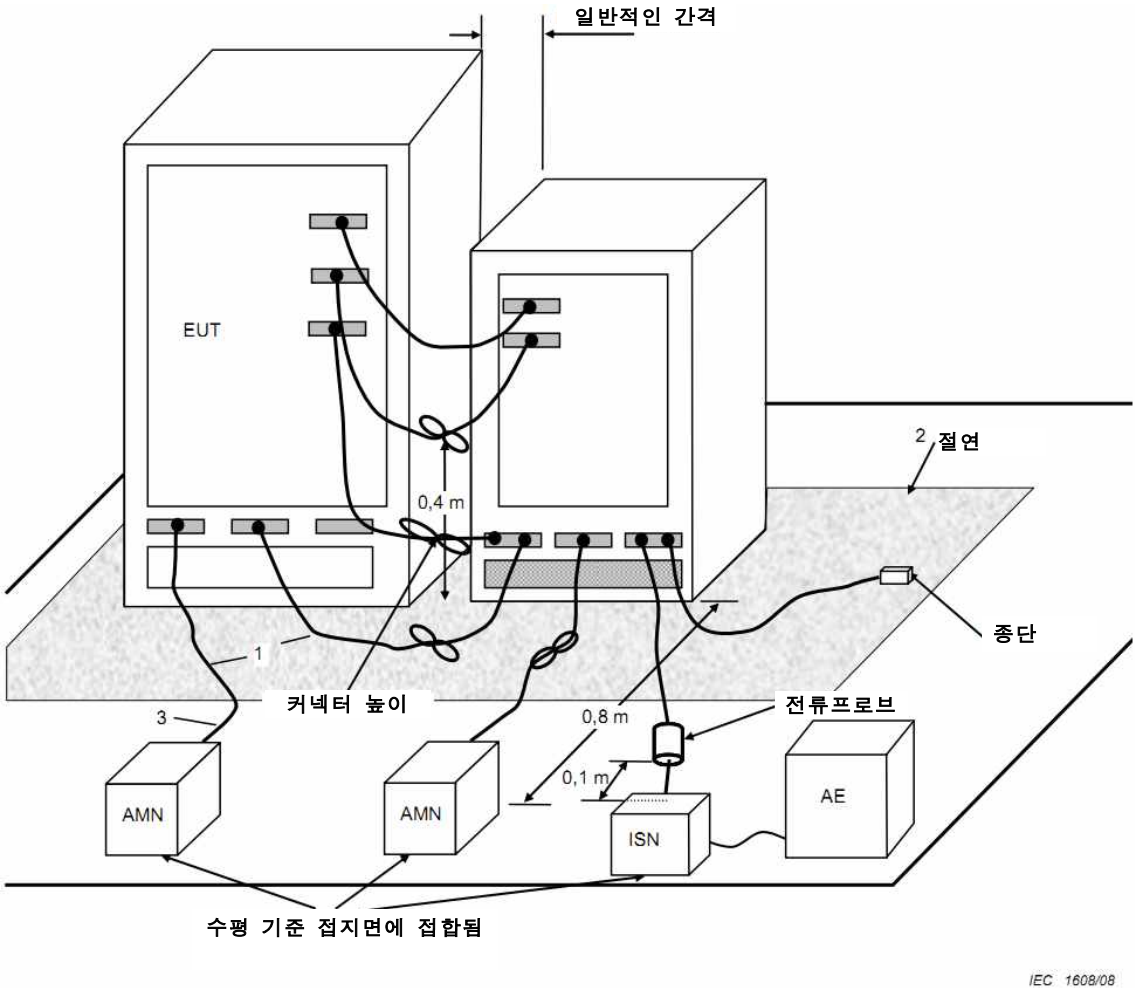
그림 7 - a) 수직 RGP와 b) 수평 RGP로부터 40 cm 떨어진 곳에 피시험기기와 AMN 배치



1 2 m ×2 m 금속벽
2 피시험기기
3 여분의 전원 코드(3 cm × 40 cm) (앞뒤로 접혀진)
4 "V"형 전원 회로망
5 동축 케이블
6 측정수신기
B 기준접지 연결부
M 측정수신기 입력단
P 피시험기기 전원 연결부

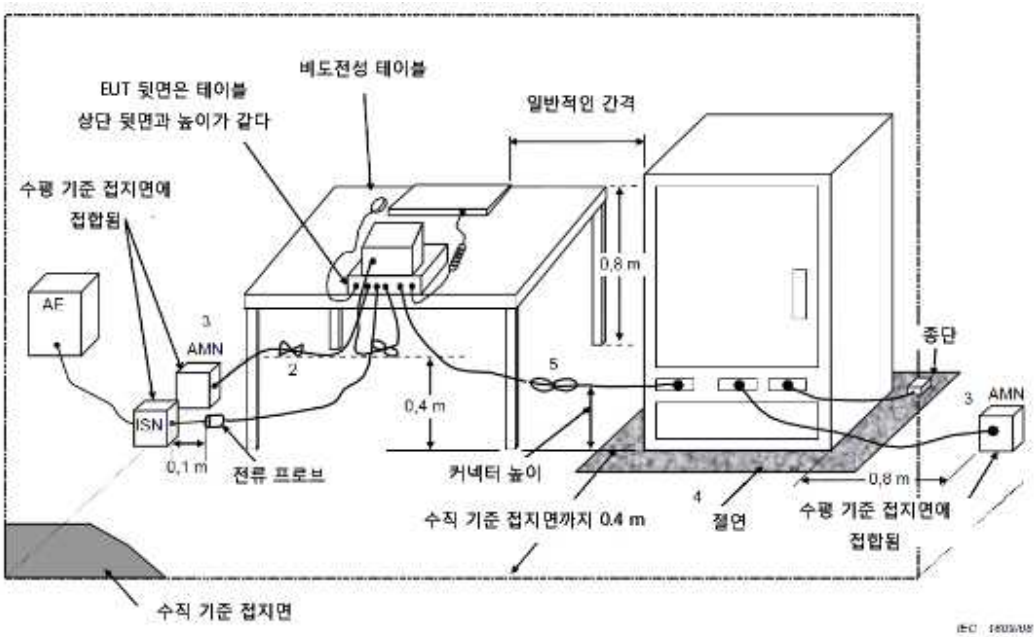
그림 8 - 전원 코드가 1개만 부착된 피시험기기에 대한 시험 구성의 예

바닥설치형 피시험기기는, 접촉 지점은 정상 사용방법에 따르면서 바닥에 설치된다는 점을 제외하고는 위와 동일한 내용들을 따른다. 접지에 연결된 금속 바닥을 사용하여야 하며, 이 금속 바닥은 피시험기기의 바닥 지지물과 금속성 접촉을 하여서는 않되고 피시험기기의 의도적인 접지 도체와는 접촉하여야 한다. 금속 바닥은 기준 접지면으로 사용할 수 있으며, 피시험기기 경계로부터 적어도 50 cm 확장되어 있어야 하고 최소 치수는 2 m x 2 m이어야 한다. 시험 구성의 예는 그림 9와 그림 10을 참조한다.



1 여분의 케이블은 중앙에서 묶거나 적당한 길이로 줄여야 한다.
2 피시험기기와 케이블은 접지면으로부터 (15cm 높이에서) 절연해야 한다.
3 피시험기기를 하나의 의사전원회로망에 연결한다. 이 의사전원회로망은 접지면 바로 위에 또는 바로 아래에 위치시킬 수 있다. 다른 모든 장비는 두 번째 의사전원회로망에서 전원을 공급받는다. 케이블 길이와 거리의 허용차는 실용적인 것이어야 한다.

그림.9 시험구성: 바닥설치형 장비 (7.4.1과 7.5.2.2 참조)



1 접지면으로부터 40 cm보다 가깝게 드리운 접속 케이블은 앞뒤로 접어 30 cm ~ 40 cm 길이의 묶음을 만들고 이를 접지면과 테이블 사이 중간지점에서 드리울 수 있어야 한다.
2 여분의 전원코드는 중앙에서 묶거나 적절한 길이로 줄여야 한다.
3 피시험기기를 하나의 의사전원회로망에 연결한다. 이 의사전원회로망은 수직 기준접지면에 연결할 수 있다. 다른 모든 장비는 두 번째 의사전원회로망에서 전원을 공급받는다. 0.8 m 거리를 맞추기 위해 의사전원회로망을 옆으로 옮겨야 할 수도 있다.
4 피시험기기와 케이블은 접지면으로부터 (최대 15 cm) 절연되어야 한다.
5 바닥설치형 장비를 연결하는 입/출력 케이블은 접지면 방향으로 떨어뜨리고 여분은 묶는다. 접지면에 닿지 않는 케이블은 커넥터 높이 또는 그 보다 낮은 40cm로 떨구어 놓는다. 케이블 길이와 거리의 허용차는 실용적인 것이어야 한다.

그림 10 - 시험 구성의 예: 바닥설치형 및 탁상형 장비 (7.4.1 와 7.5.2.2 참조)

의사회로망은 낮은 무선주파수 임피던스 연결에 의해 기준접지면에 RF 본딩한다.

주) "낮은" 무선주파수 임피던스 값은 30 MHz에서 10Ω 보다 적은 값이 좋다. 이는 의사회로망 하우징이 기준접지면에 직접 설치되거나 하우징 연결 금속띠의 길이 대 폭 비율이 3:1보다 크지 않으면 가능하다. AN 접지시 공진은 전압 분배율의 현장 시험에서 파악할 수 있다(부록 E 참조).

피시험기기는 그림 6 ~ 그림 10과 같이 배치한다. 피시험기기의 경계와 AN의 가장 가까운 표면 간의 기준 거리는 80 cm이다. 그림 6과 그림 10에서처럼 탁상형 피시험기기에 대한 좋은 접근방식은 AN을 접지면에 부착하는 것이다. 이때 앞면 패널은 접지면과 높이가 같게 한다.

AN에 연결하는 주전원 인출선과 회로망에서부터 측정 수신기까지의 연결 케이블은 그

위치가 측정 결과에 영향을 미치지 않는 방식으로 배열해야 한다. 고정 연결 인출선이 없는 피시험기기는 인출선 길이를 1 m로 하거나 관련 장비 설명서에 규정된 대로 AN에 연결한다. 1 m 길이가 바람직하다. 이는 적합성 불확도를 제공하기 때문이다.

접지 인출선 임피던스에 대한 특정 요구규격이 피시험기기에 없다면 다음 지시사항을 적용하여야 한다. 피시험기기를 기준 접지에 연결하여야 하는 경우, 주전원 인출선 자체에 접지 도체가 포함되어 있지 않다면 피시험기기 주전원 인출선과 평행하게 놓여 있고 이로부터 10 cm 이하 거리에서 길이가 같은 인출선을 사용해 연결하여야 한다. 고정 인출선이 피시험기기에 부착되어 있다면 그 길이는 1 m이어야 하며(1 m를 초과한다면 인출선의 일부를 길이 30 cm ~ 40 cm의 구불구불한 형태로 앞뒤로 접는다), 인출선의 총 길이가 1 m를 초과하지 않도록 비유도성의 구불구불한 형태로 배열하여야 한다(그림 11 참조). 그러나 다발로 된 인출선이 측정 결과에 영향을 미칠 때는 그 길이를 1 m로 줄일 것을 권장한다.

주) 다발로 만드는 것이 더 좋은지의 결정은 이 시험방법에서 다루지 않는다.
이전 판의 기존 텍스트는 단순화를 위해 그대로 두었다. 구불구불한 형태는 다발보다 인덕턴스를 더 낮게 하지만 공진은 완전히 피할 수 없다는 것이 밝혀졌다. 그러므로 이 질문은 별개의 프로젝트로 다룰 것이다.

7.4.2 V-회로망을 갖는 부대칭 방해전압 측정절차

7.4.2.1 일반사항

일반적으로 KN에서 선호하는 측정 방법은 AN을 사용한 방해 전압의 측정이다. AMN으로 인해 피시험기기가 작동하지 않는다면 전류/전압 프로브를 이용해 측정하도록 한다.

7.4.2.2 접지 연결되어 있는 장비의 배치

동작 중에 접지할 필요가 있는 피시험기기나 동작 중에 접지와 접촉 가능성이 있는 도전성 하우징에 있어서, 개별 주전원 리드선의 부대칭 무선 장해전압은 기준 금속벽(측정장비의 일반적인 재질)을 기준으로 측정한다. 이때 피시험기기의 하우징은 보호용 접지도체와 의사 전원회로망 접지 연결을 경유하여 이 기준 금속벽에 연결되어 있다. (그림 12 등가회로 참조)

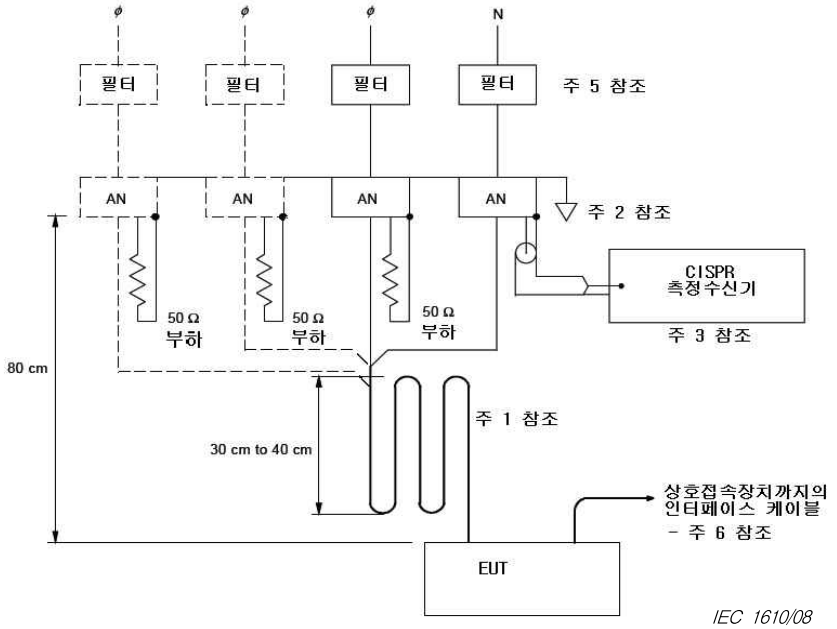
접지된 피시험기기의 장해 가능성을 결정하는 파라미터는 A.3에서 논의된다.

두 개 이상의 전원과 안전도체나 특수 접지연결을 갖는 피시험기기의 경우, 측정결과는 주전원 단자들의 종단조건과 접지조건에 따라 상당한 차이를 보인다(시스템에서의 측정에 관해서는 7.5 참조).

실제 주전원공급장치에 있는 접지 안전도체들이 상당한 길이를 가지게 됨에 따라, 기준접지

의 재질에 연결된 접지선 길이가 오직 1 m 로 되어 있는 표준 시험배치에서 만큼 낮고 유효한 접지 임피던스를 보장하지 못하며, 더욱이 안전도체는 KS C IEC60364-4에 적용되는 모든 제품에 사용할 필요가 없기 때문에, 플러그를 탈착할 수 있는 (안전-c) 보호등급 I 기기의 방해전압 측정은 7.4.2.3에 따라 수행하여야 하며, 또한 안전선로 또는 접지선로를 연결하지 않고서(비접지 측정) 수행하여야 한다. 그러나 안전상의 이유로 접지선로의 안전 기능을 유지할 필요가 있는 경우, 이러한 측정은 RF 쵸크를 사용하거나, 또는 안전선로 경로 내에서 V-회로망의 임피던스와 같은 값의 임피던스를 사용해서 수행될 수 있다.

특수한 요구규격 또는 지시에 따라 접지해야 하는 비방사성 피시험기기나 차폐가 잘된 피시험기기의 경우에는 예외일 수 있다(부록 A 2.1과 A 4.1 참조)



1. 길이가 80 cm를 초과하는 피시험기기 전원코드는 코일 형태가 아닌 S자 형태의 묶음으로 접어야 한다.
2. 접지면에 대한 의사회로망의 연결은 높은 주파수에서 낮은 임피던스를 제공하여야 한다. 이는 길이 대 폭 비율(length-to-width ratio)이 3 대 1을 넘지 않는 평평한 고체금속 도체를 사용해 만들어져야 한다.
3. KN 측정 수신기는 동축 케이블에서 외피 전류 흡수기를 사용해 AMN으로부터 절연시켜야 한다 (″E.2의 예″).
4. 점선은 3상 전원을 위한 시험배치를 나타낸다.
5. 필터 접속(선택사항) : 사용하지 않는 경우, 단락상태로 대체한다.
6. 상호접속 장치(선택사항)는 전원 접합 스트립 또는 박스를 통해 단일 의사회로망에 부착시킬 수 있다.
7. 탁상설치형 혹은 휴대용 피시험기기는 2 m^2의 모든 도전성 접지표면으로부터 40 cm 떨어져야 하며, 시스템 혹은 기기의 일부인 기기를 포함한 모든 다른 도전성 물체로부터 최소 80 cm 떨어져야 한다.

그림.11 전도성 방해전압 시험구성 회로도 (7.5.2.2 참조)

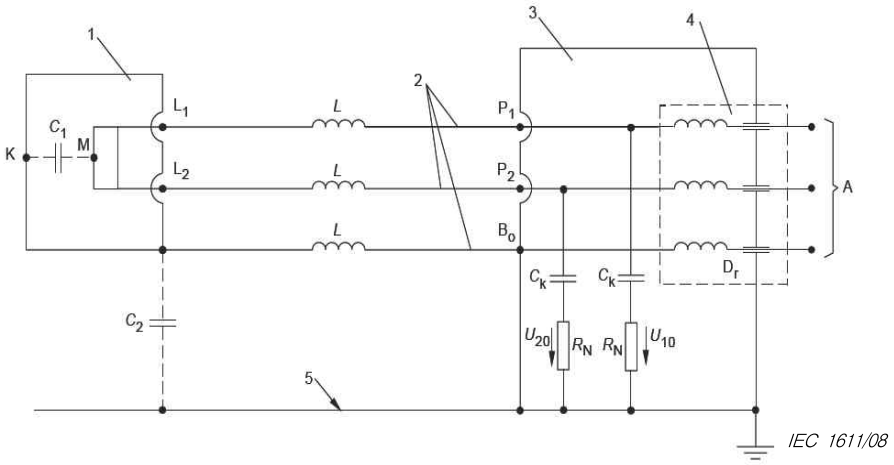


그림.10a 측정 및 전원 회로도

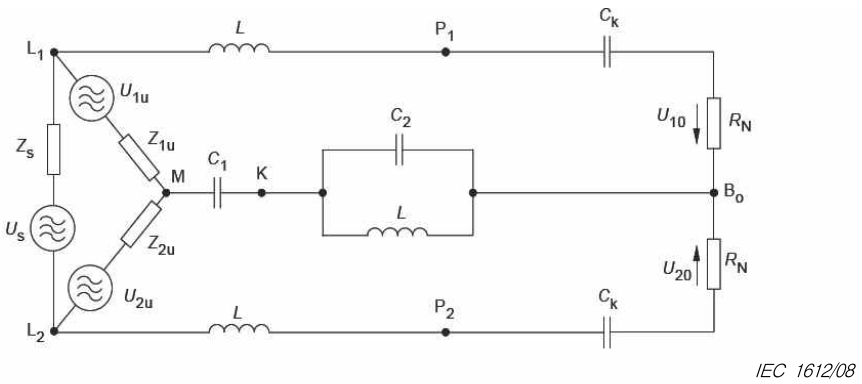


그림.10b 등가 전압원 및 측정 회로

1	피시험기기 (EUT)
2	전원 코드
3	의사전원회로망(AMN)
4	인덕터와 감결합 커패시터
5	금속벽
A	전원 입력단
*B*0	기준접지 연결
*L*1, *L*2	전원코드 연결 (100 cm)
*P*1, *P*2	주전원 회로망의 피시험기기 플러그
*C*1	금속부분에 대한 피시험기기 내의 표유 정전용량(stray capacitance)
*C*2	금속벽(접지)에 대한 피시험기기 표유 정전용량
*C*K	주전원 회로망 내의 결합 커패시터
Dr	안전접지 선로용 인덕터(PE 쵸크)
K	피시험기기의 도전성 구조 부품
L	연결선의 인덕턴스
M	내부 공통모드 전압의 가상 중간점
*R*N	모사 저항(50Ω 또는 150Ω)
*Z*s	피시험기기 대칭 내부저항
*Z*1u, *Z*2u	피시험기기 공통모드 저항
*U*1u, *U*2u	피시험기기 내부 공통모드 전압
*U*10, *U*20	외부에서 측정 가능한 공통모드 전압

그림.12 보호등급 I (접지된) 피시험기기에 대한 공통모드 방해전압 측정 등가회로

7.4.2.3 접지 연결되어 있지 않은 장비의 배치

접지 연결되어 있지 않은 기기는, 보호절연이 있는 전기기기(안전등급 II)와 접지도체 또는 안전도체 없이 동작할 수 있는 기기(안전등급 III), 그리고 분리 트랜스포머를 통해 연결된 플러그형 보호등급 I 기기들로 구성된다. 이런 기기들에 있어서, 개별 도체들의 부대칭 방해전압은 그림 13의 등가회로에 나와 있는 것처럼 측정배치에서의 금속 기준접지를 기준으로 하여 측정하여야 한다.

장파 및 중파 대역(0.15 MHz ~ 2 MHz)에서 피시험기기와 기준접지 사이의 낮은 직렬 정전용량 C_2가 측정결과에 상당한 영향을 미칠 수 있고, 그러한 정전용량은 규정된 거리에 의해 결정되므로, 장비배치는 정확하게 지시대로 따라야 하고, 예를 들어 신체나 손의 정전용량 등과 같은 다른 외부 영향을 방지하여야 한다.

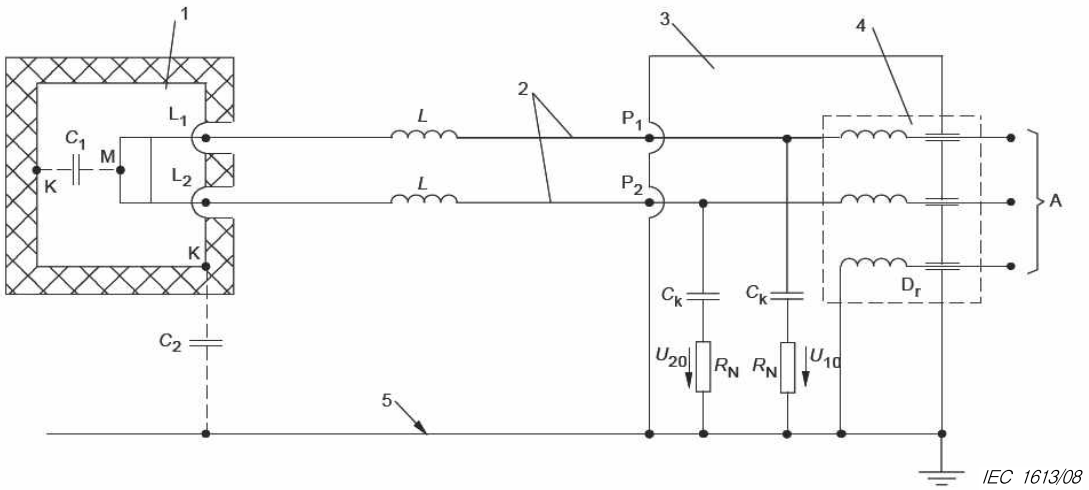


그림.11a 전원 및 측정 회로도

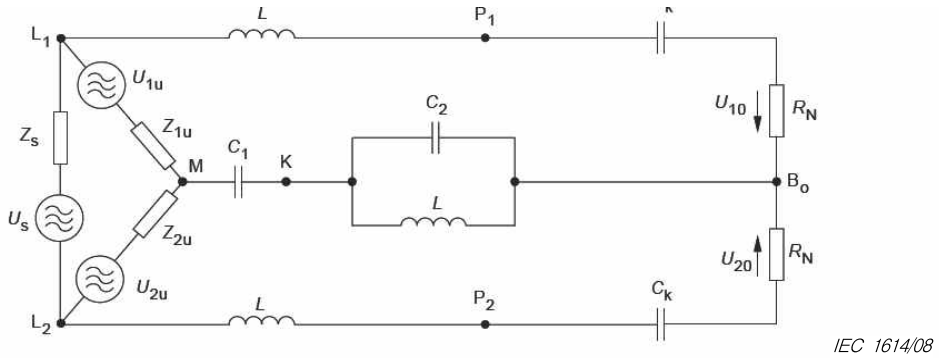


그림.11b 등가 RFI 발생원 및 측정 회로

주) 기호는 그림 10 참조

그림.13 보호등급 II (접지되지 않은) 피시험기기의 공통모드 방해전압 측정 등가회로

7.4.2.3 접지 연결되어 있지 않은 휴대용 장비의 배치

먼저 7.4.2.2에 따라 측정한다. 이후 부가적인 측정은 KN16-1-2에 기술된 의사손을 사용하여 수행한다.

의사손 적용에 있어 지켜야 할 일반원칙은 그림 15에 나와 있다. RC 소자의 단자 M 은, 회전하지 않는 모든 금속물체 중에서 노출된 부위와, 피시험기기에 있는 모든 고정형 및 착탈형 손잡이를 싸고 있는 금속 포일 부위에 연결하여야 한다. 페인트나 래커를 칠한 금속 공작물 부위는 노출된 것으로 간주되며, RC 소자에 직접 연결하여야 한다.

의사손은 아래에 기술된 바와 같이 케이스 주위를 둘러 싼 금속 포일 또는 그 부품으로 구성된다. 포일은 510 Ω ± 10 %의 저항과 직렬로 연결된 220 pF ± 20 %의 커패시터로 구성된 RC 소자(그림 14 참조)의 한 단자(단자 M)에 연결되어야 한다. RC 소자의 다른 한 단자는 측정시스템의 기준접지에 연결한다.

의사손은 다음 방법에 따라 사용된다.

a) 피시험기기의 케이스가 전부 금속일 경우, 금속 포일은 필요 없지만 RC 소자의 단자 M은 피시험기기 본체에 직접 연결되어야 한다.
b) 피시험기기의 케이스가 절연재질인 경우, 금속 포일로 손잡이 B의 주위를 감싸고(그림 15) 다른 손잡이 D가 존재하는 경우 마찬가지로 금속 포일로 감싸야 한다. 또한 60 mm 폭의 금속 포일로 모터 고정자의 철심이 위치하는 지점에서 본체 C를 감싸거나 비교적 높은 방출레벨을 보이는 기어박스를 감싸야 한다. 이러한 모든 금속 포일 조각들, 그리고 링이나 끼움쇠태 A가 존재하는 경우 이들 모두를 함께 RC 소자의 M 단자에 연결해야 한다.

c) 피시험기기 케이스가 일부는 금속이고 일부는 절연재질이면서 절연된 손잡이를 갖는 경우, 금속 포일로 손잡이 B와 D를 감싸야 한다(그림 15). 만약 케이스가 모터 위치에서 비금속인 경우에는 60 mm 폭의 금속 포일로 모터 고정자의 철심이 위치하는 지점에서 몸체 C를 감싸거나, 기어박스가 절연재질로 되어 있고 방출레벨이 더 높은 경우에는, 기어박스 주위를 감싼다. 본체의 금속 부분, A지점, 손잡이 B와 D 둘레의 금속 포일, 그리고 본체 C의 금속 포일은 모두 함께 RC 소자의 단자 M에 연결해야 한다.

d) 예를 들어 전기톱의 경우(그림 16)와 같이 피시험기기가 절연재질로 된 두 개의 손잡이 A와 B와 금속 케이스 C를 가지고 있는 경우, 손잡이 A와 B를 금속 포일로 감싸야 한다. A와 B의 금속 포일과 금속 본체 C는 모두 함께 RC 소자의 단자 M에 연결해야 한다.

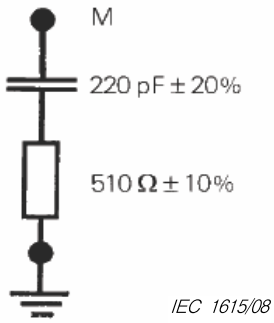


그림.14 의사손의 RC 소자

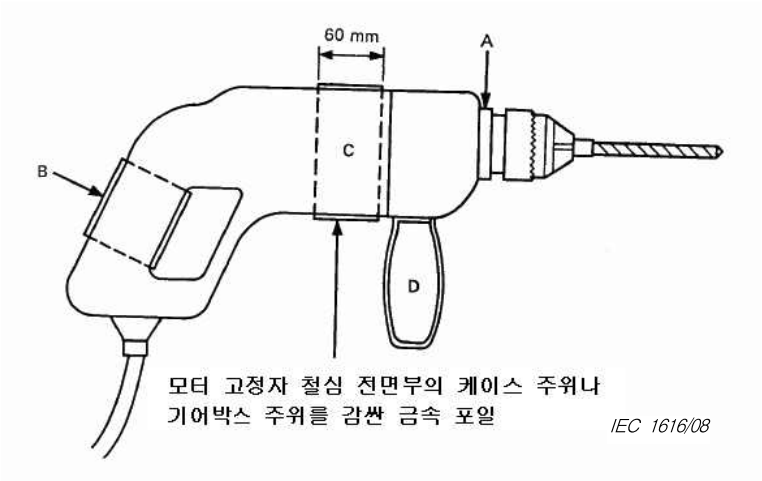


그림.15의사손을 갖는 휴대용 전기드릴

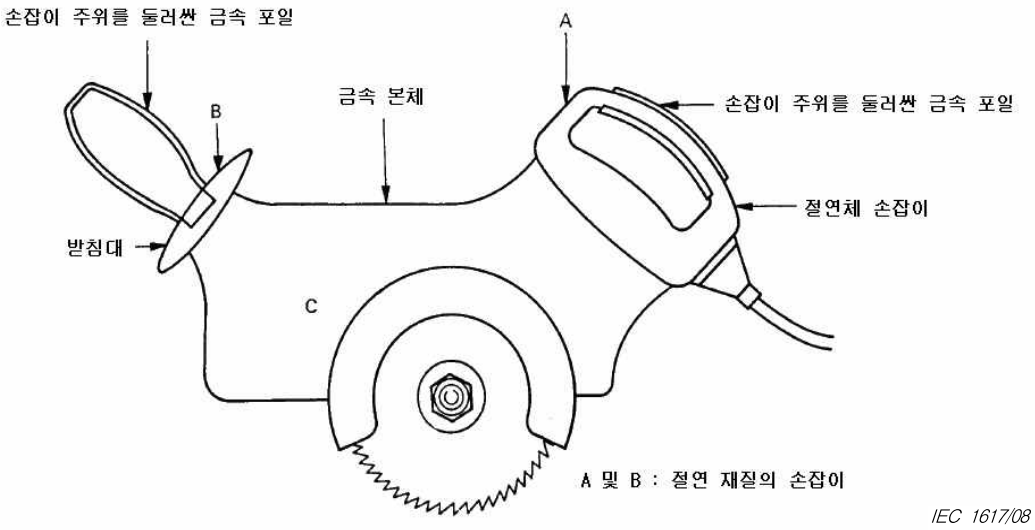


그림.16 의사손 휴대용 전기톱

7.4.2.5 인체 접촉에 민감한 키보드, 전극, 그리고 기타 장비의 배치

이러한 장비의 경우에, 의사손은 제품규격에서 요구되거나 또는 일반적으로 7.4.2.4에 기술된 내용을 따라 적용하여야 한다.

7.4.2.6 외부 억제소자가 있는 장비의 배치

장해 억제소자가 피시험기기의 외부(예를 들면, 주전원 연결용 플러그 형태의 소자)에 부착되거나 연결용 케이블에 삽입되는 소자(전원코드 방출 억제소자)로서 부착되는 경우, 혹은 차폐된 전원코드가 사용되는 경우, 1 m 길이의 차폐되지 않은 케이블을 방출 억제소자와 방해전압 측정용 의사회로망 사이에 추가로 연결해야 한다. 이 의사전원회로망과 방출 억제소자 사이의 선로는 시험체에 바로 가까이에 위치시켜야만 한다.

7.4.2.7 주전원선이 아닌 리드선 끝에 연결된 보조기구를 갖는 장비의 배치

주1) 이 절에서, 반도체 조정 제어기는 제외되며, 7.4.4.1의 규정을 적용하여야 한다.
주2) 보조기구가 피시험기기 동작에 필수적이지 않고 별도의 시험절차가 다른 곳에 규정되어 있는 경우, 이 절은 적용되지 않는다. 본래의 주 피시험기기는 개별 피시험기기로서 시험한다.
주3) 허용기준의 측정과 적용 여부에 관한 최종 결정은 관련 KN에서 규정하는 제품규격 출판물에서 다루어질 것이다.

길이 1 m를 넘는 연결용 리드선은 7.4.1에 따라 다발로 묶어야 한다.

피시험기기와 보조기구 사이의 연결용 리드선들이 양쪽 끝에서 완전 고정되어 있고, 길이가 2 m 이하이거나 차폐되어 있는 경우, 어떤 측정도 수행할 필요가 없다. 단, 후자의 경우에는 차폐된 리드선의 양쪽 끝이 피시험기기와 보조기구의 금속 하우징인 기준접지에 연결되어 있는 것을 전제로 한다. 탈착 가능한 플러그와 소켓이 있는 리드선은 2 m 이상의 길이로 연장될 수 있는 가능성이 있으므로, 최소 2 m로 연장하여서 측정을 수행할 필요가 있다.

피시험기기는 7.4.2의 앞 부분과 다음의 추가적인 요구규격에 따라 배치하여야 한다.

a) 보조장비는 도전성 접지표면과 같은 높이에, 그리고 그 표면으로부터 같은 거리에 배치하여야 하며, 리드선 길이가 충분히 길 경우 7.4.1에 따라 처리하여야 한다. 보조 리드선 길이가 0.8 m보다 작다면 그 길이를 유지하고, 보조장비를 주장비에서 가능한 한 멀리 떨어진 곳에 설치한다. 보조장비가 제어장치일 경우, 이를 동작시키기 위한 배치는 방해 레벨에 영향을 주지 않아야 한다.
b) 보조장치를 갖는 피시험기기가 접지된 경우, 어떤한 의사손도 연결하지 말아야 한다. 피시험기기 자체를 손으로 잡게 되어 있다면, 의사손를 피시험기기에 연결해야 하며 어떤 보조장비에도 연결해서는 않된다.
c) 피시험기기를 손으로 잡을 수 없는 경우, 접지되어 있지 않고 손으로 잡을 수 있는 보

조장비를 의사손에 연결해야 한다. 보조장비가 손으로 잡을 수 없는 경우, 7.4.1에 기술된 바와 같이 도전성 접지표면과 관련된 위치에 두어야 한다.

주전원 연결용 단자의 측정에 더하여, 다른 모든 인입 및 인출 리드선(예: 제어선과 부하선들)용 단자의 측정은, 측정수신기의 입력단에 연결된 전압 프로브를 이용하여 수행하여야 한다.

모든 주어진 동작조건 하에서, 그리고 피시험기기와 보조장비 사이에 상호 작용이 일어나는 중에 측정이 수행되도록, 제어용 혹은 부하용 보조장비를 연결한다.
피시험기기의 전원 입력단자와 보조장비의 전원 입력단자 양쪽에 대해 측정을 수행한다.

7.4.3 차동모드 신호 단자에서의 공통모드 전압 측정

7.4.3.1 일반사항

일반적으로 KN에서 선호하는 측정 방법은 AN을 사용한 방해 전압의 측정이다. AMN으로 인해 피시험기기가 작동하지 않는다면 전류/전압 프로브를 이용해 측정하도록 한다.

7.4.3.2 델타형 회로망을 이용한 측정방법

주파수 범위 150 kHz ~ 30 MHz에서, 전기통신용, 데이터 처리용 혹은 기타 장비의 차동모드 신호선을 위한 단자의 공통모드 방해전압은 KN16-1-2에 기술된 내용에 따라 델타형 회로망을 가지고 측정한다. KN 16-1-2의 차동모드 및 공통모드 임피던스에 대한 요구규격에 적합하기만 하면, 피시험기기의 적절한 기능에 필요한 신호경로와 직류 전류경로를 허용하기 위해서 KN 16-1-2에서 규정된 델타형 회로망을 수정할 수 있어야 한다.

신호 단자들에 대한 측정을 위해 델타형 회로망을 사용할 경우, 동작중인 차동모드 신호와 동일한 주파수에서 공통모드 방해전압을 측정할 때, 잘못된 결과가 나오지 않을 만큼 차동모드 제거 성능이 커야 한다.

의사전원회로망을 이용하여 피시험기기의 전원공급단자에서 피시험기기를 측정해야만 하는 경우에, 모든 전압측정은 두 회로망을 동시에 연결한 상태로 수행되어야 한다. 7.4.1과 7.4.2에서 규정한 조항들을 따른다.

주) 연결된 신호선의 감결합 성능과 측정수신기에 대한 결합 성능이 그것에 맞게 설계된 경우, 델타형 회로망의 주파수 범위는 동일한 회로망 임피던스를 사용해서 9 kHz까지 확장될 수 있다.

7.4.3.3 Y형 회로망을 이용한 측정

다른 방법으로, 9 kHz ~ 30 MHz의 주파수 범위에서 공통모드 방해 전압을 측정할 때는 비대칭(공통모드) 의사회로망(AAN), 즉 KN 16-1-2에 따르는 Y형 회로망을 사용할 수 있다.

주) Y형 회로망은 (KN 22에서) 흔히 임피던스 안정화 회로망(ISN)이라고도 한다.

차동 모드와 공통 모드 종단에 150 Ω의 동일한 모의 임피던스를 제공하는 델타-회로망과 달리 Y회로망은 150 Ω의 공통모드 종단만을 제공하는데, 이때 통신선은 그 특성 임피던스는 물론 피시험기기를 연결하도록 만들어진 통신망의 차동-공통 모드 제거 특성으로 종단된다.

T-형 회로망의 전원공급장치 쪽에서, 피시험기기 동작에 필요한 신호 시뮬레이터, 직류 나 피시험기기 동작 신호 주파수용 부하회로 또는 기타 회로가 연결될 수 있다. 이런 회로는 특정 피시험기기에 필요한 100 Ω ~ 150 Ω의 차동모드 RF 저항값을 그 자체로써 제공하거나 이 저항값을 제공하는 종단을 가져야 한다. 피시험기기 동작에 관해 어떠한 외부 회로도 규정되어 있지 않은 경우, 150 Ω의 저항을 Y-형 회로망에 대한 차동모드 RF 종단으로 연결해야 한다. 적합한 Y형 회로망을 사용할 수 없다면 통신 포트는 보조장비로 종단한다.

통신 포트가 있는 피시험기기를 AMN을 사용해 전원 단자에서 측정하여야 하는 경우, 방해전압 측정은 AMN을 전력 포트에 연결하고 Y회로망을 통신 포트에 동시에 연결하여, 또는 관련 장비를 피시험기기에 직접 연결하여 수행하여야 한다. 그림 6은 AMN과 Y형 회로망(ISN)이 포함된 측정 구성을 나타낸 것이다. 7.4.1과 7.4.2의 규정을 준수하여야 한다.

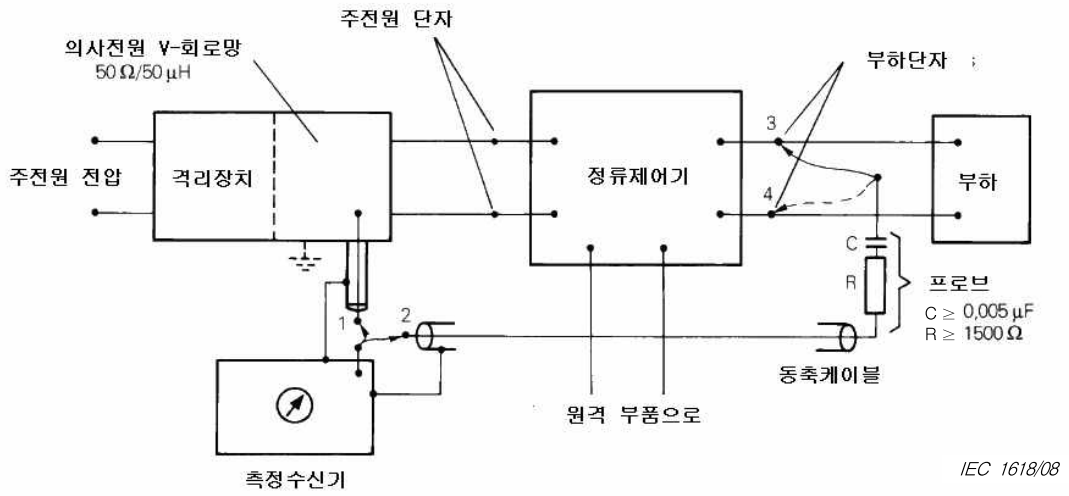
7.4.4 전압 프로브를 이용한 측정

7.4.4.1 의사전원회로망(AMN)을 이용하는 경우

연결되거나 연결 가능한 여러 개의 선로들을 갖는 기기와 시스템을 시험하기 위하여, 안테나용 및 제어선용, 부하선용 연결용 잭 뿐만 아니라 의사전원회로망으로도 측정할 수 없는 선로 연결점(즉, 주전원과 분리된 부품들 사이의 연결선)에서의 방해전압은, 프로브 사용으로 인해 이 선로들에 부하가 걸리지 않도록 확실히 하기 위해서 높은 입력 임피던스(1,500 Ω 이상)를 갖는 전압 프로브(7.3.3 참조)를 이용하여 측정하여야 한다.

그러나 이런 경우, 주전원 입력선은 의사전원회로망으로 RF적으로 격리· 종단되어 있어야 한다. 나머지 선로들과 프로브로 측정되어지지 않는 선로들의 경우, 7.4.1의 해당 조건과 각각의 제품 규격(즉, KN11과 KN14-1)의 개별 장치에 정해진 동작조건을 배치와 길이 관점에서 관찰하여야 한다. 전압 프로브는 동축 케이블을 이용하여 측정수신기에 연결하며, 이때 동축 케이블의 차폐부는 기준접지와 전압 프로브 케이스에 연결되어 있어야 한다. 이 케이스로부터 피시험기기의 활전부까지 어떤 직접 연결도 해서는 안 된다.

측정 수신기가 전압 프로브에 연결되어 있다면 AMN은 50 Ω으로 종단하여야 한다.
그림 17과 그림 18(KN 14-1에서 발췌한 것)은 반도체 조절 제어장치의 장해 전압을 측정하기 위한 시험장치 구성의 예를 나타낸 것이다.



스위치 위치:

1. 주전원 측정용
2. 부하 측정용
3. 과 4. 부하 측정 중 계속 연결

주1. 측정수신기의 접지는 AMN에 연결된다.

주2. 프로브로부터 동축 케이블 길이는 2 m를 넘지 않는다.

주3. 스위치가 2 지점에 있을 때, 단자 1에서의 AMN의 출력을 CISPR 측정 수신기의 임피던스와 같은 값으로 종단한다.

주4. 2-단자 조정제어기가 전원공급장치의 리드선 하나에만 삽입되어 있는 경우, 그림 18에 나타난 바와 같이 두번째 전원공급장치 리드선에 연결하여 측정한다.

그림.17 전압 프로브의 측정 사례

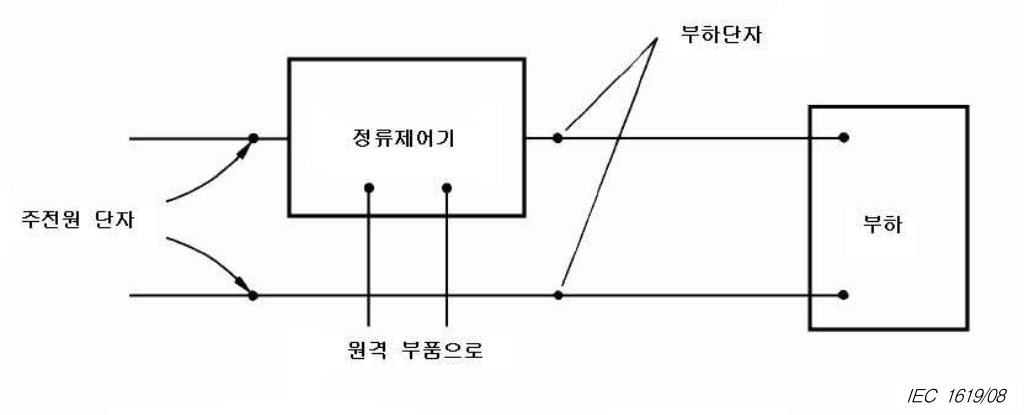


그림.18 2단자 조정제어기를 위한 측정배치

7.4.4.2 의사전원회로망을 이용하지 않는 경우

의사전원회로망으로 측정하지 말아야 할 피시험기기의 시험 중에, 지정된 모사 저항(예: KN14-1에 기술되어 있는 의사 펜스 모사(artificial fence simulation) 또는 7.4.1의 규격을 고려하여 정확하게 정의된 배치와 선 정렬을 갖는 개방회로 조건 하의 의사 펜스 모사) 양단에서 방해전압을 측정한다. 방해전압은 높은 임피던스 전압 프로브로 측정한다.

이는 자체의 분리형 전원공급 장치 또는 배터리 장치를 갖는 전력전자기기와 같은 경우에도 유효하다. 그리고 이 전원공급 장치 또는 배터리 장치에는 부하가 걸리지 않는, 분리형으로 설치된 선로들이 연결되어 있다.

25 A 이상 전류용 분리형 개별 전원(즉, 배터리, 발전기, 컨버터)에서 방해전압을 측정하는 경우, KN16-1에 따라 모사 저항의 허용오차 값이 초과되지 않았음을 확인하기 위해, 임피던스 측정을 적용해야 한다.

1500 Ω 이상의 입력 임피던스 Rx 를 갖는 프로브의 부드러운 도선을 이용한 접지연결은 최대 측정 주파수 파장의 1/10보다 길지 말아야 하고, 기준접지 역할을 하는 금속면에 가능한 최대한 짧게 연결해야 한다. 프로브의 차폐로 인한 시험점의 추가적 용량성 부하를 방지하기 위해, 프로브 탐침부는 약 3 cm 길이를 넘지 않도록 해야 한다. 측정수신기까지의 차폐된 연결 상태는 시험체의 커패시턴스가 기준접지에 대해 변하지 않도록 배치하여야 한다.

7.4.4.3 전압 프로브로서 의사전원회로망

피시험기기의 정격전류가 의사전원회로망의 가용 정격전류를 넘지 않을 때, 의사전원회로망을 전압 프로브로 사용할 수 있다. 의사전원회로망의 피시험기기 포트를 피시험기기(단상 또는 3상)의 전원 공급선 각각에 연결한다.

의사전원회로망을 전원공급장치에 연결하기 전에, 먼저 물리적인 국부접지 보호용 접지에 안전하게 연결하여야 한다.

> **경고** : 보호용 접지를 분리하기 전에, 의사전원회로망을 전원공급장치에서 먼저 분리해야 한다. 의사전원회로망의 주전원 단자는 개방된 채로 두어야 하고, 의사전원회로망을 전압 프로브로 사용하기 위해 연결시킬 경우에는, 의사전원회로망 전원 입력 커넥터/플러그 핀들에는 전원 전압으로 전력을 공급하여야 한다. 플러그 핀들은 절연된 보호 커버나 다른 수단으로 안전하게 해야 한다.

주파수 범위 150 kHz ~ 30 MHz에서, 피시험기기의 전원 공급선은 30 µH ~50 µH의 인덕턴스를 통해 전원에 연결되어야 한다(그림 A.8, 구성 2). 이 인덕턴스는 쵸크 또는 길이 50 m의 선로, 트랜스포머를 사용해서 구현할 수 있다. 9 kHz ~ 150 kHz 주파수 범위에서는

일반적으로 주전원으로부터 감결합을 위해 보다 큰 값의 인덕턴스가 필요하다. 이를 통해 주전원 회로망에서 발생하는 전자파잡음의 감소를 보장한다.(부록 A.5 참조)

표준구성에 있어서 의사전원회로망으로 측정하는 것이 바람직하므로, 의사전원회로망을 전압 프로브로 사용할 때는, 설치장소(현장) 시험의 경우나 실제 전류 허용기준을 초과하는 경우에만 사용하여야 한다. 이 방법은 제품규격에서 대체 측정방법으로 지정되어 있지 않은 한, 제품 규격에 따른 시험으로 사용되어서는 안 된다.

7.4.5 용량성 전압 프로브(CVP)를 이용한 측정

5개 이상의 대칭 쌍이 있는 비차폐 신호 및 통신 케이블에서의 방해 전압은 CVP를 이용해 측정할 수 있다. 이 측정을 전류 프로브 측정과 결합하여 방해 전압과 전류를 동시에 측정할 수 있다.
이 방법의 단점은 피시험기기와 실제 회로망/시뮬레이터 간의 절연이 부족하다는 것이다. CVP 몸체는 가능한 한 짧은 접지 연결부를 사용해 기준 접지면에 접합하여야 한다.

7.4.6 전류 프로브를 사용한 측정

전류 프로브를 사용한 방해전류 측정방법은 다음에서 기술하는 몇 가지 이유로 유용할 수 있다. 첫째는 일부 장치에서 의사전원회로망을 삽입하는 것이 불가능할 수 있는 경우이다. 이는 설치된 시스템에서 시험하거나 피시험기기의 전류가 매우 높은 경우에 특히 그러하다. 전류 프로브를 사용하는 두 번째 이유는 주파수 범위의 낮은 쪽 영역에서는 전원 임피던스가 매우 낮아져 방해원이 전류 발생원으로 될 수 있는 경우이다. 이와 같이 전류 프로브를 사용한 전류 측정은 주전원 연결을 분리하거나 일시 중단시키지 않고 전류 트랜스포머를 사용하여 수행할 수 있다.

전류 프로브는 KN 16-1-2의 요구규격에 적합해야 한다.

전류 프로브가 모든 리드선을 포함하는 케이블을 감싸기 때문에 방해전류의 공통모드 성분을 직접 측정할 수 있도록 한다. 따라서 공통모드 방해전류를 차동모드 동작전류로부터 쉽게 분리할 수 있다.

이미 알고 있는 부하 및 신호원 임피던스로 측정할 경우, 방해전압을 계산할 수 있다.

오직 하나의 도선만을 감싼 상태라면, 차동 및 공통모드 방해전류 성분이 중첩되어 측정된다. 이런 경우 (200 A 이상의) 매우 높은 동작전류가 존재한다면, 전류 프로브의 자성코어가 포화될 수 있기 때문에 잘못된 데이터를 얻을 위험성이 있다.

7.5 전도성 방출 측정을 위한 시스템 시험구성

7.5.1 시스템 측정에 대한 일반적인 접근방법

전도성 방출 측정을 위한 시스템 시험구성을 정의하는 일반 목적은 다음과 같은 요지에 있다.

- 공통모드 방해를 일으키는 접지 루프의 방지를 위해
- 시험구성의 용이한 재현을 정의하기 위해
- 피측정 선로로부터 기타 선로들로의 감결합을 위해
- 선로들이 감결합되기 위한 선로 배치를 위해
- 방출 측정시 자기장의 영향을 최소화하기 위한 선로 배치
- 7.1 내지 7.4에 있는 시스템 시험에 있어서, 가능한 최대 방출에서 요구규격을 재현하기 위해

가능한 모든 경우에, 시스템 선로상의 방해전압은 의사회로망으로 측정하여야 한다. 50 A까지의 전류에 대해서는 의사회로망을 용이하게 사용할 수 있다. 의사회로망은 측정될(피측정) 시스템 장비로부터 실거리적으로 80 cm 이내에 설치되어야 한다. 여러 개의 선로를 갖는 주전원회로의 각 선로는 의사회로망을 통해서 배선하여야 한다. 각 의사회로망의 측정 단자는 50 Ω 저항으로 종단되어 있어야 한다.

피시험기기를 배치하고 제조자의 지침에 따라 종단 처리된 케이블로 연결한다.

일부 측정의 경우에, 의사회로망 대신에 부하 전압 프로브와 함께 사용되어야 할 특정 부하를 관련 제품 규격에서 지정할 수도 있다. 또한 주전원 전류가 50 A를 넘고 적절한 의사회로망을 이용할 수 없는 경우에는 전압 프로브를 전도성 측정에 사용할 수 있다. 그러나 후자의 경우 AMN을 이용한 시험 결과가 우선되어야 한다.

일부 측정의 경우에, 전류 프로브의 사용에 대한 내용이 관련 제품규격에 규정될 수도 있다.

7.5.2 시스템 구성

시스템 구성은, 보통 사용하는 대로 (즉, 사용설명서에 명기되어 있는 대로) 또는 이 기준에 기술된 바에 따라 가장 대표적인 방식으로 주의를 기울여 구성하고, 설치하고, 배치하고 동작하도록 하여야 한다. 여러 개의 상호연결된 장치들로 구성된 하나의 시스템 내에서 대표적으로 동작하는 장비는 이러한 대표적인 운용시스템의 일부로서 시험되어야 한다.

일반적으로, 시험되는(피시험) 시스템은 최종 사용자에게 공급되는 것과 동일한 유형이어야 한다. 제품 설치에 대한 정확한 정보를 얻을 수 없거나 시험 재현성을 위해 비현실적으로 특별히 많은 장비가 필요한 경우에는, 설계기술 담당자와 상의하여 시험기술자의 최적 판단에 따라 시험하여야 한다. 이와 같은 논의와 결정 과정의 결과는 시험 보고서에 문서화하여야 한다.

케이블, 교류 전원코드, 호스트 및 주변장치의 선정과 배치는 피시험기기 유형에 따라 달라

지며, 여러 가지로 예상되는 장비설치 상태를 대표하여야 한다. 각 유닛의 이격거리는 구조상 가능하다면 10 cm 이어야 한다. 그 후 이 유닛은 가능한 한 서로 가깝게 놓아야 하며(10 cm 초과) 그 구성을 시험 보고서에 기재하여야 한다. 다음의 3 가지 유형으로 구분된다. 첫째는 대개 하나의 테이블 위에 전부 설치되는 탁상설치형 시스템이다(그림 6 참조). 시스템의 두 번째 유형은 일반적으로 바닥설치형으로 사용되는 장비로 이루어진 시스템이다. 이러한 시스템에는, 바닥 아래에서 시스템 내 연결을 위하여 특별히 설계된 높임이중바닥(raised floor) 위에 설치되는 시스템도 포함한다. 바닥설치형 시스템을 구성하는 장비는, 바닥 위에 놓인 케이블 상태로 배선하거나, 상승형 바닥 설치인 경우에 바닥 아래에 깔은 케이블 상태로 배선하거나, 또는 정상적인 설치에 따라 공중에 걸린 케이블 상태로 배선할 수 있다. 셋째는 바닥설치형과 탁상설치형의 혼합 시스템이다. 이 절의 나머지에서는 이들 각 시스템의 시험에 관한 지침을 제공한다. 더불어, 7.1 ~ 7.4의 특정 요구규격도 준수해야 한다.

한 시스템 내의 장비가, 정상 상태에서 바닥설치형인 것이었다면, 7.4.1에 따라 바닥에 배치하여야 한다. 탁상과 바닥 양쪽 모두에서 사용하도록 설계된 장비는 오직 탁상설치형으로만 시험하여야 한다.

7.5.2.1 동작 조건

시스템은 그것이 설계된 정격 (공칭) 동작전압과 대표적인 부하조건 -기계적 또는 전기적, 또는 양쪽 모두- 에서 동작하여야 한다. 부하는 개별 장비 요구규격에 설명된 바와 같이 실제 부하를 걸거나 모사하여 걸 수 있다. 일부 시스템의 경우에는, 특정 시스템의 시험에 사용될 시험조건이나 동작 등을 규정하는 일련의 명시적인 요구규격을 개발할 필요가 있다.

영상표시장치나 모니터가 시스템에 포함되는 경우, 제품 규격에 달리 규정되어 있지 않는 한, 다음 동작 조건을 적용한다.

a) 콘트라스트 조정을 최대로 설정한다.
b) 화면소멸(raster extinction)이 최대 휘도(brightness) 이하에서 발생하는 경우, 휘도 조정을 최대로 설정하거나 화면소멸에 설정한다.
c) 컬러 모니터의 경우, 모든 색상을 나타내기 위해 검은색 바탕에 흰색 글자를 사용한다.
d) 양과 음의 영상(positive or negative video) 모두 사용 가능한 경우, 가장 나쁜 양 또는 음의 영상을 선택한다.
e) 화면 상에 최대 글자 수가 표시되도록 글자 크기와 줄 당 글자 수를 설정한다.
f) 사용되는 비디오 카드와는 관계없이 그래픽 기능이 없는 모니터의 경우, 무작위 텍스트로 구성된 패턴을 표시하여야 한다.
g) 그래픽 화면을 표시하기 위해 다른 비디오 카드가 필요할 수 있을지라도, 그래픽 기능을 갖는 모니터의 경우에는, 한 줄에 H자들이 꽉 찬 상태로 화면이 올라가고 있는 패턴을 표시하여야 한다.
h) 모니터에 텍스트 기능이 없는 경우에는, 대표적인 표시를 사용한다.

7.5.2.2 장비, 시뮬레이터 및 케이블의 상호접속

적합성 시험에서 주변장치 및 케이블 설치 상태는 현실적이라 판단되는 상태와 최종 설치에 유사한 상태로 하여, 적합성 시험을 수행한다. 시험인증기관들 사이의 재현성 시험에 대한 기준을 제공하고, 실제 시스템과 케이블의 방향 배치에 대한 요구규격을 견지하는 표준화된 시험배치를 그림 6, 9, 10 및 11에서 기술한다. 따라서 실제 인터페이스 유닛을 이용한 측정이 우선하여야 한다.

시스템은 다른 단위장치들과 기능적으로 상호작용을 할 필요가 있으므로, 실제의 상호접속장치가 사용되어야 한다. 실제 상호접속장치 대신에 사용되는 시뮬레이터의 효과가, 상호접속장치의 전기적 (그리고 어떤 경우는 기계적) 특성, 특히 관련 RF 신호와 임피던스, 차폐 종단의 특성을 적절히 나타낸다면, 대표적 동작 조건을 제공하기 위해 시뮬레이터를 사용할 수도 있다. 시뮬레이터를 사용할 경우 불확도가 증가하기 때문에 그러한 사용은 가능한 한 피하여야 한다. 논쟁이 발생할 경우, 실제 상호접속장치로 수행한 측정이 우선한다. 어떤 기기가 오직 특정 호스트 컴퓨터나 주변장치와만 사용하도록 설계된 경우에는, 이 기기는 해당 컴퓨터 또는 주변장치와 함께만 시험하여야 한다.

상호접속 케이블은 정상 시스템과 함께 공급되는 것으로 일반적으로 많이 사용하는 것이어야 하며 제조업자의 사용설명서에서 좀 더 짧은 케이블을 사용하라고 규정해 놓지 않은 한 2 m 길이의 케이블을 사용한다. 사용설명서에 지정된 케이블과 동일 유형의 케이블(즉, 차폐되지 않은, 편조 차폐된, 박막 차폐된 케이블 등)이 시험 과정 동안에 사용되어야 한다. 남는 케이블 길이는 케이블의 대략적인 중심에서 피시험기기와 AE의 유효 거리가 1 m(가능한 경우)를 초과하지 않도록 길이가 40 cm 이하인 다발로 구불구불한 모양으로 접어야 한다.

적합성 시험 중에, 차폐 케이블이나 특수 케이블이 사용되었다면, 그런 종류의 케이블을 사용하여야 할 필요성에 대한 정보가 시험 보고서와 사용설명서에 포함되어 있어야 한다.
시스템의 구성요소(예: VDU)에 의해 자기장이 생긴다면, 접지 연결부와 측정 선로 간의 루프는 이 자기장을 발생할 수 있으므로, 이 루프에 결합된 전압으로 인해 측정 결과가 잘못될 수도 있다. 자기장 발생을 피하기 위해 연결 선로(접지선과 측정선)은 가능한 한 짧아야 하고 꼬여진 것이 좋다.

상호접속 포트(커넥터)들은 시스템에 있는 각 종류의 기능성 상호접속 포트들 중의 하나에 연결된 케이블이 있어야 하며, 실제 사용과 같은 장치에 개별 케이블들을 종단 처리하여야 한다. 동일한 모든 종류의 다중 접속 단자가 있는 경우, 이런 케이블들이 시스템으로부터의 방출에 미치는 영향을 알아보기 위해 부가적인 연결 케이블들을 시스템에 연결하여야 한다. V형 회로망을 이용한 전력 포트에서의 측정은 Y형 회로망으로 종단된 통신 포트로 동시에 실시하여야 한다(7.4.3.3 참조).

일반적으로, 다음 경우에 있어서는 유사한 포트들에 부하를 거는 것을 제한한다.

a) 다중 부하를 이용할 수 있을 때 (대형 시스템의 경우)

b) 다중 부하가 대표적인 설치임을 보이는 것이 타당할 때

포트의 구성 방법 및 부하 방법을 선정한 이론적 근거가 시험 보고서에 포함되어 있어야 한다. 즉, 가능한 25 %의 케이블들이 연결되어 있어야 하며, 하나 이상의 케이블이 추가되었을 때 방출레벨이 2 dB 이상 증가하지 않아야 한다. 전체 시스템 또는 최소 시스템에 관련한 단자가 아닌 추가 단자(지원 장치, 접속장치 또는 시뮬레이터의)는 시험 도중 연결하거나 사용할 필요가 없다.

7.5.2.3 주전원 연결

자체 전원코드를 갖는 각 장비들로 조립된 시스템의 경우, 의사회로망에 대한 연결점은 다음 규칙에 따라 결정한다

a) 표준 설계(예로, IEC/TR 60083) 주전원공급장치 플러그에 종단된 각 전원코드는 따로 따로 시험하여야 한다.
b) 호스트 장치를 통하여 연결하도록 제조자가 규정하지 않은 전원코드 또는 단자는 따로 따로 시험하여야 한다.
c) 제조자가 호스트 장치 또는 타 전원공급장치에 연결하도록 규정한 전원코드 또는 현장 배선 단자는 해당 호스트 장치 또는 해당 타 전원공급장치에 연결하고, 그 호스트 장치 또는 타 전원공급장치의 전원코드 또는 단자를 의사회로망에 연결하여 시험한다.
d) 특별한 주전원 연결 상태가 규정되어 있는 경우, 이에 필요한 의사회로망 연결용 기구를 시험 목적으로 제조자가 공급해야 한다.

별도로 전원이 공급되는 장치의 접지 안전도체는 0.15 MHz ~ 30 MHz 주파수 범위에서 50 µH 를 갖는 의사회로망을 이용하여 피시험기기로부터 RF적으로 격리되어야 한다. 이와 같이 의사회로망을 필터로 사용할 경우에는, 일반 의사회로망 주전원 입력단은 기준접지에 연결시킨다.

7.5.3 상호연결 선로의 측정

주전원 연결용 단자에 대한 측정 이외에도, 인입 및 인출 리드선(예를 들면, 제어선과 부하선)용 단자들에 대한 측정을 전압 프로브로 수행할 필요가 있다. 만약 프로브의 1500 Ω 임피던스에 의해 피시험기기의 기능이 영향을 받는 경우에는, 50/60 Hz와 무선주파수에서의 임피던스를 증가시킬 필요가 있다(예를 들면, 500 pF 과 직렬로 연결된 15 kΩ). 제품 규격에서 필요하다고 규정되어 있다면(혹은 선택 사항으로 나와 있다면), 전압측정 대신에 전류 프로브를 사용한 전류측정이 수행될 수도 있다.

측정하는 동안에, 지정된 주전원 RF 격리 성능과 지정된 RF 종단 성능을 제공하기 위해서는, 전원 리드선 상의 의사회로망이 제 위치를 유지하고 있어야 한다. 모든 주어진 동작조건하에서 그리고 장비의 구성요소 간의 상호작용이 일어나는 동안에 측정을 수행할 수 있도록 보조기구(제어, 부하)를 연결한다. 각 장비의 지정된 단자에서 측정을 수행한다.

장비의 구성요소 간의 연결 선로들이 양쪽 끝에서 완전 고정되어 있고, 길이가 2 m 이하거나 차폐되어 있는 경우, 어떤 측정도 수행할 필요가 없다. 단, 후자의 경우에는 차폐 케이블의 양쪽 끝이 장치의 금속 하우징인 기준접지에 연결되어 있는 것을 전제로 한다. 탈착 가능한 플러그나 소켓이 있는 차폐되지 않은 연결 선로는 2 m 이상의 길이로 연장될 수 있는 가능성이 있으므로, 최소 2 m로 연장하여서 시험을 수행할 필요가 있다. 사용설명서에 더 짧은 길이의 케이블로 규정되어 있지 않는 한, 차폐 케이블 길이는 최소 2 m 이상이어야 한다.

7.5.4 시스템 부품들의 감결합

시스템에서 부정확한 전도성 측정의 원인들 중 하나는 접지 순환전류(ground circulating current)이다. 이런 접지전류는 피시험기기에 있는 접지 안전도체에, 주파수 범위 0.15 MHz ~ 30 MHz에서 50 µH를 갖는 의사회로망 PE 초크을 설치하여 방지할 수 있다.

순환전류의 또 다른 원인은 장치들 사이 상호연결 케이블의 차폐 구조 때문이다. 그러므로 이런 장치에 있는 접지 안전도체 역시 50 µH를 갖는 의사회로망으로 RF 격리하여야 한다.

측정수신기는 접지 루프를 방지하기 위해서 측정점에 있는 접지만을 기준으로 하여야 한다. (주의: 측정세트가 RF 격리 트랜스포머와 함께 공급되지 않는 경우, 쇼크 위험이 존재할 수 있다)

7.6 설치장소(현장)에서의 측정

7.6.1 일반사항

관련 제품 표준에서 허용한 경우, 기술적 이유로 표준 시험장에서의 방출 측정을 할 수 없다면 적합성을 평가할 때 현장 측정을 실시할 수도 있다. 이러한 기술적 이유로는 피시험기기의 크기/무게가 과다하다든지, 피시험기기의 기반시설에 연결하는 것이 표준 시험장에서의 측정에 비해 너무 비싼 경우 등이 있다. 피시험기기의 현장 측정 결과는 시험장마다 다르거나 표준 시험장에서 얻은 결과와 다를 수 있으므로 주의하여야 한다. 적용 가능한 제품은 전자파 장해방지 기준, 전자파 장해방지 시험방법 또는 국립전파연구원장이 별도로 규정하는 것에 따른다.
방해전압 측정은, 리액턴스 성분이 없는 픽업장치(높은 저항을 갖는 전압 프로브)를 사용하여 기존의 전도성 조건 하에서 수행하여야 한다. 전도성 조건과 측정 결과는 다음 사항들에 의해 영향을 받는다.

- 측정 중에 사용되는 기존의 기준접지에 따라. 전도성 접지면이나 의사회로망 중 어느 것도 영구적으로 고정된 시설이지 않는 한, 사용자 시설에서의 시험을 위해 설치해서는 안 된다.
- RF 특성과 주전원 전도를 위한 부하 조건에 따라

- 주변 무선주파수 환경에 따라
- 픽업 장치의 입력 임피던스에 따라
- 피시험기기로 인해 또는 인근에서 생긴 자기장

7.6.2 기준접지

설치장소에 있는 기존의 접지를 접지로 사용하여야 한다. 이는 고주파수(RF) 기준을 고려하여 선택되어야 한다. 일반적으로, 이는 길이 대 폭 비율이 3 : 1 을 넘지 않는 넓은 띠 모양의 도체를 통하여, 대지 접지에 연결되는 건물 구조의 도전성 부분에 피시험기기를 연결하여 이루어진다. 여기서 건물 구조의 도전성 부분은 금속제 수도관, 중앙난방 파이프, 대지접지 피뢰선, 콘크리트강화 철강 및 철강빔 등을 포함한다.

일반적으로, 전원 설비의 안전도체 및 중성도체는 외부의 방해전압을 수반할 가능성이 있고 RF 임피던스가 불확정적일 수 있기 때문에, 기준접지로 적합하지 않다.
시험체 주변이나 측정장소에서 적합한 어떤 기준접지도 이용할 수 없다면, 근접한 곳에 설치한 금속 포일, 금속 판 또는 철망과 같이 충분히 큰 도전성 구조를 측정용 기준접지로 사용할 수 있다.

7.4.2.2과 부록 A의 일반 요구규격을 준수해야 한다.

7.6.3 전압 프로브에 의한 측정

전도성 방해전압은 전압 프로브로 시험한다. 측정에 필요한 기준접지를 설치하기 위하여 특별한 사전 주의를 기울여야 한다.

측정될(피측정) 회로에 걸리는 부하로 인한 전압강하는 전압 프로브의 입력 임피던스를 변화시킴으로써 정성적으로 결정할 수 있다. 전압 프로브의 입력 임피던스가 시험점이나 피시험회로망의 내부 임피던스와 비교해서 높을 경우, 이 프로브의 입력 임피던스를 증가시킬 때 방해전압 측정치에 단지 근소한 차이만 생긴다. 이 프로브의 입력 임피던스는 1500 Ω 저항의 직렬 연결로 두 배가 될 수 있다. 방해 전압이 5 dB ~ 6 dB 감소하면 방해 전압을 측정하는데 1,500 Ω 프로브를 사용할 수 있다.

7.6.4 측정점의 선정

7.6.4.1 일반사항

설치장소에서의 무선 방해전압 측정은 사용자 구내의 또는 공업지역의 경계에서, 또는 수신 시스템의 영향권 내에서 규정된 지점들에서 수행한다.

7.6.4.2 주전원 및 기타 전원공급장치 리드선 상의 측정

전원공급회로망에서 측정은, 건물 전원 인입부 근접한 접근가능한 전원 콘센트에서 전압 프로브로 부대칭 방해전압을 측정하는 것으로 충분하다.

7.6.4.3 차폐 케이블과 차폐되지 않은 케이블 상의 측정

비접지 차폐재를 갖는 비차폐 및 차폐 신호선, 제어선 및 부하 리드선이 경계를 통과하는 경우, 부대칭 방해전압은 기준접지에 대한 개별 도선이나 차폐물 사이에서 전압 프로브로 측정해야 한다.

접지된 차폐구조를 갖는 차폐 케이블의 경우, 공통모드 방해전류는 연결점과 접지점으로부터 파장의 1/10보다 큰 거리에서 전류 프로브를 사용해서 측정한다.

8. 방출 측정의 자동화

8.1 개요: 측정자동화에 대한 사전 주의

반복해서 수행되는 EMI 측정의 지루한 면은 측정 자동화에 의해 상당 부분 제거할 수 있다. 측정값을 판독하고 기록하는데 있어서 운용자의 실수가 최소화된다. 그러나 컴퓨터를 이용해 데이터를 수집하면 운용자가 발견할 수 있는 오류 이외의 새로운 형태의 오류가 나타날 수도 있다. 어떤 경우에 있어서는 숙련된 운용자가 수동으로 하는 측정에서 보다 측정 자동화로 수집한 데이터에서 더 큰 측정 불확도가 발생하기도 한다. 근본적으로는 방출 값을 수동으로 측정하느냐 아니면 소프트웨어 제어 하에서 측정하느냐에 따른 정확도 차이는 없다. 두 경우 모두 측정 불확도는 시험배치에 사용되는 장비의 정확도 규격에 근거한다. 그러나 현재의 측정 상황이 소프트웨어 구성 시나리오와 다를 경우 어려움을 겪을 수도 있다.

예를 들어, 자동화된 측정시간 동안 주변신호가 존재한다면, 높은 레벨의 주변신호가 존재하는 주파수 근처에서의 피시험기기 방출값이 정확하게 측정되지 않을 수도 있다. 그러나 노련한 시험자는 실제 간섭과 주변신호를 구별해 낼 가능성이 높기 때문에 피시험기기 방출측정 방법을 필요에 맞게 적응시킬 수 있다. 그러나 실제 방출측정에 앞서 야외시험장에 존재하는 주변신호를 기록하기 위해 피시험기기를 꺼둔 채로 주변신호의 탐색함으로써 소중한 측정시간을 절약할 수 있다. 이런 경우에는 소프트웨어에 적절한 신호식별 알고리즘을 적용해 특정 주파수에서의 주변신호 존재 가능성에 대해 운용자에게 경고할 수도 있다.

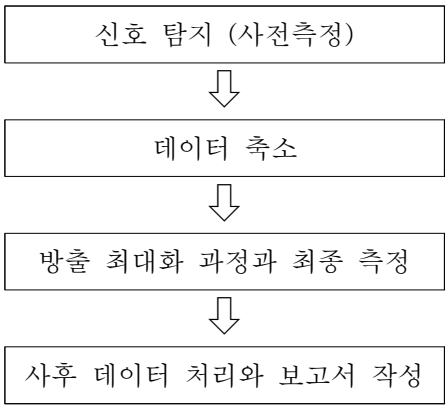
피시험기기 방출이 서서히 변화하거나, 또는 피시험기기의 개폐주기가 느리거나 과도적 주변신호(아크 용접에서 발생되는 과도전압)가 발생하는 경우, 운용자가 판단하여 조치할 것을 권장한다.

8.2 일반 측정절차

신호를 최대화하여 측정하기 전에 EMI 수신기로 신호를 검출할 필요가 있다. 관심있는 스펙트럼 내의 모든 주파수에 대해서 방출 최대화 과정 동안 준첨두값 검파기를 사용하면 측

정시간이 지나치게 늘어난다(6.6.2참조). 방출 주파수마다 안테나 높이 이동측정과 같이 시간이 많이 걸리는 과정이 요구되지는 않는다. 그러한 과정은 측정된 방출 첨두값 진폭이 방출 허용기준보다 높거나 근접하는 주파수에서만 수행되는 것으로 한정되어야 된다. 따라서 허용기준에 가깝거나 허용기준을 초과하는 진폭의 신호가 발생하는 위험 주파수들에서의 방출만을 최대화하여 측정한다.

다음의 일반 측정절차로 측정시간을 줄일 수 있다.



8.3 사전측정

전반적인 측정 절차에서 이러한 초기 단계는 여러 가지 목적으로 이용된다. 사전측정은 그 주된 목적이 추가적인 시험 또는 탐색 파라미터의 근거가 될 최소한의 정보를 수집하는 것이므로, 사전측정으로 인해 시스템에 대한 제한 조건과 요구규격의 수를 최소로 한다. 이런 측정모드는 방출 스펙트럼에 대한 친숙도가 매우 낮은 신제품을 시험하기 위하여 사용한다. 일반적으로 사전측정은 관심 있는 주파수 범위에서 주요 신호가 어디에 위치하는지 알아보기 위해 사용하는 데이터 수집 과정이다. 진폭 비교를 통해 주파수 정확도와 측정치 감쇠량을 개선시킬 필요가 있다. 이러한 요인들은 사전주사 중에 측정 순서를 정의한다. 어떠하던지 그 결과는 향후 처리를 위해 신호 목록에 저장한다.
피시험기기로부터 미지의 방출 스펙트럼에 대한 정보를 신속히 입수하기 위하여 사전측정을 할 때 6.6의 고려사항을 적용하여 주파수 주사를 실시한다.

- 필요한 측정시간 결정

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

이 기간 중 인출선은 변경되어서는 안 된다. 최대 유지 결과와 최소 유지 결과의 차가 2 dB를 초과하는 신호는 간헐 신호로 표기한다. (잡음을 간헐 신호로 표기하지 않도록 주의한다) 잡음 레벨 미만을 유지하기 때문에 특정 간헐 첨두값이 발견되지 않는 위험성을 줄이기 위해 측정을 반복한다. 제로(0) 주사를 하거나 측정 수신기의 IP 출력단에 연결된 오실로스코프를 사용하면 각 간헐 신호로부터 펄스 반복 기간 Tp를 측정할 수 있다. 정확한 측정 시간은 최대 유지와 소거/쓰기 표시의 차가 2 dB 미만이 될 때까지 이를 증가시켜 결정할 수도 있다. 추가 측정(최대화 및 최종 측정) 중에는 주파수 범위의 각 부분에서 측정 시간 Tm이 적용 가능한 펄스 반복 주기 Tp보다 작지 않도록 하여야 한다.

전도성 방출 측정의 경우, 사전측정은 첨두값 검파와 가능한 한 가장 빠른 주사시간을 이용하여 전원 리드선 “L″ 과 같은 대표적 리드선에 대해 또는 각각의 리드선에 대해 수행할 수 있다. 다중 리드선을 측정하는 경우에, 측정 중에 발견되는 최대 방출을 계속 유지하기 위해 ”최대 홀드“ 기능을 사용하여야 한다.

8.4 데이터 축소

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

특정 주파수 범위에서는 청각에 의해 주변신호를 식별하는 방법이 대단히 효과적이다. 이를 위해서는 변조된 신호의 내용이 청취 가능하도록 신호를 복조할 필요가 있다. 사전측정의 출력 목록에 수많은 신호가 포함되어 있고 청각에 의해 식별이 필요할 경우에는 다소 시간이 오래 걸릴 수 있다. 그러나 동조와 청취를 위한 주파수 범위가 지정되어 있다면, 이 범위 내의 신호만을 복조하게 될 것이다. 데이터 축소 과정의 결과는 추가 처리를 위해 별도의 신호 목록에 저장된다.

8.5 방출 최대화 및 최종 측정

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

전도성 방출 측정의 경우: 최대화 과정은 피시험기기 전원 코드의 각 인출선에 대한 방출 진폭과 최대 레벨 유지를 비교하여 정의한다.

주) FFT 기반 측정 계기를 사용하면 몇몇 주파수에서도 동시에 최종 측정을 할 수 있다.

8.6 사후 데이터처리 및 보고서 작성

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

결과는 시험 보고서에서 사용하기 위해 표 또는 그래프 형식, 아니면 두 개의 조합으로 표시되어야 한다. 그 외에도, 예를 들어, 사용된 트랜스듀서, 측정용 계측장치, 제품 표준에 따른 피시험기기 배치의 문서화 , 등에 관한 정보도 시험보고서에 포함되어야 한다.

8.7 FFT 기반 측정 계기를 이용한 방출 측정 전략

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

부록 A
(정보)
의사전원회로망과 전기장비 연결에 대한 지침(5 참조)

A.1 서론

이 부록은 주파수 범위 9 kHz ~ 30 MHz에서 임의의 전기장비로 인해 발생되는 방해를 측정하기 위해 사용할 수 있는 기술에 대한 일반적인 지침을 제공하기 위해 작성된 것이다. 이 부록은 단자전압을 측정하기 위해 의사전원회로망에 전기장비를 연결하는 방법에 관한 정보를 제공한다. 이런 경우에 적절한 기술이 선택될 수 있도록, 실제 상황에서 발생할 수 있는 다양한 사례들을 일반화하여 제시한 표를 보인다.

아래 A.2에 설명된 사례들은 피시험기기 방해의 전달특성을 다음 방식 중 하나로 확인한다.

a) 연결된 전원 리드선을 따른 전도성 전달에 의해 (등가회로도에서 E_1 과 I_1 으로 표시)
b) 연결된 전원 리드선에서의 방사성 전달과 결합에 의해 (등가회로도에서 E_2 와 I_2 로 표시)

전도성 혹은 방사성 방해 중 어느 것이 주요 방해원인가는 부분적으로 기준접지에 대한 피시험기기의 배치(기준접지와의 연결 형태를 포함)와 피시험기기부터 의사전원회로망까지의 연결 형태(차폐 혹은 차폐되지 않은 케이블)에 따라 다르다.

A.2 가능한 사례의 분류

A.2.1 차폐는 양호하지만 필터링은 불완전한 피시험기기(그림 A.1과 A.2)

이러한 경우, 전류 I_1로 표시된 전도성 방해 성분이 우세하다. 방해전류 I_1은 피시험기기로부터 의사전원회로망 Z에 공급된다. 따라서 피시험기기 차폐물과 기준접지 사이의 정전용량 C_1이 증가할 때, 전압 U_1도 증가한다 (그림 A.1 참조). C_1을 직접적으로 단락시키거나 혹은 피시험기기까지 차폐케이블을 사용함으로써 전류 회귀경로의 임피던스가 최소화될 때, 전압 U_1 (U_1=ZI_1=E_1)이 최대화된다(그림 A.2 참조). (또한, A.3 설명 참조)

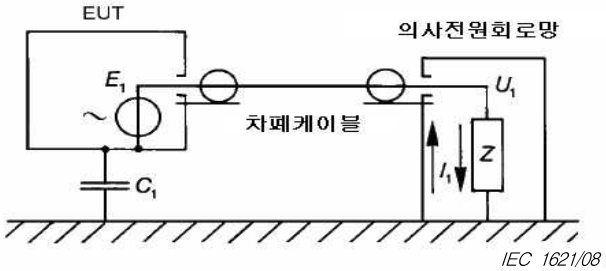


그림.A.1

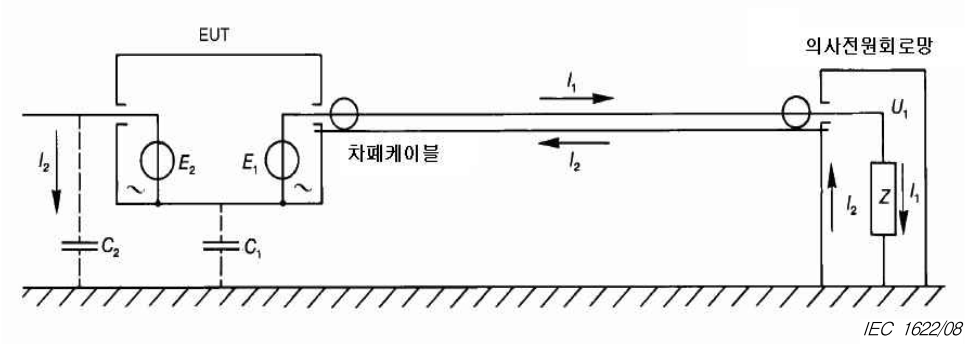


그림.A.2

A.2.2 양호하게 필터를 통과하였지만, 차폐가 불완전한 피시험기기(그림 A.3과 A.4)

이러한 경우, 전원으로 공급되는 방해전류는 사실상 사라지게 되고, 의사전원회로망에 걸리는 전압이 불완전한 차폐물의 틈새나 안테나로서 작용하는 돌출된 도체로부터의 불요방사에 의해 우세하게 될 수 있다. 이런 누설은 기전력 E_2의 내부 방해원과 접지기준 사이에 연결된 외부 커패시터 C_2로 회로적으로 표현될 수 있다. 이 커패시터 C_2는 전류 I_2를 통과시킨다. C_2를 통과해서 기준접지로 흐르는 전류 I_2의 일부분은 C_1을 경유해서 되돌아가고, 전류 I_2의 다른 부분은 의사전원회로망을 경유해서 되돌아간다. 만약 전원공급 리드선이 차폐되지 않고(그림 A.3) C_1의 임피던스가 의사전원 임피던스 Z에 비해 크다면, ($ZC_1\ \omega << 1$) I'_2는 I_2와 거의 같아지고, 전압 U_2은 I_2Z와 거의 같아진다($U_2=ZI_2$).

만약 C_1이 증가한다면, Z는 분로(shunt) 연결되고 U_2가 감소할 것이다. 극단적으로, C_1이 차폐케이블을 통해 피시험기기까지 단락되면(그림 A.4) I_2는 Z를 통과해서 흐르지 않게 되고 U_2는 '0' 이 될 것이다.

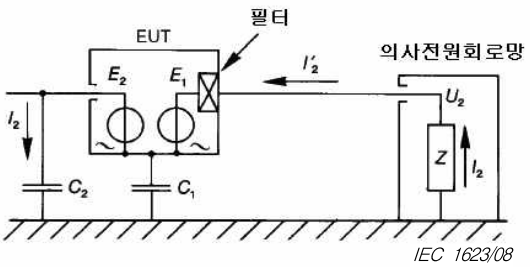


그림.A.3

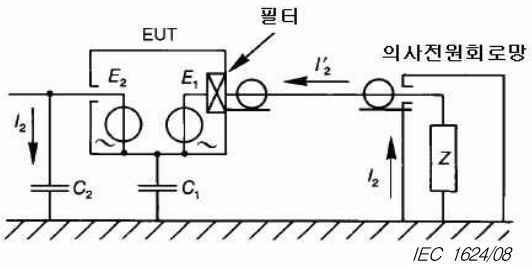


그림.A.4

A.2.3 일반적인 실제 사례

A.2.3.1 일반사항

실제 상황에서는 거의 대부분 차폐나 필터링이 모두 완벽하지 않다. 따라서 전술한 두 가지 영향은 동시에 발생하며 그 영향이 서로 더해져서 나타날 수 있다. 이런 조건에서는 다음과 같은 3 가지 사례가 있을 수 있다.

A.2.3.2 차폐된 전원공급 도선의 경우(그림 A.5)

방사성 누설로 발생된 전류 I_1 은 접지를 통해서, 그리고 의사전원회로망과 전원공급 도선의 차폐부 외부표면을 통해서 폐회로를 형성하여 흐르고, 이러한 전류는 Z에 아무런 영향을 미치지 못한다.

Z 양단에서 측정될 수 있는 전압 U_1은 전적으로 전원공급 도선에 주입된 전류 I_1에만 기인한 것이고, 이 전류 I_1은 의사전원회로망과 이들 도선의 차폐부 내부표면을 통해 귀환한다. 이때 전압 U_1은 최대가 된다.

$$U_1 = ZI_1 \approx E_1$$

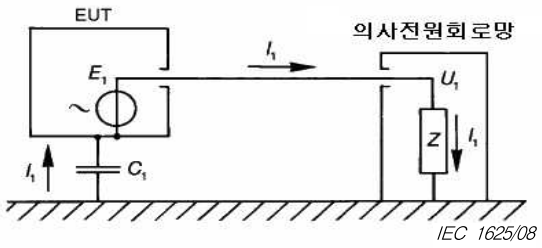


그림.A.5

A.2.3.3 차폐되지 않은 전원공급 도선에 필터가 달린 경우(그림 A.6)

만약 고효율 저역통과 필터가 피시험기기의 입력단에 연결되어 있고 필터의 차폐부가 피시험기기의 차폐부에 직접 연결되어 있으면, 전압원 E_1에 의해 주전원 도선들에 인입되는 전류 I_1은 필터에 의해 차단될 것이다.

그림 A.6의 경우에서와 같이, 방사로 인한 전류 I_2는 Z와 전원공급 도선들을 통해서 귀환한다($ZC_1\omega \ll 1$일 경우). 따라서 이때 Z 양단에서 측정된 전압 U_2는 전적으로 방사에 의해 생성된 것이다.

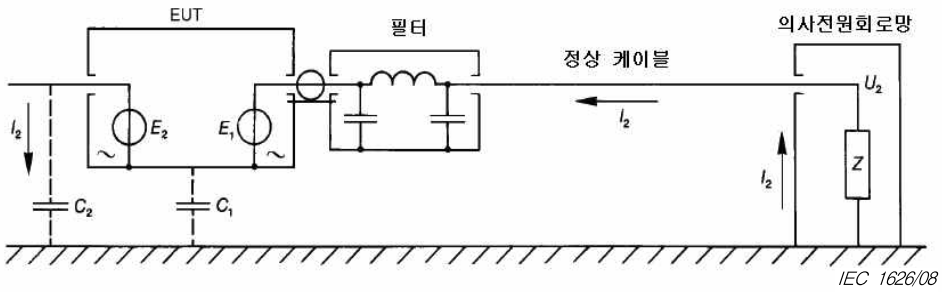


그림.A.6

A.2.3.4 일반 전원공급 도선의 경우(그림 A.7)

그림 A.6에 있는 필터를 제거하면 전압원 E_1에서 나온 전류 I_1이 도선에 다시 나타난다(그림 A.7). (차폐된 전원공급 도선과 피시험기기 사이에 필터가 없는 경우에 전원공급 도선의 I_1이 최대값이 될 수 있는) 그림 A.5와 비교하였을 때, (통상적인 도선, 즉 차폐되지 않은 전원공급 도선과 피시험기기 사이에 필터가 없는 경우인) 그림 A.7의 I_1 값은, ZC_1 $\omega << 1$일 경우, I_1(차폐되지 않은 피시험기기)/I_1(차폐된 피시험기기) = $ZC_1\omega$의 비율 값의 최소까지 감소하였을 때, 이를 그 최소값이라고 한다(그림 A.2). I_2 전류는 앞의 경우에서와 같지만 도체가 차폐되지 않으므로 이 전류는 Z와 전원공급 도선들도 통과하게 된다.

의사전원회로망 양단의 전압 U는 전류 I_1과 I_2의 중첩으로 발생한 것이다. 기전력 E_1과 E_2가 공통 내부신호원에 의해 자체적으로 생성되면, 이 전류들이 동기화되어 전압 U는 이들 전류의 진폭뿐만 아니라 이들의 위상에 따라서도 달라진다. 어떤 주파수에서는 전류 I_1과 I_2가 서로 역위상이 되는 상황이 발생할 수 있으며, 만약 이들이 대략 같은 진폭이라면 전류 I_1과 I_2가 개별적으로 상당히 크더라도 전압 U는 아주 작아질 수 있다. 더욱이 만약 이 신호원의 주파수가 변한다면, 역위상이 일정하게 유지되지 못할 수 있으므로 전압 U는 상당히 큰 빠른 변동을 보일 수 있다.

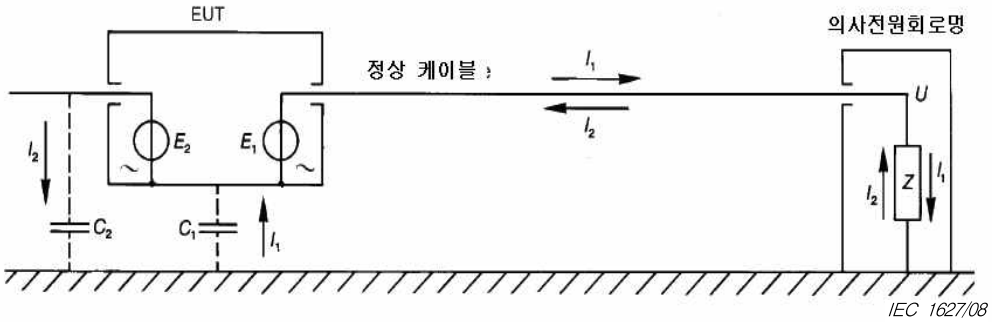


그림.A.7

A.3 접지 방법

앞서 말한 내용에서, 피시험기기를 접지에 연결시키는 것은 전원공급 도선의 차폐부를 기준 접지에 연결시키는 것으로 가정하였다.

위에서 지적한 바와 같이, 두 가지 형태의 전류, I_1과 I_2 를 뚜렷이 구분할 수 있도록 접지하기 위해서는 이 방법만이 정확한 해결방법이다. 이 방법은 모든 주파수에 예외 없이 적용될 수 있다.

1.6 MHz 미만의 주파수에서는, 주전원 리드선과 나란히 하되 이 리드선에서 10cm 이상 떨어지지 않도록 배선된 짧은 길이(최대 1 m)의 직선 리드선를 통해 접지함으로써, 실질적으로 동일한 결과를 얻을 수 있다.

수 MHz 이상의 주파수에서는, 이러한 간단한 해결방법은 좀 더 신중하게 사용해야 하며 특히 높은 주파수대에 사용할 때 더 주의해야 한다. 그리고 모든 경우에 차폐된 도체를 사용할 것을 강력히 권장한다. 보다 더 높은 주파수에서는, 도선의 특성 임피던스를 고려하는 것이 필요할 경우도 있다.

A.4 접지 조건

A.4.1 개요

A.4.1.1 일반적 규칙

앞서 논의된 고려사항에서 볼 수 있듯이, 의사전원회로망 양단의 전압에 대한 측정회로의 작용과 그로 인한 이들 측정결과는 시험되는(피시험) 피시험기기 프레임이 어떻게 접지에 연결되어 있는가에 크게 영향을 받는다. 그러므로 이런 조건들을 상세히 규정하는 것이 중요하다.

근본적으로, 접지의 주 효과는 두 전류 I_1과 I_2를 분리하고, (Z 양단의 전압 U를 측정하는) 측정장치에서 두 전류 I_1과 I_2 가 서로 역위상이 될 수 있도록 하는 것이다. 피시험기기 본체로부터 접지까지 직접 연결하는, 즉 C_1을 단락시키는 극단적인 경우에 있어서, 전류 I_1 값과 그로 인한 전압 $U_1 = ZI_1 = E_1$ 값이 최대로 된다. 이와는 달리, 방사로 인한 전류 I_2는 이러한 단락회로를 완전히 통과하므로 이에 따른 전압 U_2는 '0' 까지 감소하게 된다.

이런 점으로 미뤄 다음과 같은 일반적인 규칙을 도출할 수 있다.

다음을 시험할 때 항상 직접 접지를 해야 한다.

a) 측정하게 되면 실제 상황에서 발생할 수 있는 최대 방해전압이 나타날 수 있을 것으로 예상되는, 비방사성 피시험기기(예를 들어, 모터)에 대해
b) 방사 측정의 번거로움 없이, 전원공급 도선에 직접 주입으로 인해 발생하는 방해전압

만을 측정하고자 하는 경우, 다음의 필터링 특성이 불량한 방사성 피시험기기에 대해
1) 필터 효율을 평가하기 위해서 (예를 들어, 텔레비전 수신기의 타임 베이스 회로)
2) 또는, 정상동작 중에 방사를 억제시키기 위해 설치한 차폐기구에서 발생되는 실제 방해전류를 평가하기 위해서 (예를 들어, 보일러의 연료점화 시스템용 트랜스포머)

A.4.1.2 직접 접지

상당한 방사를 발생하는 필터링이 아주 잘 되어 있는 피시험기기(예를 들어, 오존발생기, 감쇠 진동을 갖는 의료기구, 아크 용접기 등)의 경우, A.4.1.1의 b1)의 시험을 할 때는 직접 접지를 사용해서는 안 된다. 이런 모든 경우에는 의사전원회로망 양단의 전압이 직접 접지로 인해 매우 작아지게 되며, 반면에 이런 직접 접지를 하지 않으면 전압이 매우 커지거나 불안정해져 측정의 의미가 없을 수 있다. 그럴 경우에 안전접지(보호용 접지) 도선의 실제 임피던스를 모사할 수 있도록 규정 임피던스로 접지할 필요가 있다(표 A.2의 아래 부분 참조). 예를 들어, "오염되어서" 보호접지 기능이 "불량해진" 접지에 RF 격리 효과를 추가하기 위해 사용되는 보호용 접지초크 등을 사용하여 접지기능을 보완할 수 있다.

주) 이런 "전기적으로 긴" 도체의 임피던스는 안전보호 I 등급 피시험기기의 경우, (대전류 부하의 경우처럼 열 문제로 인해 50 μH + 1Ω 회로로 구성된 부하가 50 μH 로 줄어들 수도 있는) 의사전원회로망이 제공하는 피시험기기 주전원단자의 종단으로 규정된 주전원 모사 임피던스와 일반적으로 등가이다.

A.4.1.3 무접지

어떠한 접지도 없는 경우, 의사전원회로망 양단의 전압은 전류 I_1과 I_2 양쪽의 합에 기인한다. 차폐 상태는 양호하지만 필터링이 잘 안된 피시험기기(예를 들어, 모터)나, 필터링은 대단히 잘 되지만 방사성인 피시험기기(예를 들어, 텔레비전 수신기, 오존발생기 등)에서 이 두 전류 중 하나가 '0' 이 될 때만 측정할 수 있다.

주) I_2 를 분석하기 위한 안전보호 I 등급 피시험기기의 경우, A.4.1.2의 주에 따른 임피던스가 충분하지 않아 I_1 이 낮아지지 않으면, 높은 임피던스의 RF 쵸크(1.6 mH)를 접지도선 경로 내에 삽입할 수 있다.

측정을 하게 되면, 일반적으로 구분 없이 총 방해값만 측정하게 되며, 그 결과는 시험 중에 사용된 조건들에서만 오직 유효하므로 이 조건들을 잘 정의하고 있어야 한다. 즉, 피시험기기의 다양한 조건들 중에서 접지면에 대한 커패시턴스 값(예를 들어, 텔레비전 수신기의 경우에 안테나에서 전송선로까지의 케패시턴스)과 같은 조건을 잘 정의하고 있어야 한다. 더욱이 임의의 한 주파수에 대한 단일 측정에서, 만약 측정을 위해 선택된 주파수에서 전류 I_1과 I_2의 위상이 반대라면 의미가 없다. 그러므로 원칙적으로는 많은 주파수에서 측정할 필요가 있다.

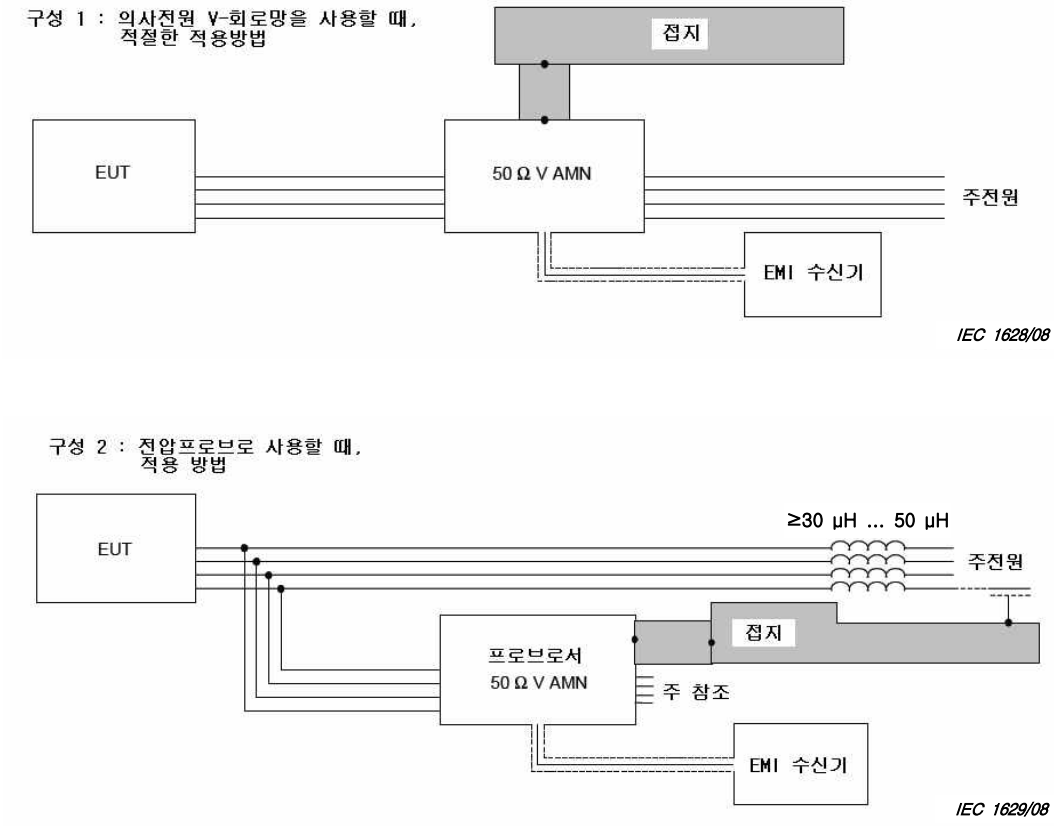
A.4.2 표준 시험조건의 분류

표 A.1과 A.2는 각종 시험조건과 이에 적합한 피시험기기의 유형들을 요약한다. 또한 이들 표에서는 측정의 의의, 즉 의사전원회로망 Z 양단에서 측정된 전압 U에 상응하는 물리적인 양과 측정할 때 필요한 사전주의 사항을 제공한다.

A.5 전압 프로브로서 의사전원회로망의 연결

높은 동작전류를 갖는 피시험기기의 경우에, 전도성 방출측정이 매우 어려울 수 있다. 주파수 범위 9 kHz ~ 150 kHz (또는 9 kHz ~ 30 MHz)에서 사용되는 의사전원회로망은 약 25 A 까지의 공칭전류의 사용이 가능하다. 주파수 범위 150 kHz ~ 30 MHz (50 Ω과 병렬로 50 µH)의 의사전원회로망은 약 200 A까지 사용할 수 있다.

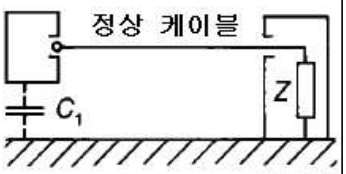
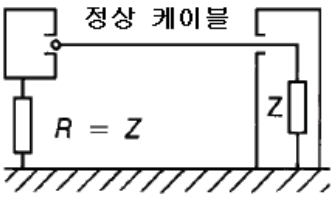
더 높은 정격전류를 갖는 피시험기기는 의사전원회로망을 전압 프로브로 이용해서 시험할 수 있다. 해당 제품 규격서에서 언급될 경우, 이러한 대안책은 설치장소(현장) 측정에서도 도움이 될 수 있다.



주) 노출된 핀은 안전하게 처리되어야 한다.

그림.A.8 의사전원회로망의 구성

표 A.1

<table>
<tr><th rowspan="3">연결 방법</th><th colspan="4">장치 유형</th><th rowspan="3">측정량</th><th rowspan="3">측정
세부사항</th></tr>
<tr><th rowspan="2">예</th><th colspan="3">기본적인 특성</th></tr>
<tr><th>접지</th><th>방사</th><th>필터</th></tr>
<tr><td rowspan="5"> 
  </td><td>가전제품
모터</td><td rowspan="4">없음</td><td>약함</td><td>보통</td><td>전적으로 주입된 전류 I_1에 의한 (감소된) 실제적인 장해</td><td rowspan="3">장해는 C_1에 따라 달라짐

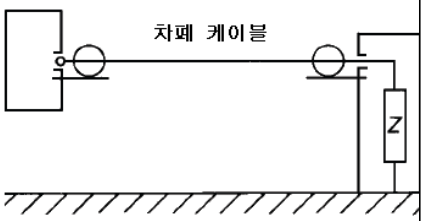
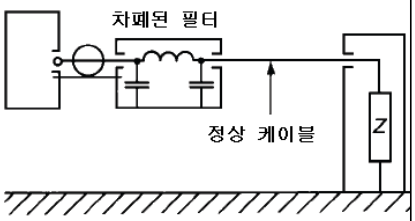
접지에 관한 전기용품의 정확한 위치를 지정하거나 C_1의 값을 예시할 필요가 있음.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">오존발생기

의료기기

아크용접기

텔레비전 수신기
(타임 베이스)</td><td rowspan="3">강함</td><td rowspan="2">아주 좋음</td><td>전적으로 방사 전류 I_2 에 의한 실제적인 장해</td></tr>
<tr><td>상기 두가지 효과(I_1과 I_2)의 중첩으로부터 발생된 총 전체 장해</td></tr>
<tr><td>보통</td><td>특정 주파수에서 (I_1과 I_2에 의한) 상기 두 효과는 상쇄될 수 있음.</td><td>주파수를 변화시키면서 측정을 반복해서 수행해야 함.</td></tr>
<tr><td>있음</td><td>아주 좋음</td><td>통상적인 길이의 접지 연결에 따라 발생하는 실제적인 장해</td><td>접지와 관련된 전기용품의 위치는 반드시 $RC_1<1$ 이 되도록 지정되어야 함.</td></tr>
</table>

표.A.2

<table>
<tr><th>연결 방법</th><th>장치의 종류</th><th>측정된 양</th><th>예</th><th>측정 시 세부사항</th></tr>
<tr><td rowspan="3"> 
</td><td>접지단자가 제공되는 방사되지 않는 전기용품</td><td>C_1이 단락될 때의 최대 실제적인 장해</td><td>접지단자가 제공되는 모든 모터들</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">전원으로 공급되는 전류에 기인하는 장해만을 측정하려 할 때의 방사 전기용품</td><td>차폐의 효능에 대해 점검</td><td>텔레비전 수신기
의료 기구
오존 발생기
아크 용접기</td></tr>
<tr><td>정상적인 사용시에 주의를 기울여 차폐해야 하는 전기용품에 기인하는 실제적인 장해</td><td>석유 난로의 점화시스템을 위한 트랜스포머
차폐된 조립품의 부분을 개별적으로 시험할 경우</td></tr>
<tr><td rowspan="2"> 
</td><td rowspan="2">방사에 기인하는 장해만을 측정하려 할 때의 필터링 상태가 나쁜 전기용품</td><td>차폐의 효능에 대해 점검</td><td>텔레비전 수신기
고주파 산업용장치</td><td rowspan="2">접지와 관련된 전기용품의 위치는 반드시 $RC_1<1$이 되도록 지정되어야 함.</td></tr>
<tr><td>평상시에는 반드시 성능이 좋은 필터와 함께 사용해야 하는 장치에 기인하는 실제적인 장해</td><td>형광조명설비</td></tr>
</table>

부록 B
(정보)
스펙트럼 분석기와 주사형 수신기의 사용방법(6 참조)

B.1 개요

스펙트럼 분석기와 주사형 측정세트를 사용할 때는 다음 특성을 고려해야 한다.

B.2 과부하

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

B.3 선형성 시험

먼저, 특정 피시험 신호의 레벨을 측정한 후에, 다음에 X dB 감쇠기를 측정세트에 삽입한 다음, 또는 전단증폭기가 사용된다면 이 전단증폭기($X \geq 6$ dB)를 측정세트에 삽입한 다음에, 앞서의 특정 피시험 신호 레벨을 다시 측정하여, 선형 특성을 측정할 수 있다. 측정세트 화면상의 새로운 지시치는 측정시스템이 선형인 경우에, 첫 번째 지시치로부터 ± 0.5 dB 이상 넘지 않는 X dB 만큼 차이가 나야 한다.

B.4 선택도

스펙트럼 분석기와 소인형 측 세트는 표준 대역폭 내에 여러 스펙트럼 성분을 갖는 임펄스성 광대역 신호와 협대역 방해신호를 정확히 측정하기 위해, KN16-1-1에 규정된 대역폭을 보유해야 한다.

B.5 펄스에 대한 정상 응답특성

스펙트럼 분석기와 준첨두값 검파 기능이 있는 소인형 측정세트의 응답특성은 KN16-1-1에 규정된 교정용 시험펄스로 검증할 수 있다. 교정용 시험펄스의 첨두값 전압이 크기 때문에 일반적으로 선형성 요구규격을 충족시키기 위해 40 dB 이상의 RF 감쇠기를 삽입할 필요가 있다. 이렇게 하면 감도가 떨어지기 때문에, 대역 B, C 및 D에 대해서 낮은 반복률로 측정하는 것과 RF 격리된 교정용 시험펄스로 측정하는 것이 불가능해진다. 만일 측정세트 앞에 전단선택 필터를 사용하면 RF 감쇠를 줄일 수 있다. 믹서 측에서 볼 때, 이 필터가 교정용 시험펄스의 스펙트럼 폭을 제한한다.

B.6 첨두값 검파

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

B.7 주파수 주사율

스펙트럼 분석기나 소인형 측정세트의 주사율은 CISPR 주파수 대역과 사용된 검파모드에 따라 조정되어야 한다. 최저 소인시간/주파수 또는 가장 빠른 주사율이 다음 표에 나와 있다.

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

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

B.8 신호 검출

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

B.9 평균값 검파

스펙트럼 분석기의 화면의 신호가 완전히 평활해질 수 없을 때까지 영상 대역폭을 줄여 스펙트럼 분석기의 평균값 검파를 측정한다. 진폭 교정을 유지하기 위해 영상대역폭을 줄이면서 소인시간을 증가시켜야 한다. 이러한 측정의 경우, 측정세트는 검파기가 선형모드에서 사용되어야 한다. 선형검파를 실시한 후, 화면표시를 위한 신호는 대수(dB)적으로 처리하여야

하며, 이런 경우에는 비록 이렇게 처리된 값이 선형검파된 신호의 대수값(dB)이라고 하더라도, 이 값은 보정된다.

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

B.10 감도

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

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

B.11 진폭 정확도

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

부록 C
(정보)
전도성 장해 측정용 검파기 사용을 위한 의사 결정도(7.2.2참조)

다음의 의사결정 흐름도와 주(註)는 제품규격에서 준첨두값과 평균값 검파기 모두를 사용한 측정을 요구할 때, 합격/불합격 기준과 전도성 방해 측정용 검파기 사용에 관한 지침을 제공한다. 효과적인 측정을 수행하기 위해서, 첨두값 검파기의 사용법을 보이는 그림 C.1에서 경로 1이 권장된다.

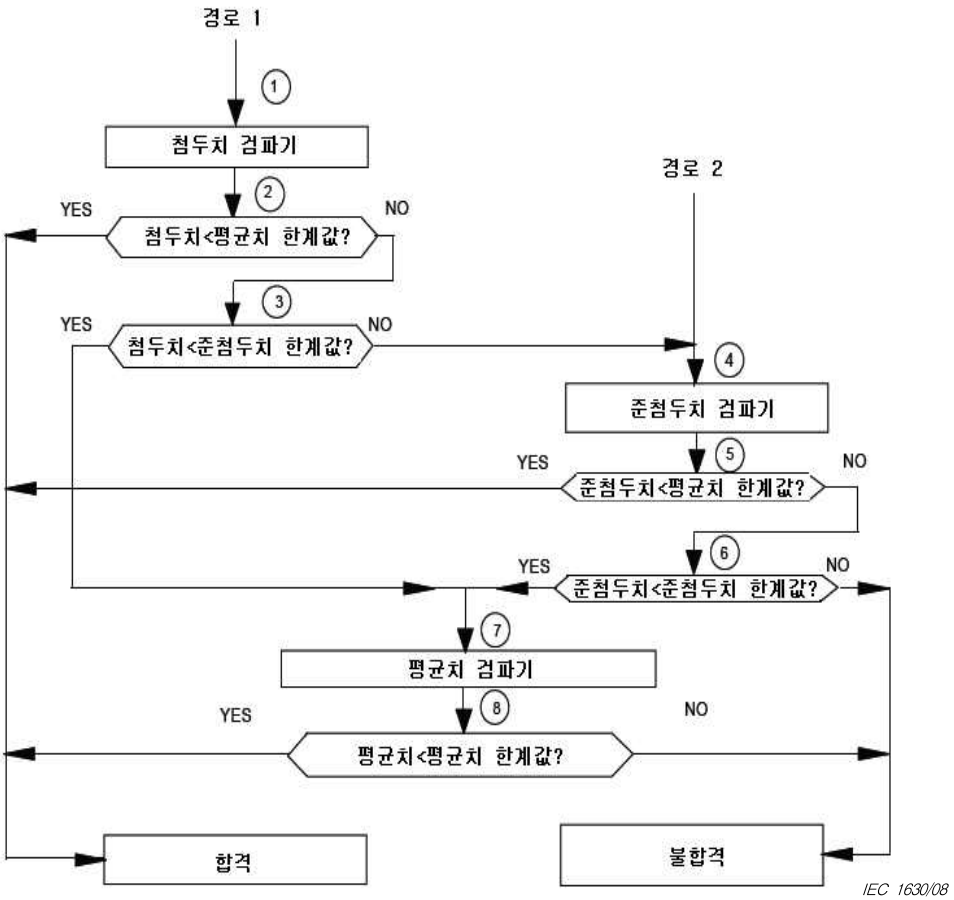


그림.C.1 첨두값, 준첨두값 및 평균값 검파기를 사용한 전도성 방해측정의 속도 최적화를 위한 의사 결정 흐름도

주) 피시험기기가 합격하기 위해서는 측정된 전도성 방출이 반드시 준첨두값과 평균값 한계에 적합해야 한다. 이 시험은 경로 1이나 경로 2를 사용해서 행할 수 있다. 그러나 전도성 방해측정 속도를 최적화하기 위해서는 경로 1이 권장된다. 준첨두 측정으로 시작하는 경로 2는 측정 속도가 더 늦는데, 그 이유는 준첨두값 허용기준에 대한 적합성이 이미 첨두값 측정으로 결정될 수 있었기 때문이다.

1) 빠른 측정을 위해 첨두값 검파기를 사용해서 측정을 시작한다.
2) 첨두값 방출레벨을 평균값 허용기준과 비교한다.
   만약 방출이 한계를 초과하면 : 단계 3 으로 간다.
   만약 방출이 허용기준 미만이면 : 피시험기기는 합격이다.
3) 첨두값 방출레벨을 준첨두값 허용기준과 비교한다.
   만약 방출이 허용기준을 초과하면 : 단계 4 로 간다.
   만약 방출이 허용기준 미만이면 : 단계 7 로 간다.
4) 준첨두값 검파기로 측정한다.
5) 준첨두값 방출레벨을 평균값 허용기준과 비교한다.
   만약 방출이 허용기준을 초과하면 : 단계 6 으로 간다.
   만약 방출이 허용기준 미만이면 : 피시험기기는 합격이다.
6) 준첨두값 방출레벨을 준첨두값 허용기준과 비교한다.
   만약 방출이 허용기준을 초과하면 : 피시험기기는 불합격이다.
   만약 방출이 허용기준 미만이면 : 단계 7 로 간다.
7) 평균값 검파기로 측정한다.
8) 평균값 방출레벨을 평균값 허용기준과 비교한다.
   만약 방출이 허용기준을 초과하면 : 피시험기기는 불합격이다.
   만약 방출이 허용기준 미만이면 : 피시험기기는 합격이다.

첨두값 측정 동안에 주파수 소인을 사용한 경우, 스펙트럼 분석기나 주사형 수신기의 주사율은 부록 B에 목록화된 가장 빠른 주사율을 초과하지 않도록 조정해야 한다.

부록 D
(정보)
평균값 검파기 사용을 위한 주사율과 측정시간

D.1 일반

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

평균값 검파기는 다음 목적에 적당하다

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

KN 16-1-1에서는 9 kHz부터 1 GHz 주파수 범위용 평균값 측정수신기를 정의하고 있다.

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

D.1.1 임펄스성 방해의 억제

D.1.1.1 일반사항

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

$$T_{s,\min} = (k \cdot \Delta f) \ / \ (B_{res} \cdot B_{video}) \qquad \text{(D.1)}$$

$$R_{s,\max} = \Delta f \ / \ T_{s,\min} = (B_{res} \cdot B_{video}) \ / \ k \qquad \text{(D.2)}$$

여기서 Δf 는 주파수 범위이며, k 는 측정수신기/스펙트럼분석기의 속도에 따른 비례계수이다.

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

표.D.1 100 Hz 의 영상대역폭에 대한 펄스 억제계수와 주사율

	대역 A	대역 B	대역 C 및 D
주파수 범위	9 kHz to 150 kHz	150 kHz to 30 MHz	30 MHz to 1,000 MHz
IF 대역폭 B_{res}	200 Hz	9 kHz	120 kHz
영상대역폭 B_{video}	100 Hz	100 Hz	100 Hz
최대 주사율	17.4 kHz/s	0.9 MHz/s	12 MHz/s
최대 억제계수	6 dB	39 dB	61.5 dB

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

D.1.2 디지털 평균에 의한 임펄스성 방해의 억제

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

D.2 진폭변조도의 억제

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

D.3 매우 간헐성이거나, 불안정하거나 또는 표동성인 협대역 방해의 측정

KN 16-1-1에서, 간헐성이거나, 불안정하거나 또는 표동성인 협대역 방해에의 응답특성은 160 ms 의 미터 시정수(대역 A 와 B) 및 100 ms 의 미터 시정수(대역 C 와 D)를 갖는 첨두값 지시를 사용하여 정의한다. 이들 시정수는 각각 0.64 Hz 및 1 Hz 의 2차 영상 필터 대역폭에 관련된다. 정확한 측정을 위해서 이들 대역폭을 사용하면 매우 긴 측정시간을 필요로 한다. (표 D.2 참조).

표.D.2 미터의 시정수와 해당 영상대역폭 및 최대 주사율

	대역 A	대역 B	대역 C 및 D
주파수 범위	9 kHz ~ 150 kHz	150 kHz ~ 30 MHz	30 MHz ~ 1,000 MHz
IF 대역폭 B_{res}	200 Hz	9 kHz	120 kHz
미터 시정수	160 ms	160 ms	100 ms
영상대역폭 B_{video}	0.64 Hz	0.64 Hz	1 Hz
최대 주사율	8.9 s/kHz	172 s/MHz	8.3 s/MHz

그러나 이 경우는 펄스 반복주파수가 5 Hz 또는 그 이하에 대해서만 적용된다. 보다 높은 펄스폭과 변조주파수를 위해서는, 보다 높은 영상필터 대역폭을 사용할 수 있다.(D.1.2참조)

그림 D.1 과 D.2 는 첨두값 지시를 갖는 평균값("CISPR AV")와 갖지 않은 평균값("AV")인 경우에, 10 ms 펄스주기 대 펄스 반복주파수 f_p 를 갖는 펄스의 가중함수를 보인다. 이 때 미터 시정수는 160 ms (그림 D.1) 과 100 ms (그림 D.2) 이다.

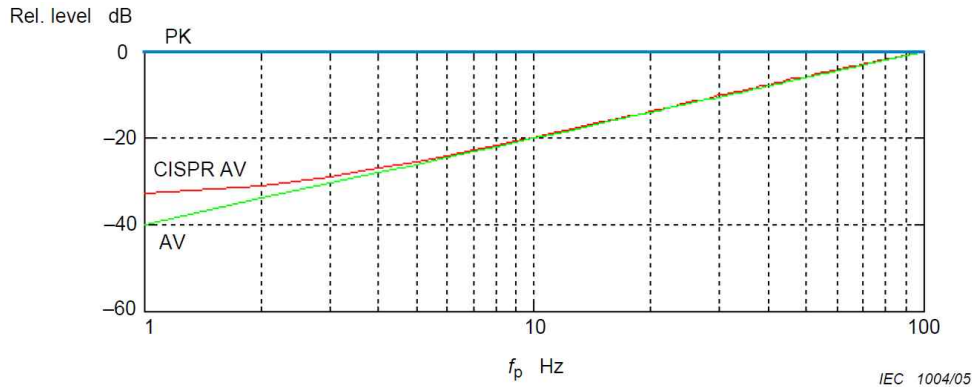


그림.D.1 첨두값 지시를 갖는 평균값("CISPR AV")와 갖지 않은 평균값("AV") 에 있어서, 첨두값("PK") 및 평균값 검파를 위한 10 ms 펄스의 가중 함수; 미터 시정수는 160 ms

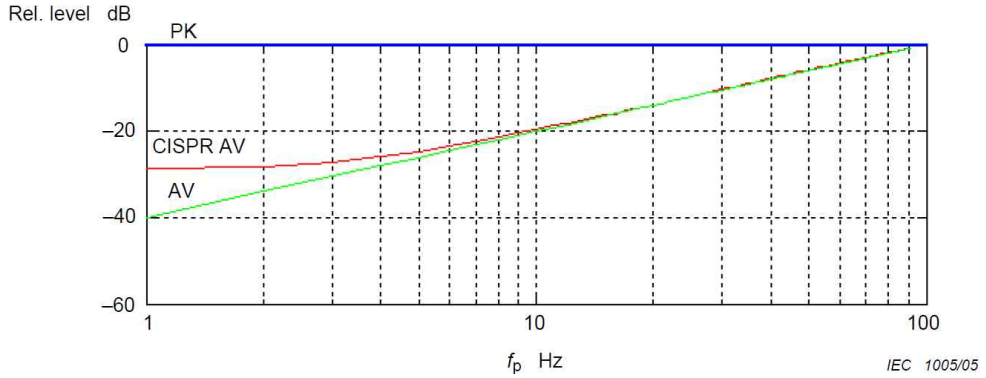


그림.D.2 첨두값 지시를 갖는 평균값(“CISPR AV”)와 갖지 않은 평균값(“AV”) 에 있어서, 첨두값(“PK”) 및 평균값 검파를 위한 10 ms 펄스의 가중 함수; 미터 시정수는 100 ms

그림 D.1 과 D.2 는 펄스 반복주파수 f_p 가 감소할 때, 첨두값 지시를 갖는 평균값(“CISPR AV”)와 갖지 않은 평균값(“AV”) 사이의 차이가 증가함을 의미하고 있다. 그림 D.3 과 D.4 는 펄스폭의 함수로서 $f_p = 1Hz$ 인 경우의 차이를 보인다.

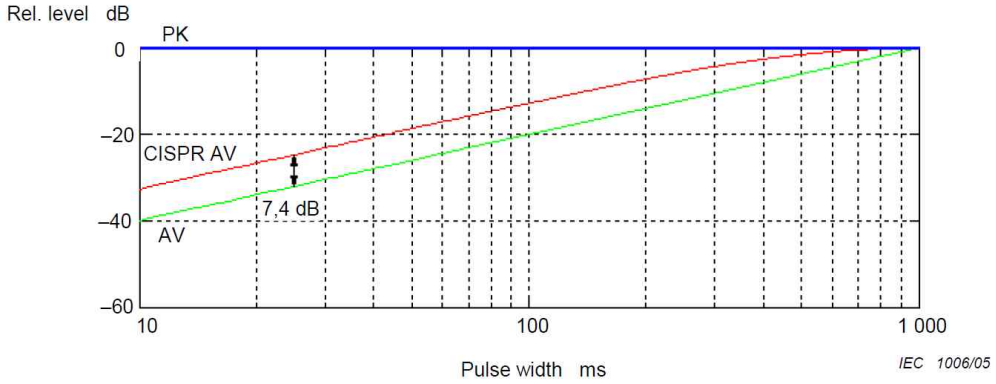


그림.D.3 펄스폭의 함수로서 첨두값(“PK”) 및 평균값 검파를 위한 (1 Hz 펄스의) 가중 함수 예: 미터 시정수는 160 ms

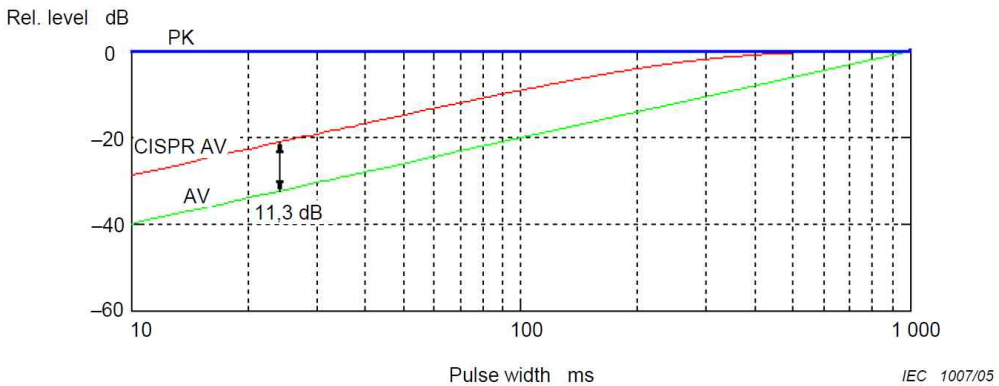


그림 D.4 펄스폭의 함수로서 첨두값(“PK”) 및 평균값 검파를 위한 (1 Hz 펄스의) 가중 함수 예: 미터 시정수는 100 ms.

D.4 자동 및 반자동 측정을 위해 권장되는 절차

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

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

부록 E
(정보)
AN을 포함하는 시험 배치 구성의 개선을 위한 지침

E.1 AN 임피던스와 전압 분배율의 현장 검증

AN 접지의 공진을 최소화하기 위해 현장에서 AN 임피던스(벡터 회로망 분석기를 사용할 수 있는 경우) 와/또는 전압 분배율(VDF)를 검증할 것을 권한다. 이 경우에는 AN 자체의 접지 연결에 대해 측정하는 대신 기준 접지면(RGP)에 대해 이 파라미터들을 측정하면 된다. VDF 측정에 대한 설명은 KN 16-1-2를 참조한다.

접지면에 대해 AN 외함 정전용량과 평행하게 나타나는 상당한 인덕턴스를 가진 접지 스트랩으로 AN이 기준 접지면에 접합되어 있는 경우, 30 MHz 미만 주파수에서는 병렬 공진이 나타날 수도 있다(그림 E.1 참조).

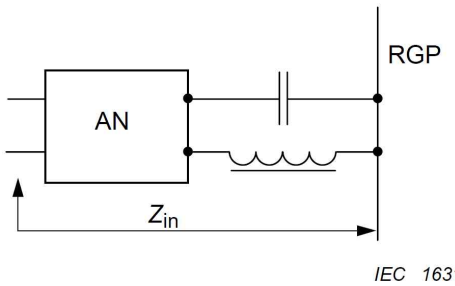


그림 E.1 - 외함 정전용량과 접지 스트랩 인덕턴스의 병렬 공진

임피던스와 VDF를 현장 측정하는 방법은 그림 E.2와 같이 찾을 수 있다. 여기서 AMN은 AN의 예로 사용된 것이다. AMN 임피던스는 그림 E.3에 나타내었고 VDF는 그림 E.4에 나타나 있다. 이 예에서 AMN은 전원 플러그의 중심과 그림 8에서 특별히 요구한(다른 시험 구성에서도 가능) RGP 간의 거리가 40 cm가 되도록 하기 위해 수직 벽면부착형 RGP에 연결하였다. AMN에서의 임피던스 측정은 다음에 대해 실시하였다.

a) 앞면 패널 측정 접지(그림 E.2 참조)에 대하여
b) 접지판에서의 측정 접지(그림 E.2 참조)에 대하여, 그리고
c) 수직 RGP(그림 E.5 참조)에 대하여. 이 경우에는 저임피던스 측정 접지를 사용하는 것이 중요하다.

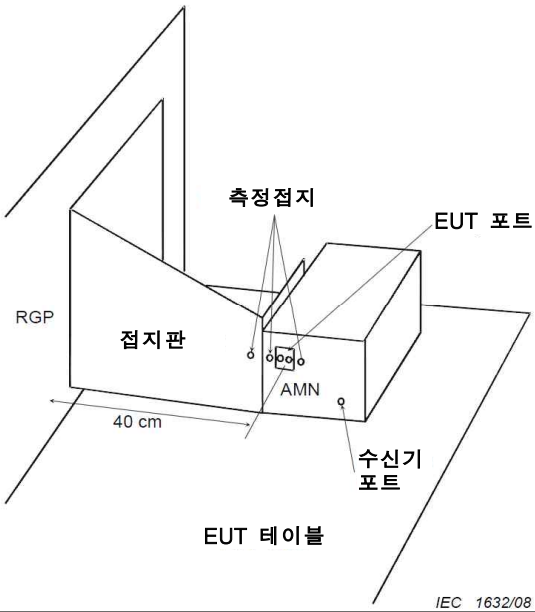


그림 E.2 - 저인덕턴스 접지용 넓은 접지판을 사용해 AMN을 RGP에 연결한 것

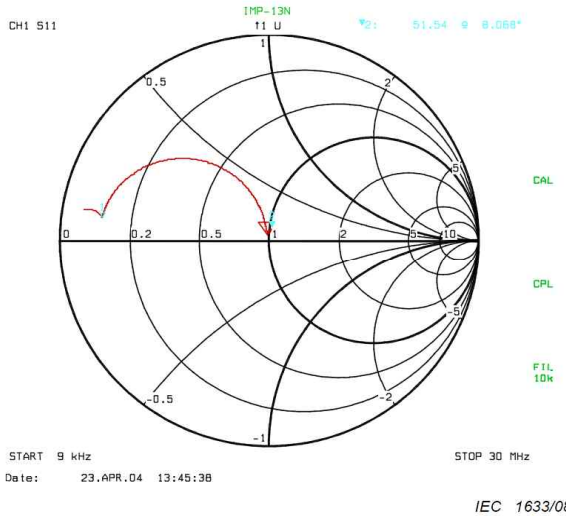


그림 E.3 - 앞면 패널 접지 및 접지판과 관련하여 그림 E.2의 배치로 측정한 임피던스

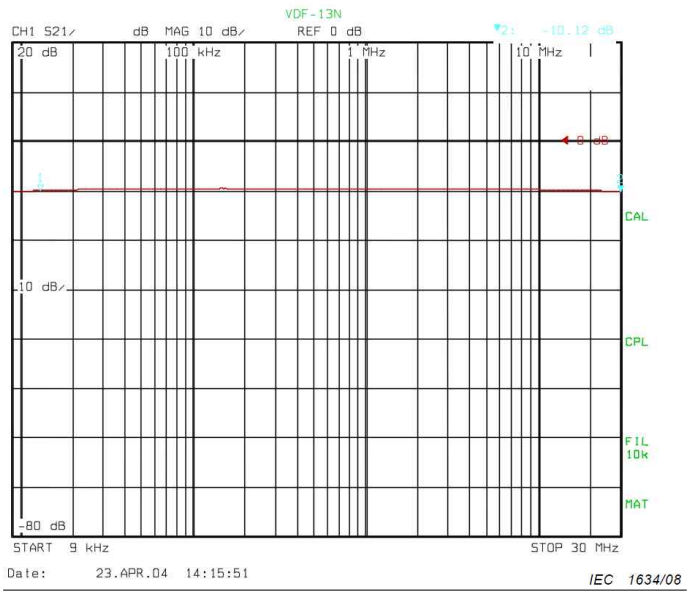


그림 E.4 - 앞면 패널 접지 및 접지판과 관련하여 측정된 그림 E.2 구성에서의 VDF. (사용된 AMN은 VDF의 주파수 응답은 편평하다. 이는 다른 AMN에 대해서는 다를 수도 있다.).

임피던스는 경우 a와 경우 b가 다르지 않다. 경우 c만 위상은 30 MHz에서 상당히 증가함을 보이고 있다. 여기서 VDF에 미친 영향은 0.7 dB 차수이다. 측정 결과는 그림 E.6에 나타나 있다.

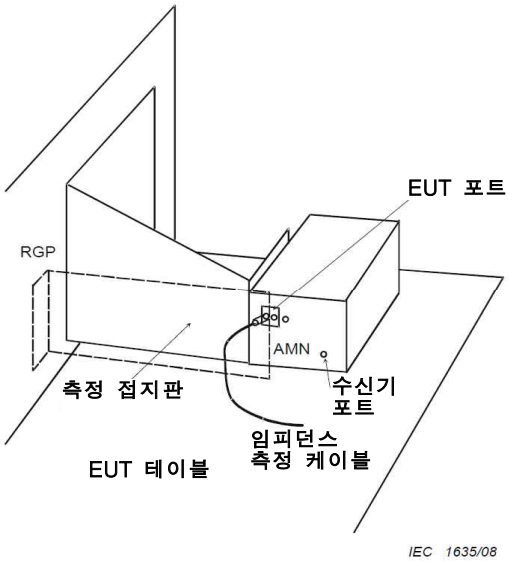


그림 E.5 - RGP에 대한 임피던스를 측정할 때의 측정 접지판(점선으로 표시됨)을 나타낸 배치. 임피던스 측정 케이블 접지는 측정 접지판에 연결하고, 내부 도체는 피시험기기 포트 핀에 연결한다.

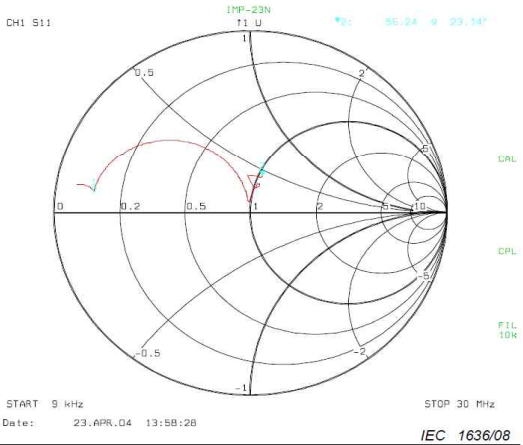


그림 E.6 - RGP와 관련하여 그림 E.5의 배치로 측정한 임피던스

30 MHz에서의 위상 증가는 연결판의 길이 및 측정 접지판의 길이에 기인한다. 이상적인 임피던스는 50 Ω에서 종료한다(즉, 스미스 다이어그램의 중심에서). 임피던스와 VDF는 모두 공진을 보이지 않는다.

그림 E.7는 그림 E.1에서처럼 공진이 있는 접지 연결에 대한 VDF를 나타낸 것이다.

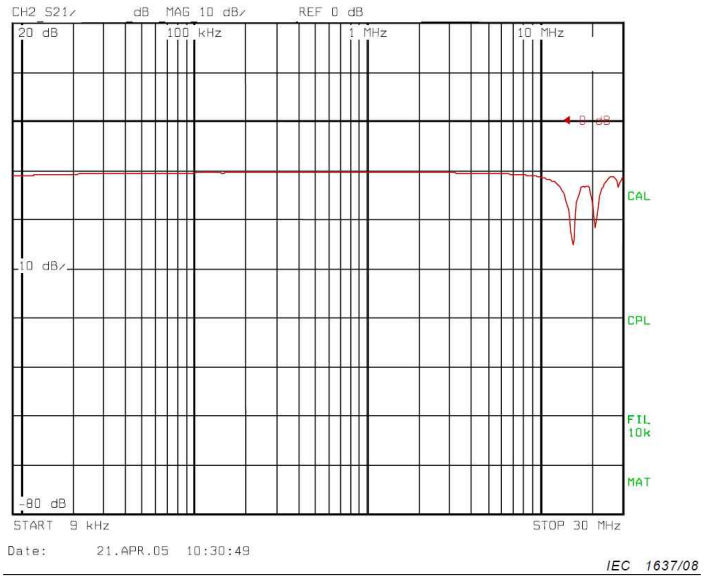


그림 E.7 - AMN 접지에서 병렬 공진으로 측정한 VDF

E.2 접지루프 억제를 위한 PE 초우크와 외피전류 흡수체

접지 루프로 인한 영향을 억제하기 위해서, 동축 케이블을 페라이트 링 주위에 유도성을 띠게 감아서 외피 전류 흡수기를 제공할 것을 권장한다.

그림 E.8은 다음 특성에 따른 외피 전류 흡수기의 감쇠를 나타낸 것이다.

재료: N30; Al = 5,400 nH

크기: 환상 코어 58 mm x 40 mm x 17 mm

권선수: 20 (BNC 커넥터로 케이블 종단)

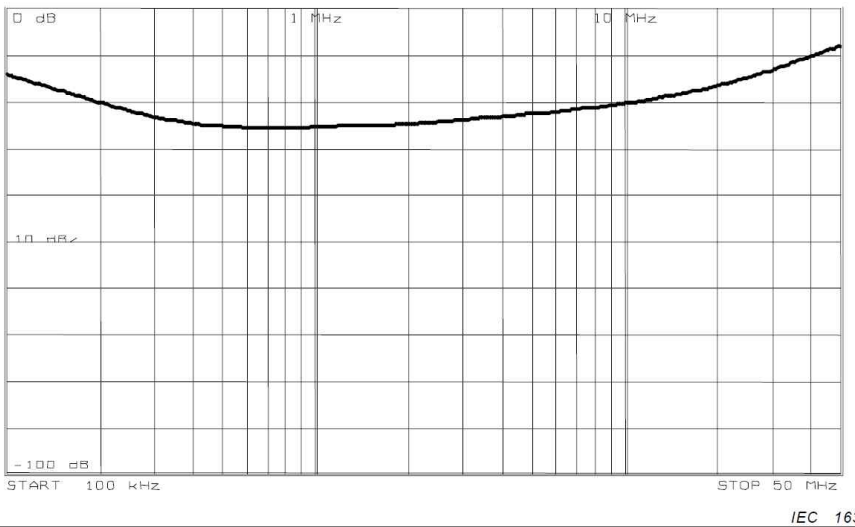


그림 E.9에 나타낸 시험장치 구성(150 Ω 시스템)으로 측정한 것으로, 케이블 권선수가 20인 환상 코어로 만든 외피 전류 흡수기에 의해 생긴 감쇠. 20 dB 감쇠는 외피 전류 억제기의 임피던스가 1,500 Ω 차수에 있다는 것을 의미한다.

그림 E.8 - 150 Ω 시험 장치에서 측정된 외피 전류 흡수기의 감쇠

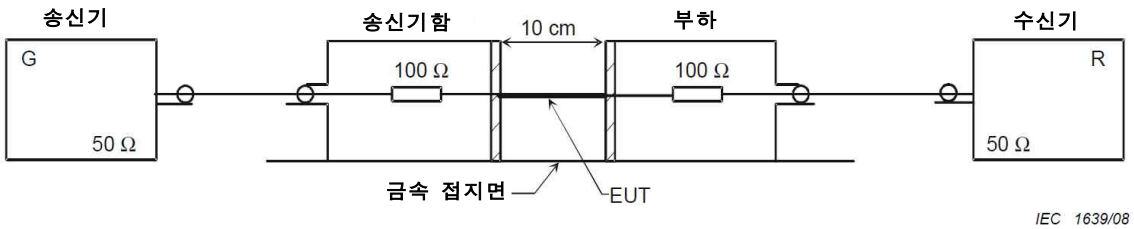


그림 E.9 - PE 초크와 외피 전류 흡수기에 기인한 감쇠 측정을 위한 배치

측정은 그림 E.9의 시험장치 구성에서 할 수 있다. 피시험기기는 위에서 설명한 바와 같이 코어 주위를 감은 와이어 또는 이와 유사한 것이다. 이는 삽입 손실을 높게 하기 위해 접지 중간에 연결한 외피 전류용 두 개의 고임피던스 회로로 구성하여도 된다.

송신기와 수신기는 회로망 분석기로 대체할 수 있다. 송신기함과 부하함에 있는 저항은 임피던스가 더 높거나 낮은 어떤 시스템의 다른 값으로 대체하여도 된다. 감쇠의 기준인 피시험기기는 단순 와이어(위에 나타낸 것)로 교체한다.
측정 배치는 공통 모드 흡수 장치를 검증하는데 사용된 SOLT 교정이 사용한 배치로 대체할 수 있다. (CMAD에 대해서는 KN 16-1-4와 CISPR 16-3 참조)

부록 F
(규정)
적합성 시험을 위한 스펙트럼 분석기의 적절성 결정

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

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

표 F.1 - 첨두 검파 신호와 준첨두 검파 신호의 최대 진폭 차

대역 A	대역 B	대역 C/D
7 dB	13 dB	21 dB

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