

KOSHA GUIDE

E - 131 - 2012

저압 개폐장치 및 제어장치의 오작동 방지
시험에 관한 기술지침

2012. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : 서울과학기술대학교 정재희 교수

○ 제·개정 경과

- 2012년 12월 전기안전분야 제정위원회 심의(제정)

○ 관련 규격 및 자료

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제327조 (전자파에 의한 기계·설비의 오작동방지)
- KS C IEC 60947-1(2009.12.31, 저전압 개폐장치 및 제어장치-제1부:일반규정)
- IEC 60947-3 Ed. 3.1 b(2012.04.27, Low-voltage switchgear and controlgear - Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units)
- KS C IEC 61000 시리즈 (전기자기적합성(EMC))
- KOSHA GUIDE E-6-2012 (전기개폐장치의 관리에 관한 기술지침)
- KOSHA GUIDE E-18-2012 (저압 개폐장치의 정비에 관한 기술지침)

○ 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건 기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2012년 12월 27일

제정자 : 한국산업안전보건공단 이사장

저압 개폐장치 및 제어장치의 오작동방지에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙 제327조(전자파에 의한 기계·설비의 오작동 방지)에 의거, 전자파에 의한 저압 개폐장치 및 제어장치의 오작동방지 시험에 관하여 필요한 기술적 사항을 제공함을 목적으로 한다.

2. 적용 범위

- (1) 이 지침은 교류 1,000 V 이하 또는 직류 1,500 V 이하의 개폐장치 및 제어장치(이하, 단로기·단로용 스위치·퓨즈-결합장치를 말한다.)에 적용한다.
- (2) 이 지침은 폭발위험장소에서 사용하는 개폐장치 및 제어장치에는 적용하지 않는다.

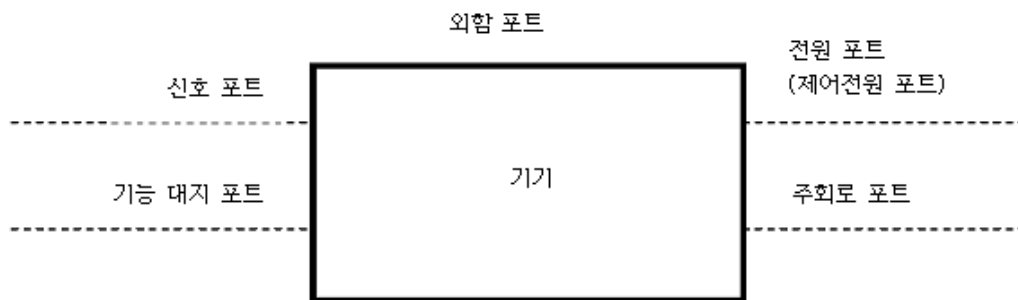
3. 용어 정의

- (1) 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

(가) “개폐장치(Switchgear)”란 개폐기기 및 그것과 관련된 제어·계측·보호 및 조정 기기와의 조합 또한 그러한 장치와 그것에 상호 접속된 기기·부속물·외함 및 지지 구조물의 조립을 말하는 일반 용어로, 원칙적으로 발전·송전·배전 및 전기에너지 변환과 관련하여 사용하고자 하는 장치를 말한다.

(나) “제어장치(Controlgear)”란 개폐기기 및 그것과 관련된 제어·계측·보호 및 조정 기기와의 조합 또한 그러한 장치와 그것에 상호 접속된 기기·부속물·외함 및 지지 구조물의 조립을 말하는 일반 용어로, 원칙적으로 전기에너지 소비 기기의 제어에 사용하고자 하는 장치를 말한다.

- (다) “단로기 (Disconnecter)”란 개로위치에서 이격기능에 대한 규정된 요구사항에 부합하는 기계식 개폐기기를 말한다.
- (라) “단로용 스위치 (Switch-disconnector)”란 개로위치에서 단로기에 대한 규정된 이격 요구사항을 충족시키는 스위치를 말한다.
- (마) “퓨즈-결합 장치 (fuse-combination unit)”란 기계식 개폐기기와 하나 또는 그 이상의 퓨즈를 하나의 합성장치 안에 제조자의 지시에 따라 조립해 놓은 장치를 말한다.
- (바) “외함(Enclosure)”이란 어떤 외부 영향에 대해서 규정된 기기 보호등급을 가지면서 또 통전부와 가동부와의 접근이나 접촉에 대한 규정된 보호등급을 갖는 부분을 말한다.
- (사) “포트(Port)”란 지정된 장치의 외부 전자계 환경과의 특별한 인터페이스를 말하며, 외함 포트·기능접지포트·신호포트·전원포트 등이 있다.(<그림 1> 참조)
 주) 일부 기준에서는 이를 단자쌍이라고 한다.



<그림 1> 포트의 예

- (2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 전기자기에 의한 오작동방지 시험

4.1 일반 사항

이 지침의 범위에 해당하는 제품은 다음과 같은 두종류의 환경조건으로 구분한다.

- (1) 환경 A : 높은 방해원을 포함하는 비공공성 또는 산업용의 저압 회로망/지역/설비에 관련된 환경

주) 1 : 환경A는 KS C CISPR 11(산업·과학·의료용(ISM) 기기 - 무선 주파수 방해특성 - 측정한계값 및 방법) 및 KS C CISPR 22(정보기기의 무선방해특성에 대한 측정방법 및 한계값)의 기기 클래스 A에 상응한다.

주) 2 : 환경A 기기는 환경B에 설치되었을 때 전기자기 방해를 야기할 수 있다

- (2) 환경B : 주거용, 상업용 및 경공업 지역/설비와 같이 공공의 저압 회로망에 관련된 환경. 아크 용접기와 같은 큰 방해원은 이 환경에 포함되지 않는다.

주) 환경B는 KS C CISPR 11 및 KS C CISPR 22의 기기클래스 B에 상응한다.

4.2 전기자기 내성(Immunity)

4.2.1 전자회로가 없는 기기

전자회로가 없는 기기는 정상사용 상태에서 전기자기 방해에 민감하지 않으므로, 전기자기 내성시험이 필요하지 않다.

주) 여기에서 ‘전자회로’는 모든 소자가 수동소자(예를 들면, 다이오드, 저항, 배리스터, 커패시터, 서지흡수기, 인덕터 등)만으로 되어있는 회로는 포함하지 않는다.

4.2.2 전자회로가 있는 기기

- (1) 전자회로가 있는 기기는 전기자기 방해에 대하여 충분한 내성이 필요하다.

- (2) 이 요구사항의 적합성을 증명하기 위한 시험은 5.를 참조한다.

4.3 전기자기 방출(Emission)

4.3.1 전자회로가 없는 기기

- (1) 전자회로가 없는 기기의 경우, 전기자기 방해는 수시로 이루어지는 개폐작동 중에만 발생하며, 그 지속시간은 수 ms 정도이다.
- (2) 이러한 전기자기 방출의 주파수와 레벨, 그리고 그 영향력은 저압설비의 통상적인 전기자기 환경의 일부로 간주되어 전기자기 방출에 대한 요구사항은 충족된다고 보아 별도로 검증할 필요는 없다.

4.3.2 전자회로가 있는 기기

4.3.2.1 고주파 방출 허용 기준

- (1) 전자회로가 있는 기기(예; 전원공급장치, 마이크로프로세서 등)는 지속적으로 전기자기 장애를 일으킬 수 있다.
- (2) 이러한 전기자기 방출은 환경 A 및 B에 대한 KS C CISPR 11에 근거해서 관련 제품 표준에 규정된 허용기준을 넘지 않아야 한다.
- (3) 이러한 시험은 제어 및/또는 보조회로가 9 kHz 보다 큰 기본 개폐 주파수를 갖는 부품을 포함하고 있을 때만 필요하며, 제품 표준에서 시험방법을 규정하여야 한다.

4.3.2.2 저주파 방출 허용 기준

- (1) 저주파수의 고조파를 발생하는 기기에 적용하는 경우, KS C IEC 61000-3-2(전기자기 적합성(EMC) - 제3-2부: 한계값 - 고조파 전류의 한계값(기기의 입력전류 상당 16 A 이하))를 적용한다.
- (2) 저주파수의 전압변동(voltage fluctuation)을 발생하는 기기에 적용하는 경우, KS C IEC 61000-3-3(전기자기적합성(EMC) - 제3-3부: 플리커와 전압변동에 대한 한계값(상당 16A 이하))을 적용한다.

5. 전기자기 내성시험

5.1 일반사항

- (1) 방출 및 내성시험은 형식시험으로, 제조자의 설명서를 참조하여 사용 및 환경 모두를 대표하는 조건에서 실시한다.
- (2) 시험은 전기자기 적합성(EMC) 표준에 따라 실시하되, 제품의 성능기준을 검증하는데 필요한 특별한 시험조건(예; 외함의 사용)과 추가 방법(예; 지속시간의 적용)은 제품 표준에 따른다.

5.2 전자회로가 없는 기기

시험이 필요하지 않다(4.2.1 참조).

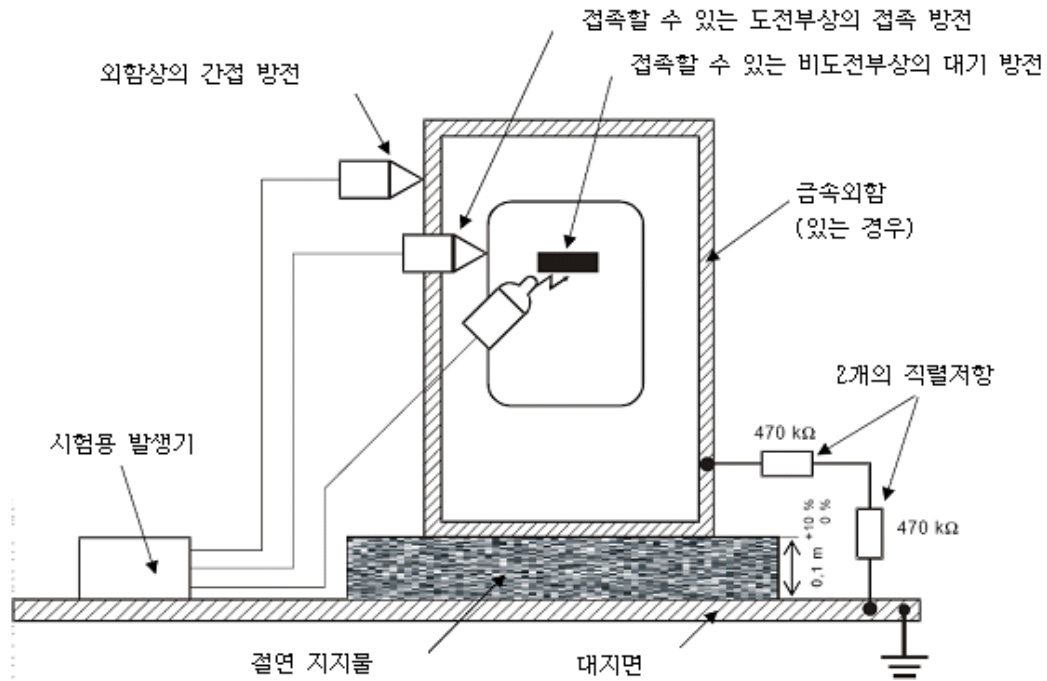
5.3 전자회로가 있는 기기

5.3.1 일반사항

- (1) 모든 구성품이 수동소자로 되어 있는 회로를 이용하는 기기는 시험할 필요가 없다.
- (2) 성능 기준은 관련 제품표준에 따라 시험하여 <표 1>의 허용기준에 적합하여야 한다.

5.3.2 정전기 방전

- (1) 제품 표준에 다양한 시험 레벨이 주어지고 근거가 제시되어 있는 경우를 제외하고는 <표 1>의 시험레벨로 KS C IEC 61000-4-2(전기자기 적합성(EMC) - 제 4-2부: 시험 및 측정기술 - 정전기 방전 내성시험)에 따라 시험한다. 시험은 펄스 사이의 최소시간 간격을 1초로 하여 각 측정점에서 10회 반복 실시한다.
- (2) 시험장치의 구성은 <그림 2>에 따른다.



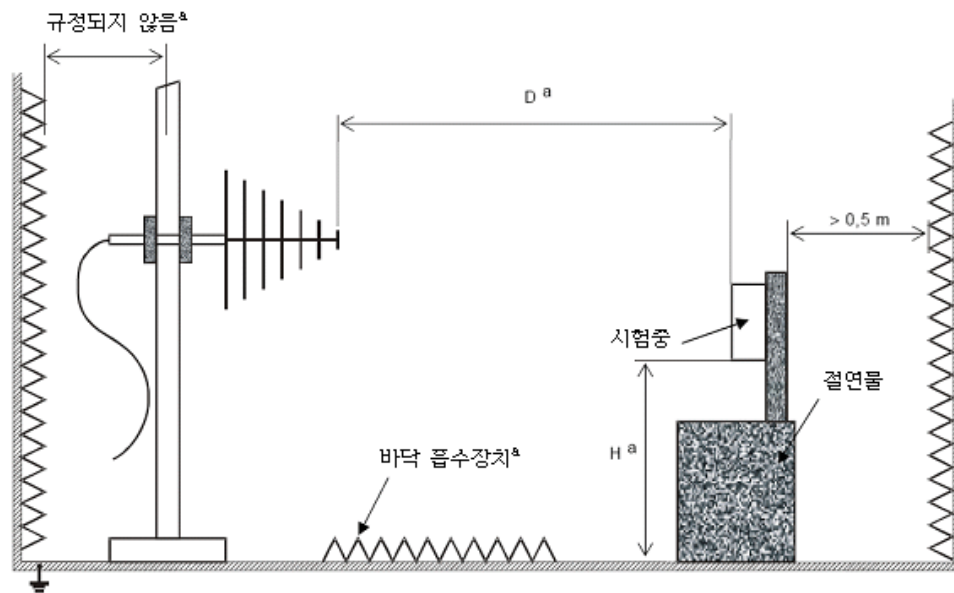
<그림 2> 정전기 방전내성의 검증을 위한 시험장치의 구성
(KS C IEC 60947-1의 그림 18 참조)

5.3.3 방출 고주파 전자계

- (1) 제품 표준에 다양한 시험 레벨이 주어지고 근거가 제시되어 있는 경우를 제외하고는 <표 1>의 시험레벨로 KS C IEC 61000-4-3(전기자기적합성(EMC) - 제 4-3부: 시험 및 측정기술 - 방출 무선주파수 전기자기장 내성시험)에 따라 시험한다.
- (2) 시험장치의 구성은 <그림 3>에 따르되, 시험은 두 단계, 즉, 주파수 전범위에 걸쳐 시료의 의도하지 않은 작동에 대하여 시험하는 첫 번째 단계(단계 1), 이산 주파수에서 시료의 정상적인 작동에 대해 시험하는 두 번째 단계(단계 2)로 실시한다.
- (3) 단계 1에서, 주파수는 KS C IEC 61000-4-3의 8에 따라 80~100 MHz, 그리고 1,400~2,000 MHz의 범위에 걸쳐 조사(sweep)한다. 각 주파수에 대한 진폭 변조 반송자의 유지시간은 관련 제품 표준에 달리 규정되어 있지 않다면, 50~1,000 ms 사이에 있어야 하고, 단계 크기는 이전 주파수의 1 %이어야 하며, 실제 유지시

간을 시험성적서에 기술한다.

- (4) 단계 2에서, 이산(discrete) 주파수에서 기능적인 특성을 검증하기 위하여 시험은 해당 제품 표준에 따라 실시한다.



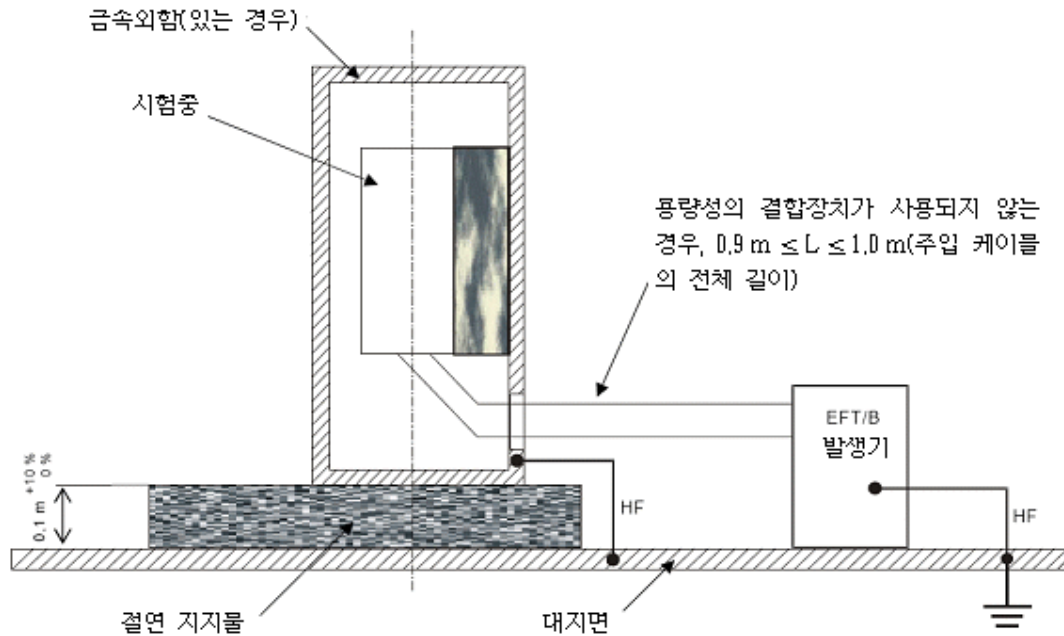
^a IEC 61000-4-3 참조

<그림 3> 고주파 전자계 내성 검증을 위한 시험장치의 구성
(KS C IEC 60947-1의 그림 19 참조)

5.3.4 전기적 급과도/버스트(EFT/B)

- (1) 제품표준에 다양한 시험레벨 및/또는 반복율이 주어져 있고 근거가 제시되어 있는 경우를 제외하고는 <표 1>의 시험레벨로 KS C IEC 61000-4-4(전기자기적합성(EMC)-제4-4부:시험 및 측정기술 - 전기적 빠른 과도현상 내성시험)에 따라 반복을 5 회에서 실시한다.
- (2) 시험장치의 구성은 신호포트를 제외한 모든 포트에 대해 <그림 4>에 따른다.
- (3) 신호포트에 대한 시험은 접속 리드선을 용량성 결합장치에 위치시키고, EFT 발

생기와 용량성 결합장치 사이의 전체 케이블 길이는 최대 1 m로 한다.



HF : 고주파 접속

<그림 4> 전기적 급과도/버스트 내성 검증을 위한 시험장치의 구성
(KS C IEC 60947-1의 그림 20 참조)

5.3.5 서지

- (1) 시험은 <표 1>의 시험레벨로 KS C IEC 61000-6-2(전기자기 적합성(EMC) - 제6-2부: 일반기준 - 산업 환경에서 사용하는 기기의 전기자기 내성기준)의 표 2 및 표 3의 주석^d를 고려하여 KS C IEC 61000-4-5(전기자기적합성(EMC) - 제4-5부: 시험 및 측정기술 - 서어지 내성시험)에 따라 시험한다.
- (2) 정극성과 부극성의 펄스를 인가하되 그 위상각은 0° , 90° 및 270° 로 한다.
- (3) 각각의 극성 및 위상각에서 5개의 연속된 펄스를 인가하여 2개의 펄스 사이의 시간 간격은 대략 1분으로 한다.
- (4) 3상 기기가 각 상에 동일한 회로로 구성되어 있는 경우, 시험은 1상에만 한다.

<표 1> 전기자기 적합성(EMC) 시험 - 내성((KS C IEC 60947-1의 표 23 참조)

시험의 종류 및 관련 표준	요구되는 시험 레벨	
정전기 방전 내성시험 KS C IEC 61000-4-2	8 kV/기중방전 또는 4 kV/접촉방전	
고주파 방출 내성시험 (80 MHz ~ 1 GHz 및 1.4 GHz ~ 2 GHz) KS C IEC 61000-4-3	10 V/m	
급과도 버스트 내성시험 KS C IEC 61000-4-4	2 kV/ 5 kHz(전원 포트), 1 kV/ 5 kHz(신호 포트)	
1.2/50 μ s - 8/20 μ s 서지 내성시험 ^a KS C IEC 61000-4-5	2 kV(선-접지간) 1 kV(선간)	
고주파 전도 내성시험 (150 kHz ~ 80 MHz) KS C IEC 61000-4-6	10 V	
상용주파 자계 내성시험 ^b KS C IEC 61000-4-8	30 A/m	
순간 전압강하 내성시험 KS C IEC 61000-4-11	클래스 2 ^{c, d, e} 0 % 감소 (0.5 사이클) 0 % 감소 (1 사이클) 70 % 감소 (25/30 사이클)	클래스 3 ^{c, d, e} 0 % 감소 (0.5 사이클) 0 % 감소 (1 사이클) 40 % 감소 (10/12 사이클) 70 % 감소 (25/30 사이클) 80 % 감소(250/300 사이클)
순간 전압정전 내성시험 KS C IEC 61000-4-11	클래스 2 ^{c, d, e} 0 % 감소(250/300 사이클)	클래스 3 ^{c, d, e} 0 % 감소(250/300 사이클)
전원 고조파 내성시험 KS C IEC 61000-4-13	요구사항 없음 ^f	

^a 24 V 이하의 정격전압을 갖는 포트에 대해서는 적용하지 않는다.

^b 상용주파 자계에 영향을 받기 쉬운 장치를 포함하는 기기에만 적용한다((KS C IEC 60947-1의 8.4.1.2.7 참조).

^c 주어진 백분율은 정격사용전압의 백분율을 의미한다. 즉, 0 % 는 0 V를 의미한다.

^d 클래스 2는 공통 결합점(points of common coupling) 및 일반적으로 산업 환경에서 공장내의 공통 결합점(in-plant points of common coupling)에 적용한다.

클래스 3는 산업 환경에서 공장내의 결합에만 적용한다. 이 클래스는 대부분의 부하가 콘버터를 통해서 전력을 공급받는 경우, 용접기가 있는 경우, 대형 모터가 자주 기동하거나 부하가 빠르게 변하는 경우에 고려하여야 할 것이다.

제품 표준에 적용할 수 있는 클래스를 기술해야 한다.

^e 사선(/) 앞에 있는 값은 50 Hz에 대한 값이고, 뒤에 있는 값은 60 Hz에 대한 값이다.

^f 시험 레벨을 검토 중임

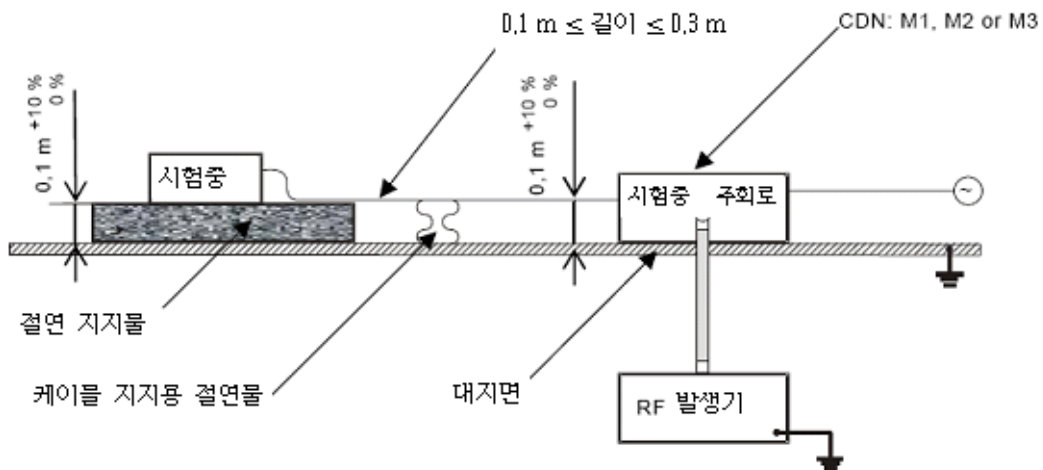
<표 2> 전기자기 방해 허용기준(KS C IEC 60947-1의 표 24 참조)

구 분	허용 기준(시험 중의 성능 기준)		
	A	B	C
전체 성능	작동 특성에 현저한 변화가 없음. 의도된 대로 작동	자기 회복이 가능한 정도의 일시적인 성능의 저하나 상실	조작자의 조정이나 시스템 리셋을 필요로 하는 정도의 일시적인 성능의 저하나 상실 ^a
전원 및 제어회로의 작동	작동불량이 없음.	자기 회복이 가능한 정도의 일시적인 성능의 저하나 상실 ^a	조작자의 조정이나 시스템 리셋을 필요로 하는 정도의 일시적인 성능의 저하나 상실 ^a
표시 및 제어 패널의 작동	정보 표시에 변화가 없음. LED 빛 세기의 약간의 변동 또는 문자의 약간의 움직임.	정보의 눈에 보일 만한 일시적인 변화 또는 일시적인 상실 불필요한 LED 불빛	표시 중지 또는 영구적인 손실 잘못된 정보 및/또는 허용되지 않은 작동모드 자기 회복 불가능
정보처리 및 감지 기능	외부장치와의 통신 및 데이터 교환이 방해받지 않음.	내부 및 외부 장치의 오류보고와 함께, 통신이 일시적으로 장애를 일으킴.	정보의 잘못된 처리 데이터 및/또는 정보의 손실 통신 오류 자기 회복 불가능
^a 특정 요구사항이 제품표준에 상세히 기술되어야 한다.			

5.3.6 고주파 전자계에 의한 전도 방해

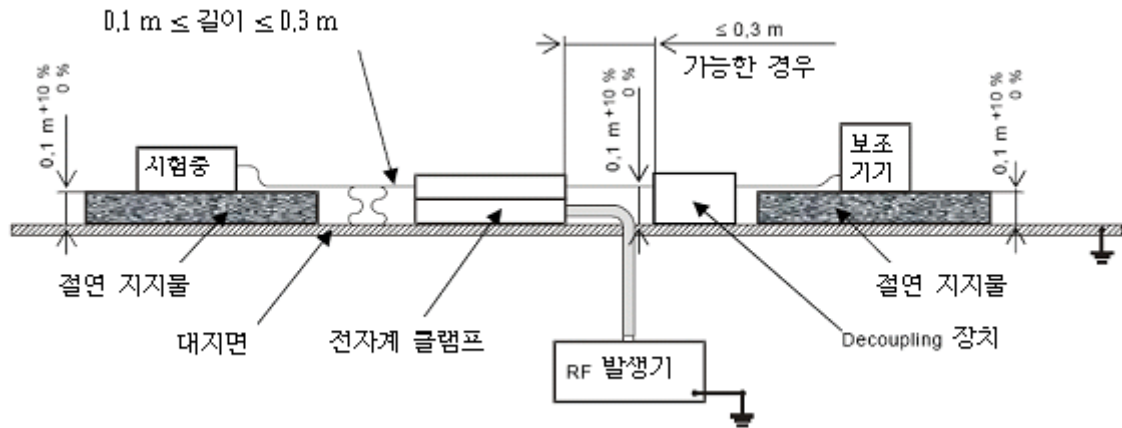
- (1) 시험은 <표 1>의 시험 값으로 KS C IEC 61000-4-6(전기자기적합성(EMC)-제 4-6부: 시험 및 측정 기술-전기자기장 전도 내성시험)에 따라 실시한다. 시험품을 대기에 놓은 상태에서 시험을 실시한다.
- (2) CDN(coupling-decoupling network) M1, M2 또는 M3를 이용해서 전원선 상에 전자계 방해파를 주입한다.
- (3) 신호선에는 CDN을 통해 전기자기 방해파를 인가하되, 적절한 CDN을 적용할 수 없는 경우에는 E.M. 클램프가 사용될 수도 있다.

- (4) 특별한 시험장치 구성은 <그림 5> 또는 <그림 6>에 따르되, 이를 시험성적서에 상세히 기술한다.
- (5) 시험은 두 단계, 즉, 주파수 전범위에 걸쳐 시험품의 의도하지 않은 작동의 내성에 대해 시험하는 첫 번째 단계(단계 1), 이산 주파수에서의 시료의 정상적인 작동에 대해 시험하는 두 번째 단계(단계 2)로 실시한다.
- (6) 단계 1에서, 주파수는 KS C IEC 61000-4-6의 8에 따라 150~80 MHz의 범위에 걸쳐 조사한다. 각 주파수에 대한 진폭 변조 캐리어의 유지시간은 제품표준에 달리 규정하고 있지 않다면, 500~1,000 ms 이어야 하고, 단계 크기는 이전 주파수의 1%이어야 하며, 실제 유지시간을 시험성적서에 기술한다.
- (7) 단계 2에 있어서 이산 주파수에서 기능적인 특성을 검증하기 위하여 시험은 해당 제품표준에 따라 실시한다.



주) CDN M1 대신에, CDN M2나 M3가 사용될 수도 있다. 이 경우에 두 개나 세 개의 연결선이 시험품의 동일한 지점에 접속되어야 한다.

<그림 5> 전원선상의 고주파 전자계에 의한 전도방해 내성 검증을 위한 시험장치의 구성 (KS C IEC 60947-1의 그림 21 참조)



<그림 6> CDN이 적합하지 않은 경우, 신호선 상의 고주파 전자계에 의한 전도방해 내성 검증을 위한 시험장치의 구성(KS C IEC 60947-1의 그림 22 참조)

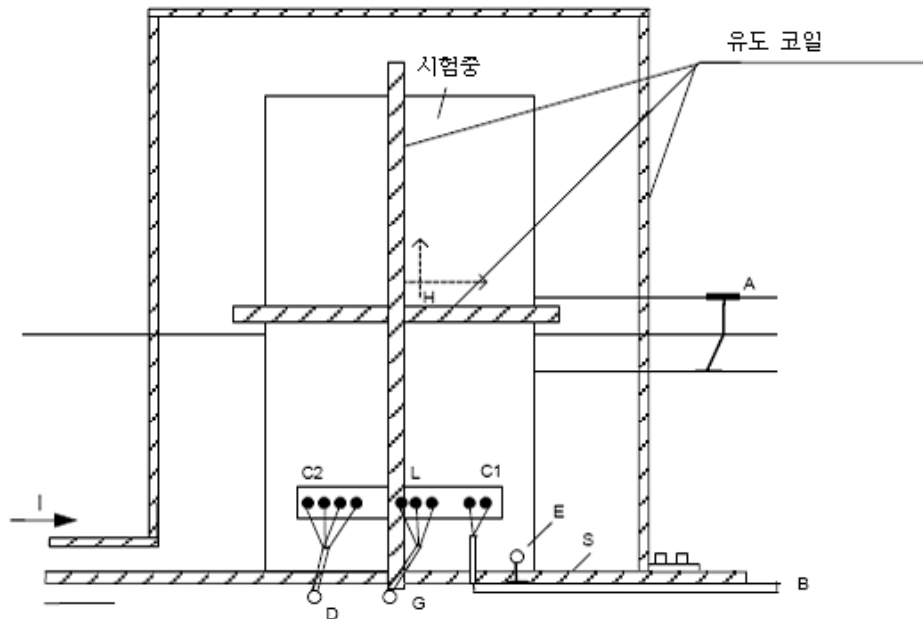
5.3.7 상용주파 자계

- (1) 이 시험은 해당 제품표준에 규정되어 있으므로 상용주파 자계에 민감한 장치를 포함하고 있는 기기에만 적용한다.
- (2) 시험방법은 KS C IEC 61000-4-8(전기자기적합성(EMC)-제4장:시험 및 측정기술 -제8부:전원주파수 자계내성시험)에 따르되 시험품이 전용 외함에서만 사용되는 것이 아니라면, 시험은 시험품을 대기상태에서 실시한다. 시험레벨은 <표 1>에 따르되, 세 수직축 방향으로 시험품에 자계를 인가한다(<그림 7> 참조).

5.3.8 순간 전압강하 및 순간 정전

- (1) 이 시험은 해당 제품표준에 규정되어 있으므로 순간 전압강하 및 순간 정전의 경우에 원하지 않는 작동에 대한 민감성을 갖고 있는 기기에만 적용한다.
- (2) 시험은 KS C IEC 61000-4-11(전기자기적합성(EMC) - 제4-11부: 시험 및 측정 기술 - 전압강하, 순시정전 및 전압변동 내성시험)에 따른다. 시험품의 제조자가 규정하는데 따라 가장 짧은 전원케이블로 시험품을 시험용 발생기에 연결한다.

케이블 길이가 지정되어 있지 않다면, 시험품의 사용에 적합한 가장 짧은 길이로 한다. 시험 레벨은 <표 1>에 주어져 있고, 백분율은 정격사용전압의 백분율을 의미한다.



A 안전 접지
B 전원 회로
C1 전원 회로
C2 신호 회로

D 신호원, 시뮬레이터
E 접지 단자
G 시험용 발생기
H 자기력

I 유도 전류
L 통신 라인
S 절연 지지물

<그림 7> 상용주파 자계 내성 검증을 위한 시험장치의 구성
(KS C IEC 60947-1의 그림 23 참조)

6. 전기자기 방출

6.1 전자회로가 없는 기기

전자회로가 없는 기기에서 전기자기 방해는 주로 개폐작동 중에만 발생하며, 이때 발생하는 전기자기 방출의 주파수와 레벨, 그리고 그 영향력은 저압설비의 통상적인 전기자기 환경의 일부로 간주되어 전기자기 방출에 대한 요구사항은 충족된다고 보아 별도로 시험을 필요로 하지 않는다(4.3.1 참조).

6.2 전자회로가 있는 기기

전자회로가 있는 기기에서의 전기자기 방출 시험방법은 각각의 제품 표준에 따른다 (4.3.2 참조).