

# 전력 및 계측제어 설비에 대한 전자파 적합성(EMC) 규격 고찰(상)

김정규 / 한국전력기술(주) 전기계측기술처 주임기술원  
 장무상 · 송이철 / " 책임기술원

## 1. 머리말

최근 들어 전력설비가 디지털화됨에 따라 전자파 장해에 매우 민감하게 반응하는데 전자파 장해는 설비의 오동작 및 고장의 주요 원인이 되고 있다. 이에 따라 국제 표준화기관에서는 전자파 적합성(Electromagnetic Compatibility: 이하 EMC라 함)에 대한 표준화 활동이 매우 활발하게 진행되고 있고 이중 일부는 법제화시키고 있는 추세이다. 국내에서도 1995년에 한국표준협회에서 기본규격인 IEC 61000-4 시리즈를 주 참조하여 EMC 규격을 제정하였다. 한편 원자력 분야에서는 안전성 관련 규제지침을 적용받고 있어 NRC DG-1029와 EPRI TR-102323에서 승인한 미 국방성 군사규격(MIL STD)을 그대로 준용하고 있는 실정이다.

이렇게 발전소에 적용 가능한 국내 기준이 제정되어 있지 않고 외국규격을 그대로 준용하다 보니 그 내용의 이해가 부족하여 관련 요건을 제대로 적용하는데 어려움이 있고, 제도상의 차이로 인하여 규격의 완전 적용이 어려운 실정이다. 이에 따라 발전소에 적용할 수 있는 국내 기

술기준의 제정이 시급한 실정이다. 본 기술보고에서는 국내의 EMC 제정 기관과 여기에서 제정한 규격을 살펴보고 전력설비에 적용된 EMC 규격을 조사하여 각각의 규격에서 규정하고 있는 EMC 요건을 검토하였다. 이를 바탕으로 신규로 제정되어야 할 EMC 기술기준의 기본방향을 제시하고자 한다.

## 2. EMC 표준화 기관 및 제정 규격 현황

IEC 내의 특별 위원회(CISPR—국제 무선 장해 특별 위원회)는 EMC 분야의 표준화 활동을 50년간 수행하고 있다. 이 위원회는 여러 가지 형태의 전기 기기, 계통, 선로에 의해 발생된 전자파 장해로부터 라디오 방송의 보호를 연구하기 위해 설립되었다. 수년 동안, 라디오 장치만이 전자파 장해에 민감한 장치였다. 거의 모든 EMC 표준화 활동은 CISPR에서 수행하여 왔고, 점차 국제 단체에서도 수행하게 되었다. 제품이나 제품계열에서의 기술위원회에서는 소수의 특수 및 제한활동만을 하였다. 이러한 관점에서 IEC TC 65에 의해 제정된 “산

업 공정 측정 및 제어"가 전자파 장애에 대한 산업 자동화 기기의 내성 표준을 규정하는 최초의 국제 규격이 되었다(IEC 801 계열). 70년대에 들어, 모든 산업에서 민감한 전자제품의 사용이 확산되고, 전력전자 장치가 보급됨에 따라 배전 회로망에 전자파 장애가 많이 발생하게 되었다. 한편 EMC 표준화에 대한 폭넓은 접근에 대한 필요성을 느끼게 되어 새로운 목적의 IEC 위원회가 설립되었고(IEC TC 77, 전자파 적합성), CISPR에서 다루지 못한 모든 측면에서의 EMC 표준을 작성하는 것에 대한 권한이 부여되었다. 결국 IEC 801 시리즈로 기존의 EMC 제품 기준을 재검토하게 되었다. 유럽에서는 전자파 적합성에 대한 유럽 법령(번호 89/336)이 1989년에 발효됨에 따라 EMC 표준화로의 상당한 압력이 가해지게 되었고, 분과 위원회(TC 210, 전자파 적합성)가 CENELEC(유럽 전기 표준화 위원회)에 구성되었다.

지금까지 수행된 대부분의 표준화 작업은 EMC 시험 및 측정법(방출과 내성)의 표준화와 관련되어 있다. 최근의 표준화 활동은 설계, 제작 및 설치측면에서 전자파 환경의 특성과 특정한 기기에 대한 EMC 요건에 대해 다루어지기 시작했으며 다음은 각 기관별 제정한 규격현황을 기술하였다.

**가. IEC(International Electrotechnical Commission, 국제 전기표준회의)**

IEC는 1908년에 설립되어 전기·전자 분야를 표준화하는 국제기관이며, 1996년 1월 현재 준회원을 포함해 51개국이 가입한 상태이다. IEC에는 전부 88개의 TC(기술전문위원회 : Technical Committee)가 있고 이중 EMC 관련 TC는 표 1과 같고, 발행한 규격은 표 2와 같다. 전자파 방출에 관한 공통 규격으로는 IEC 61000-6-3 및 IEC 61000-6-4가 있다. IEC 61000-6-1 및 IEC 61000-4 시리즈는 전자파내성 시험방법을 정하는 기본규격이다. 발전소 환경에 대한 규격은 현재까지 제정

되어 있지 않아 IEC 61000-6-4의 중공업 환경을 적용하고 있으나 IEC 61000-6-5가 제정중이므로 장차 이를 적용할 수 있다.

〈표 1〉 IEC 각 위원회의 작성분야

국제기관	그룹	분야	세부 그룹
IEC	TC37	피뢰기	SC37A 저압 서지 보호장치 SC37B 서지보호 부품
	TC64	건축전기설비	
	TC77	전자파적합성	SC77A 저주파현상 WG1(고조파) WG2(전압변동) WG6(저주파 내성시험) SC77B 고조파현상 WG3(고조파 내성)
	TC81	낙뢰 보호	

**나. CISPR(International Special Committee on Radio Interference, 국제 무선장애 특별위원회)**

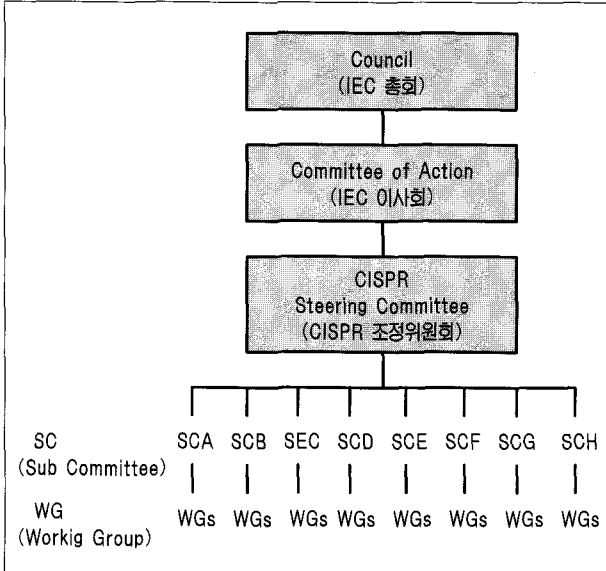
CISPR은 무선 장애에 관해 국제적 합의를 도출하여 국제 무역을 촉진할 것을 목적으로 1934년에 설립된 심의기관으로, 그 구성은 그림 1과 같다. CISPR의 주요 활동 목적은 불필요한 전자파의 발생 규제에 대한 허용값을 작성하고 권고안을 제안하여, 이 권고안을 근거로 나라마다 규제법안을 마련하도록 하는 것이다. CISPR에서는 전기 기구, 엔진 등의 점화 시스템, 공업, 과학 및 전자의 료용 기기 등의 방해원이 되는 각종 기기에 대해서 방해파나 EMC에 관한 허용값, 측정법 등을 검토하여 표 3과 같은 규격을 발행하고 있다. CISPR은 조직적으로 IEC의 특별위원회로 되어 있지만 그 지위는 IEC의 다른 위원회와는 달리 독립된 위원회로서 설립되었기 때문에 독자성을 인정받은 위원회로 되어 있다. 그러나 최근 IEC와의 협조 작업이 증가함에 따라 IEC와의 관계 강화가 필요하게 된 상황에 이르러 1994년 10월에 개최된 CISPR 베이징회의에서 CISPR의 조직, 규칙, 절차를

〈표 2〉 IEC에서 발행하는 EMC 관련 규격

규격 번호	규격 명
IEC 61000-1(1992)	기본 개념 및 용어
IEC 61000-2-1(1990)	저주파 전도장해에 대한 전자파 환경
IEC 61000-2-2(1990)	공공 배전계통에 있어서 저주파 전도 장애 및 신호에 적용하는 적합성 레벨
IEC 61000-2-3(1992)	방사현상 및 비 네트워크 주파 관련의 전도현상
IEC 61000-2-4(1994)	산업 플랜트에 있어 저주파 전도장해에 대한 적합성 레벨
IEC 61000-2-5(1995)	전자파환경의 분류
IEC 61000-2-6(1995)	산업플랜트내 전원선에 있어 저주파 전도장해에 관한 방출레벨의 평가
IEC 61000-2-7(1998)	다양한 환경에서의 저주파 자기장
IEC 61000-3-2(2000)	입력전류 16A 이하 기기에 대한 고조파전류 방출 제한사항
IEC 61000-3-3(1994)	입력전류 16A 이하 저전압 전력계통에서 전압 변동과 플리커의 한도값
IEC 61000-3-4(1998)	입력전류 16A 초과 기기에 대한 고조파전류 방출 제한사항
IEC 61000-3-5(1994)	입력전류 16A 초과 저전압 전원선에서 전압 변동과 플리커의 한도값
IEC 61000-4-1(2000)	내성시험 개요
IEC 61000-4-2(1999)(Amd2-2000)	정전기방전 내성시험
IEC 61000-4-3(1998)(Amd2-2000)	방사 무선주파 자기장 내성시험
IEC 61000-4-4(1995)(Amd1-2000)	급속 과도파 내성시험
IEC 61000-4-5(1995)(Amd1-2000)	서지 내성시험
IEC 61000-4-6(1996)(Amd1-2000)	무선주파 전도장해 내성시험
IEC 61000-4-7(1991)	고조파 전류 측정
IEC 61000-4-8(1993)(Amd1-2000)	상용주파 자기장 내성시험
IEC 61000-4-9(1993)(Amd1-2000)	펄스자기장 내성시험
IEC 61000-4-10(1993)(Amd1-2000)	감쇠진동파 내성시험
IEC 61000-4-11(1994)(Amd1-2000)	전압강하, 순간정전 및 전압변동 내성시험
IEC 61000-4-12(1995)(Amd1-2000)	진동파 내성시험
IEC 61000-4-14(1999)	전압변동에 대한 내성시험
IEC 61000-4-16(1998)	주파수 범위 0Hz~150kHz의 전도 장애에 대한 내성시험
IEC 61000-5-1(1996)	장해경감을 위한 일반적인 고려사항
IEC 61000-5-2(1997)	접지 및 케이블링
IEC 61000-5-3(1999)	HEMP 보호 개념 (HEMP: High Altitude Nuclear Electro-magnetic Pulse)
IEC 61000-5-4(1996)	HEMP에 대한 내성: HEMP 방사장해에 대한 보호장치의 시방서
IEC 61000-6-1(1997)	주거, 상업 및 경공업 환경에서의 내성 기준
IEC 61000-6-2(1999)	중공업에서의 내성 기준
IEC 61000-6-3(1996)	주거, 상업 및 경공업 환경에서의 내성 기준
IEC 61000-6-4(1997)	중공업 환경에서의 방출기준
IEC 61000-6-5(심의중)	발전소/변전소 환경에서의 내성기준

정한 CISPR 10의 개정이 이루어졌다. 그 결과, CISPR은 IEC와 협조하여 활동을 하게 되었다. TC 77은 내성의 규격을, CISPR은 방출 방해파의 억제 규격을 주로 담당하고 있다.

CISPR은 지금까지 주로 1GHz 이하의 전자 방해파를 다루어 왔지만, 최근의 전자 통신 기술의 진보에 따라 1GHz 이상의 주파수를 사용한 무선통신이나 높은 기록비율로 동작하는 반도체 소자를 사용한 전자 기기가 급증



〈그림 1〉 CISPR 조직도

하고 있어 1GHz 이상의 전자 방해파에 관한 검토가 활발히 이루어지게 되었다. 또한 CISPR에서는 개별 제품

분야의 내성 규격으로서 정보기술장치에 관한 내성규격의 심의를 진행하여 CISPR 24로 발행되었다.

#### 다. MIL STD(Military Standard, 미 국방성 규격)

MIL Standard는 미군의 육군, 해군, 공군에서 사용할 목적으로 개발된 규격으로서, 오래전부터 MIL STD 461D 및 462D에 의거 군용장비 및 관련 구성품에 대해서 전자파 내성에 대한 성능평가를 수행하여 왔다. MIL Standard에서 제정한 EMC 규격은 표 4와 같다.

#### 라. FCC(Federal Communication Commission, 미 연방 통신위원회)

FCC는 통신법(The Communications Acts)에 의거 1934년 설립된 미국정부기관으로서 라디오, TV 및 유선에 의한 국내의 통신을 규제하고, 방송서비스 개발 및 운영, 신속하고 효율적인 국내의 전신 전화 서비스, 그리고 전파로부터 생명과 재산상의 안전을 증진하는 것을

〈표 3〉 CISPR에서 제정한 EMC 관련 규격

규격 번호	규격 명
CISPR 11(1999)	공업, 과학 및 의료용 기기의 전자파 장애의 허용값과 측정방법
CISPR 12(1997)	자동차, 모터보트 및 불꽃점화 엔진구동장치의 장애파 허용값과 측정방법
CISPR 13(1997) Amd1-1998	라디오 및 방송용 기기의 장애파 허용값과 측정방법
CISPR 14	가정용기기, 전동공구 및 유사기기의 무선장애 특성의 측정 방법과 한도
CISPR 14-1(2000)	전자파 장애의 허용값과 측정방법(기본규격)
CISPR 14-2(1997)	내성 규격(허용군 규격)
CISPR 15(2000)	전기조명 및 유사기기의 장애파 허용값과 측정방법
CISPR 16	전자파 장애 및 내성 측정장치와 측정방법
CISPR 16-1(1999)	전자파 장애 및 내성의 측정장치
CISPR 16-2(1999)	전자파 장애 및 내성의 측정방법
CISPR 18	가공 전력 선로와 고전압 기기의 무선 장애 특성
CISPR 18-1(1982)	현상의 설명
CISPR 18-2(1986)(Amd2-1996)	제한값을 결정하는 절차 및 측정 방법
CISPR 18-3(1986)(Amd1-1996)	무선 장애의 발생을 최소화하기 위한 실행 코드
CISPR 20(1998)(Amd1-1999)	음성 및 TV 수신기 및 관련장치의 내성 허용값과 측정방법
CISPR 22(1997)(Amd1-2000)	정보 기술장치의 장애파 허용값과 측정방법
CISPR 24(1997)	정보 기술장치의 내성 허용값과 측정방법
CISPR 25(1995)	차량탑재 수신기의 보호

〈표 4〉 MIL Standard에서 제정한 EMC 관련 규격

규격 번호	규격 명
MIL STD 461D(1993)	전자파 장애 방출 및 내성의 제어 요건
MIL STD 461E(1999)	계통과 기기에 대한 전자파 장애 특성의 제어 요건
MIL STD 462D(1993)	전자파 장애 특성의 측정

임무로 하고 있다.

FCC는 민간부문의 통신을 관할하고 있으며, 전기전자 제품으로부터 방사되는 불필요한 전파가 공중 통신에 방해가 되지 않도록 규제하고 있다. FCC의 주요기능은 10kHz-3,000GHz의 주파수 대역을 유효하게 사용할 수 있도록 하는 것으로, 무선을 발산하는 각종 장치에 대한 승인, 무선을 이용한 통신장비에 대한 인증 및 불필요한 전자파 장애(EMI) 등에 대한 규제와 승인 업무를 겸하고 있다.

각종의 무선통신장비 뿐만이 아니라 낮은 출력을 이용한 무선기기 및 컴퓨터와 그 주변기기와 같이 사용중에 전자파 에너지를 발생시킬 수 있는 대부분의 전기/전자 기기를 미국으로 수출하기 위해서는 반드시 FCC 인증을 득하여야 한다. FCC는 제품에 따라 Certification, Declaration of Conform, Verification, Registration 으로 인증 종류가 구분된다. FCC는 1996년부터 자기적 합성 선언제도(DoC: Declaration of Conformity)를 채택하여 기존의 인증 형태 중 Certification에 해당하는 제품과 병렬로 선택적으로 진행하고 있다. 이는 인증(Accredited)된 시험소에서 시험후 DoC를 하는 제도로서 FCC의 승인 신청 및 승인이 불필요하다.

FCC는 CFR 47에 수록되어 있다. Part 0~199로 구성되어 있고, 총칙(A), 방송사업자(B), 라디오 방송(C), 안전 및 무선업무(D)의 Subchapter로 분류되어 있다. 이 중 Part 2(무선주파 할당, 무선), Part 15(무선 주파기기, Part 18(ISM), Part 68(전화회선으로의 단 말기기 접속)이 널리 이용되고 있다. FCC는 1970년에

송수신기, 컴퓨터 및 기타 전자 제품의 무선주파수 장애에 대한 인증 프로그램을 수립하였다. 최근에는 1997년 3월 13일 공포된 ET Docket 97-94에 의하여 기기 승인 절차를 합리화하였다.

FCC 법령은 무선 및 전자기기의 무선주파수 장애를 제어하기 위한 기술적인 요건을 규정하고 있다. 예를 들면 표 5와 같다.

〈표 5〉 FCC에서 제정한 EMC 관련 법규

분야	규격 명	비고
Part 2	일반 규정 및 순서 무선주파 기기의 마케팅 신청 및 인증순서	
Part 15	무선주파 기기 subpart A-일반사항 subpart B-비의도적 방사기기 subpart C-의도적 방사기기	A등급(업무용) B등급(가정용)
Part 18	ISM 장치 ISM(공업용, 과학용, 의료용)장치의 기술기준	

#### 마. IEEE(Institute of Electrical & Electronics Engineers)

NRC 규제지침 DG-1029(1996)에서 원자력 발전소 내 안전성 관련 I&C 계통들에 대한 서지 내력과 관련하여 IEEE C62.41과 IEEE C62.45의 적용을 승인하고 있는데 IEEE C62.41은 서지시험 파형에 대하여 정의하고 있고, IEEE C62.45는 시험 방법 및 관련 시험 장비에 대해 규정하고 있다. 또한 계통기에 대한 진동과 서지 내력 시험과 급속 과도파 서지내력 시험에 대한 요건을 규정하고 있는 IEEE C37.90.1이 있다.

〈표 6〉 EMC 관련 KS 규격

규격 번호	규격 명	대응 국제규격
KS C 0262(1997)	전기·전자·정보기기의 전자파 장애 측정방법	IEC 61000-4-1
KS C 0263(1995)	전자파 적합성-시험 및 측정 방법-정전기 방전 내구성	IEC 61000-4-2
KS C 0264(1995)	전자파 적합성-시험 및 측정 방법-방사, 고주파 전자계 내성	IEC 61000-4-3
KS C 0265(1995)	전자파 적합성-시험 및 측정 방법-전기적 과도 현상 내구성	IEC 61000-4-4
KS C 0266(1995)	전자파 적합성-시험 및 측정 방법-서지 내성	IEC 61000-4-5
KS C 0267(1995)	전자파 적합성-시험 및 측정 방법-고주파 전자계 유도 전도 장애 내성	IEC 61000-4-6
KS C 0268(1995)	전자파 적합성-시험 및 측정 방법-전원 계통 및 연결 기기 고조파 측정 및 설치에 대한 일반 지침	IEC 61000-4-7
KS C 0269(1995)	전자파 적합성-시험 및 측정 방법-전원 주파수 자기장 내성	IEC 61000-4-8
KS C 0270(1995)	전자파 적합성-시험 및 측정 방법-펄스 자기장 내성	IEC 61000-4-9
KS C 0271(1995)	전자파 적합성-시험 및 측정 방법-감쇠 진동 자기장 내성	IEC 61000-4-10
KS C 0272(1995)	전자파 적합성-시험 및 측정 방법-순간 정전 및 전압 변화 내성	IEC 61000-4-11

**바. KS(한국 공업규격)**

한국표준협회에서 1995년에 기본규격인 IEC 61000-4 시리즈를 주 참조하여 EMC 규격을 제정하였으며, EMC 관련 KS 규격은 표 6과 같다.

**3. 전력 및 계측제어 설비에 대한 EMC 규격 요건**

EMC 규격은 국제규격인 IEC 61000 시리즈, CISPR, 미국 규격인 MIL Standard와 IEEE로 대별된다. 원자력 분야에서 안전등급 계측제어 설비는 NRC DG-1029 또는 EPRI TR 102323과 같은 규제지침을 따라야 하기 때문에 규제지침에서 승인하고 있는 내성과 방출기준인 MIL STD 461D와 462D, 서지 기준인 IEEE C62.41과 IEEE C62.45, 정전기방전 기준인 IEC 61000-4-2를 적용하고 있고, 반면에 전력설비는 IEEE C63.4, IEEE C37.90.2와 같은 일반 산업규격을 적용하고 있다. 한편, 비 원자력 분야에서는 국제기준인 IEC 61000 시리즈와 CISPR를 적용하고 있다. 전력설비에 적용하는 EMC 규격은 표 7과 같고, 계측제어 설비에 적용하는 EMC 규격은 표 8과 같다.

**가. NRC DG 1029/EPRI TR 102323**

**(1) NRC DG-1029(1996) 안전성 관련 I&C 계통의 EMI/RFI 평가 지침(안)**

미국 원자력규제위원회(NRC)에서는 최근 원전내 I&C 계통의 디지털화 그리고 무선통신 계통 적용에 기인하여 원전내 전자파 환경이 급속히 변화됨에 따라 안전 관련 I&C 계통의 EMI/RFI 영향 검증에 대한 규제지침인 NRC DG-1029를 제정하였다. NRC DG-1029는 원자력 발전소 환경내의 안전관련 계측제어 계통에 대한 EMI/RFI 영향과 전력계통 서지 영향과 관련하여 NRC의 설계, 설치 및 시험방안에 대해 언급하고 있다. 이 방안들은 안전관련 계측제어 계통은 물론 그 고장이 안전기능에 영향을 줄 수 있는 비 안전관련 계측제어 계통에도 적용된다. 주요 내용은 아래와 같다.

(가) EMI/RFI 민감기기의 기기 민감도와 방출 한도치 간에 최소 8dB의 안전 마진이 제공되도록 최소 이격거리를 유지. 만약 운전 포괄값이 10V/m(140dB $\mu$ W/m)라고 가정할 경우 휴대용 무선송수신기의 방사파 전자기방출은 4V/m(132dB $\mu$ W/m)로 제한되도록 통제구역을 설정하여야 한다. 최소 이격거리는 다음과 같이 산정한다.

〈표 7〉 전력설비에 대한 EMC 규격

제품명	시험 항목	관련 EMC 규격	
보호계전기	1MHz 진동파 장애시험	IEC 60255-22-1	
	정전기 방전 시험	IEC 60255-22-2	
	방사무선 전자계 내성시험	IEC 60255-22-3, IEC 61000-4-3	
	급속 과도파 장애 시험	IEC 60255-22-4, IEC 61000-4-4	
	계전기 서지내력 시험	IEEE C37.90.1	
충전기 및 인버터	서지내력 시험	IEEE C37.90.1	
	무선주파 내성시험	IEEE C37.90.2	
	방사 및 전도 전자파 장애 시험	FCC Part 15, Subpart B, Class A. IEEE C63.4	
고압개폐제어장치, 개폐기, 단로기	RIV 시험회로 및 교정	CISPR 16-1, CISPR 18-2	
	방출시험	CISPR 11	
	내성 시험	충격전압	IEC 60255-5
		급속과도파	IEC 61000-4-4
진동파		IEC 61000-4-12	
저압 개폐제어 장치	방출시험	CISPR 11	
	내성 시험	서지	IEC 61000-4-5
		급속과도파	IEC 61000-4-4
		정전기 방전	IEC 61000-4-2
		전자기장	IEC 61000-4-3
저압 차단기	방출시험	CISPR 22	
	내성 시험	서지 전압/전류	IEC 61000-4-5
		급속과도파	IEC 61000-4-4
		정전기 방전	IEC 61000-4-2
		RIV 내성시험	IEC 61000-4-3
전동기	방출시험	CISPR 11, CISPR 14, CISPR 16	
직류 전동기 제어반	무선주파 내성시험	IEEE C37.90.2	
비상 디젤 발전기	정전기 방전 내성시험	IEC 61000-4-2	
	급속 과도파 내성시험	IEC 61000-4-4	
	서지 내성시험	IEC 61000-4-5	
	무선주파 내성시험	IEEE C37.90.2	

$$d = \frac{\sqrt{30 \times P}}{V}$$

d = 전자파 민감기로부터의 최소 이격거리(m)

P = 무선통신기기의 유효 방사출력(W)

V = 무선통신 전기장 방출 제한치(4V/m)

(나) 원전내 안전관련 I&C 계통들의 EMI/RFI 저감 및 접지를 통한 설계 및 설치방안으로 IEEE 1050을 승인하고 있다.

(다) EMI/RFI 영향에 대한 시험요건 및 시험방법으로 MIL Std 461C, 461D와 MIL Std 462D를 따를 것을 권고하고 있으며 여기에 적용되는 기준레벨은 NRC가 본 규제지침서의 기술적 배경으로 하고 있는 Draft NUREG/CR-6431에서 제시하는 원전내 일반적인 운전 포괄값(Generic Operating Envelopes)들로서 각 시험항목에 대한 기준레벨을 제시하고 있다.

(라) 원전내 안전관련 I&C 계통들에 대한 전력 서지

〈표 8〉 계측제어설비에 대한 EMC 규격

제 품 명	시 험 항 목	관련 EMC 규격
방사능 감시 시스템	정전기 방전 내성시험	IEC 61000-4-2
	금속 과도파 내성시험	IEC 61000-4-4
	서지 내성시험	IEC 61000-4-5
	전자파 방출 및 내성 요건	MIL Std 461D,462D
폐회로 텔레비전 시스템	전자파 방출 및 내성 요건	MIL Std 461D,462D
진동 감시 시스템	무선주파 내성시험	IEEE C37.90.2
HVAC 제어	정전기 방전	IEC 61000-4-2
	전자파 방출 및 내성 요건	MIL Std 461D,462D
보조 및 현지 제어반	정전기 방전	IEC 61000-4-2
	전자파 방출 및 내성 요건	MIL Std 461D,462D
주제어반	정전기 방전	IEC 61000-4-2
	전자파 방출 및 내성 요건	MIL Std 461D,462D
공정 제어 시스템	정전기 방전 내성시험	IEC 61000-4-2
	방사 무선주파 전자계 내성시험	IEC 61000-4-3
	금속 과도파 내성시험	IEC 61000-4-4
	서지 내성시험	IEC 61000-4-5
	서지 내력 시험	IEEE C37.90.1
	무선주파 내성시험	IEEE C37.90.2
	전자파 방출 및 내성 요건	MIL Std 461D, 462D
공정 감시 시스템	서지내력 시험	IEEE C37.90.1
	전자파 방출 및 내성 요건	MIL Std 461D, 462D
안전계통 디지털 컴퓨터	전자파 환경의 정의	IEEE 473, MIL Std 462D
	내성시험 개요	IEC 61000-4-1
	정전기 방전 내성시험	IEC 61000-4-2
	방사 무선주파 전자계 내성시험	IEC 61000-4-3
	금속 과도파 내성시험	IEC 61000-4-4
	서지 내성시험	IEC 61000-4-5
	저압 교류회로에 연결된 기기의 서지 시험	IEEE Std C62.45
	전자파 방출 및 내성 요건	MIL Std 461D,462D
전자파 장애에 대한 계통 설계 지침	IEEE 1050, IEEE 518	

내력(Surge Withstand Capability)과 관련하여 서지 파형 및 크기, 시험장치 및 시험방법으로 IEEE C62.41, IEEE C62.452의 적용을 승인하였고 원전내 대표적인 서지 파형을 제시하고 있다.

(2) EPRI TR 102323-R1(1997) 발전소에서의 전자파 장애 시험을 위한 지침

EPRI(미국 전력연구원)에서 발행한 TR 102323은

원자력 발전소내의 EMI/RFI 발생원과 설계 및 기기 설치시 고려하여야 할 사항, EMI/RFI에 대한 방출 레벨에 대해 제시하고 있다. EPRI TR 102323에는 NRC에서 측정(1980년대)한 2곳의 발전소와 EPRI에서 측정(1993~1994년)한 7개의 발전소의 EMI/RFI 방출 측정자료를 가지고 나뉠대로 방출 및 내성 기준 및 무선 통신과 디지털 계측제어 기기 채택에 따른 원전 내 EMI/RFI 대체 설계 지침을 제시하고 있다. 주요내용



은 다음과 같다.

(가) EPRI TR 102323은 7개의 발전소에 대하여 실제 현장 측정을 통하여 전자파 방출기준을 제시하고 있다.

(나) 기기 내성 레벨은 MIL-STD 461D와 거의 일치한다. 사용할 장비를 입증하기 위하여 설치하기 전에 표 9의 내성시험을 수행할 것을 추천한다.

(다) 추천한 장비 내성시험 레벨(8dB)보다 작은 값을 제시하고 있다. 처음(Revision 0)에는 6dB를 제시하였으나, NRC에서 8dB를 권고함에 따라 나중에(Revision 1) 8dB로 변경되었다.

(라) 발전소에서 장비방출에 대한 기준은 WG (Working Group)에 의해서 측정된 발전소 방출과 추천된 내성시험 기준들을 기준으로 평가되었다. 장비의 방출 기준값은 다음 3가지 방법으로 접근하였다.

- ① 장비의 방출은 적어도 내성 시험기준보다 20dB $\mu$ W 낮아야 한다.

〈표 9〉 시험 항목 비교

항목	NRC DG-1029 (1998년)	EPRI TR 102323 (1997년)
방출	전도(CE 101, CE102) 방사(RE 101, RE102)	전도(CE101, CE102) 방사(RE101, RE102)
내성	전도(CS101, CS114) 방사(RS101, RS103) 서지(IEEE C62.41-1991) (IEEE C62.45-1992) 급속 과도파(EFT) (IEEE C62.41-1991) (IEEE C62.45-1992)	전도(CS101, CS114) 방사(RS101, RS103) 서지(CS116) 급속 과도파(EFT) (CS115) 정전기 방전(ESD) (IEC 801-2) (IEEE/ANSI C63.16)

주1: ( ) 괄호는 시험방법 규격임. CE, CS, RE, RS 규격은 MIL-STD 461D 규격임

- ② 장비 방출 레벨은 허용 발전소 방출 레벨보다 아주 적어야 한다.
- ③ 장비 방출 레벨은 MIL STD 461D에서 제시한 방출기준보다 덜 엄격하도록 한다.

(3) 시험 항목 비교

NRC DG-1029와 EPRI TR 102323은 MIL STD

〈표 10〉 MIL STD 462D의 절차서 목록

절차 번호	내 용	주파수 범위
CE101	전도방출, 전원 리드선	30Hz ~ 10kHz
CE102	전도방출, 전원 리드선	10kHz ~ 10MHz
CE106	전도방출, 안테나 단자	10kHz ~ 40GHz
CS101	전도내성, 전원 리드선	30Hz ~ 50kHz
CS103	전도내성, 안테나 포트, 상호 변조	15kHz ~ 10GHz
CS104	전도내성, 안테나 포트, 비의도 신호의 배제	30Hz ~ 20GHz
CS105	전도내성, 안테나 포트, 혼변조	30Hz ~ 20GHz
CS109	전도내성, 구성물 전류	60Hz ~ 100kHz
CS114	전도내성, 벌크 케이블 주입	10kHz ~ 200MHz
CS115	전도내성, 벌크 케이블 주입, 임펄스 여자	
CS116	전도내성, 감쇠 정현 과도 전류, 케이블 및 전력 리드선	10kHz ~ 100MHz
RE101	방사방출, 자계	30Hz ~ 100kHz
RE102	방사방출, 전계	10kHz ~ 18GHz
RE103	방사방출, 안테나 불요 및 고조파 출력	10kHz ~ 40GHz
RS101	방사내성, 자계	30Hz ~ 100kHz
RS103	방사내성, 전계	2MHz ~ 40GHz
RS105	방사내성, 과도 전자계	

주 1. C=conducted, E=emissions, R=radiated, S=susceptibility  
 2. 음영부분은 NRC에서 발전소에 적용할 수 있도록 추천한 절차서 번호임

〈표 11〉 CISPR 24(시험사양과 판정기준)

시험 항목	시험 방법	적용하는 기본규격	시험포트와 성능 평가기준			
			외함포트	신호선 통신선	직류 전원선	교류 전원선
정전기방전	4kV 접촉방전 8kV 기중방전	IEC 61000-4-2	B			
무선주파수 전자기장 진폭변조	80~1000MHz 3V/m 80% AM(1kHz)	IEC 61000-4-3	A			
급속 과도파	0.5kV(파고값) Tr/Th : 5/50ns, 반복주파수 5kHz	IEC 61000-4-4		B	B	B
서지	교류전원선 1kV(파고값) : 선로간 2kV(파고값) : 선로와 대지간 Tr/Th : 1.2/50(8/20) $\mu$ s	IEC 61000-4-5				B
	직류전원선 0.5kV(파고값) : 선로와 대지간: 1.2/50(8/20) $\mu$ s	IEC 61000-4-5			B	
	신호선 및 통신선 1.5kV(파고값) : 서지 억제기 없음 4kV(파고값) : 서지 억제기 없음 Tr/Th : 10/700 $\mu$ s	ITU-T Rec. K.15, K.17, K.20 K.21, K.22		B		
무선 주파 연속 전도	3V, 0.15~80MHz 80% AM(1kHz)	IEC 61000-4-6		A	A	A
상용주파수 자기장	1A/m, 50 또는 60Hz	IEC 61000-4-8	A			
전압감하	>95% reduction 0.5 period 30% reduction 25 period	IEC 61000-4-11				B C
순간정전	>95% reduction 250 period	IEC 61000-4-11				C

- 주 1. 성능평가기준 A : 시험중이거나 시험종료 후에도 당해 기기의 사양에서 정한 성능을 유지하는 상태  
 2. 성능평가기준 B : 시험중에는 기기의 성능이 떨어지나 시험종료후 정상적으로 동작하는 상태  
 3. 성능평가기준 C : 시험중에는 기기의 성능이 떨어지나 시험종료후 전원개폐 또는 재시동 등에 의해 정상적으로 복원되는 상태

461D를 이용하고 있는 점에서는 공통점이 있으나, 규제항목과 기기 방출기준에서는 서로 다르다. 전도방출, 방사방출, 전도내성, 방사내성에서는 같은 시험방법을 제시하고 있다. 반면, 내성시험쪽에서는 NRC의 경우 서지, 급속과도파만을 언급하고 있지만, EPRI에서는 서지, 급속과도파 뿐만 아니라, 정전기 방전까지 규정하고 있다.


**(4) 방출 한도 비교**

EPRI TR-102323의 방출 한도는 표 20 및 표 21과 같이 MIL-STD 461D에 따른 NRC DG-1029보다 덜 엄격하다.

**나. MIL STD 461D, 462D**

MIL-STD 461D에서는 표 10과 같이 전도성 방출/내성 시험 절차는 11개, 방사성 방출/내성 시험 절차는 6개로 총 17개가 있다. 이 중 8개 절차를 NRC DG-1029에서 추천하고 있다.

**다. CISPR 24**

CISPR 24는 정보기술장치(ITE)의 내성에 관한 제품군 규격이고, 내성시험에 필요한 요구사항을 규정하고 있다. 시험사양과 판정기준은 표 11과 같다. 

(다음호에 계속)