

## 보호 및 제어기기의 전자기적합성(EMC)

한국전기연구원  
김언석 김기현 박성균 박병락

### 1. 서론

전력계통을 구성하는 많은 요소중에서 보호계전기, 개폐기, 차단기, 배전 자동화용 기기, 원격 검침 전력량계 등 보호 및 제어기기의 중요성은 말할 필요가 없다. 이들 보호 및 제어기기는 계통을 보호하고 효율적으로 운영하는데 필수 불가결한 설비들이다. 이들 보호 및 제어기기는 특성도 중요하지만 신뢰성 또한 매우 중요하다고 할 수 있다. 이들 기기의 설치 환경을 살펴보면 대부분이 낙뢰나 스위칭 서지 등이 매우 빈번한 계통에 직접 설치된다. 이와 같은 전력계통에 연결하여 사용할 때 장비가 얼마나 잘 동작하고 다른 기기에 피해를 적게 주는가를 평가하는 것이 EMC(Electromagnetic Compatibility, 전자기적합성) 시험이다. EMC 시험은 크게 두 가지로 구성되어 있는데 하나는 고주파를 얼마나 많이 방사하는가를 평가하는 것이며 EMI(Electromagnetic Interference, 전자과 방해)라고 부르며, 또 다른 하나는 기기가 왜란이 있는 외부 환경에 얼마나 잘 견디는가를 평가하는 것

이며 EMS(Electromagnetic Susceptibility, 전자기 내성)라고 부른다.

보호계전기, 차단기, 배전자동화기기, 원격 검침용 전력량계 등 보호 및 제어기기의 기능을 고려할 때 EMC 시험은 매우 중요하다고 할 수 있다. 이러한 중요성을 인식하여 IEC와 같은 국제규격에서는 EMC 시험에 대하여 계속 개정 및 제정을 하고 있다.

국내에서도 마이크로프로세서나 통신기술을 이용한 신제품들이 개발되고 있다. 이들 제품에 대한 사용자의 일반적인 평가는 성능이나 기능은 좋지만 서지나 노이즈에 약하다는 것이다. 여기서 서지나 노이즈에 약하다는 말은 포괄적으로 EMC에 대한 대책이 없다는 말이다. 그러므로 첨단 신기술을 이용한 제품 개발 시에는 EMC 대책을 세워야 한다는 것은 자명한 일이다. EMC에 관한 사항은 개발자나 사용자 모두에게 중요하다고 할 수 있다. 개발자에게 있어서 EMC가 중요한 이유는 제품 설계단계에서부터 대책을 반영하여야 하기 때문이다. 즉, 제품의 PCB설계, 제어전원설계, 케이스 설계, 부품 배

치, 노이즈 필터 등이 EMC 성능을 좌우하며 이러한 부품의 설계는 설계단계에서부터 반영하여야 하기 때문이다. 예를 들어 전압과 전류의 위상차가 중요한 거리 계전기에서 개발 완료후에 콘덴서나 노이즈필터 등을 추가하면 모든 특성이 틀러지기 때문이다. 사용자에게도 EMC가 중요한 이유는 사용장소의 중요성, EMC 평가항목, EMC 시험 레벨등을 알아야 최적의 가격으로 최대의 효과를 얻을 수 있기 때문이다. 예를 들어 똑같은 EMC 항목을 시험하였어도 시험레벨은 제품별로 틀릴 수 있다. 또한 개폐 서지가 발생 할 확률이 낮은 전산실에 서지 시험을 요구할 필요는 없다. 왜냐하면 EMC 대책이 세워진 제품을 구매하여야 한다. 또한 국내에서도 최근의 계통 신뢰도의 요구증가, 전력회사의 분리에 따라 오동작 사고 발생시 책임 소재, 2002년 제조물 책임법 도입에 따른 제조회사의 위험 부담 증가등을 고려할 때 국제규격에 의한 EMC 성능평가 는 매우 중요한 요소라고 할 수 있다.

본 논문에서는 국내 보호 및 제어기기 개발자가 국제 규격에 적합한 제품을 개발하는데 조금이나마 도움이 되고자 IEC 규격중 EMC 관련 규격의 개정 또는 제정 방향을 고찰하였다. 다만 여기에서 검토

된 내용들은 축소 요약하여 설명하거나 현재 개정 혹은 제정 작업중인 내용들로 작업과정에서 수정될 가능성이 있으므로 동향을 파악하는 정도로만 사용 하여야 하며, 세부사항은 관련규격을 입수하여 검토하여야 할 것이다.

## 2. EMC의 기본

### 2.1 EMC 규격분류

국제 규격인 IEC에서 규격내용의 성격에 따라 EMC 규격종류를 나누어 보면 <표 1>과 같다. 첫째 시험 및 측정방법에 대한 규정으로 이를 토대로 하위 규격을 규정하고 적합한 판정기준은 정하지 않는 기본규격(Basic Standard)이 있으며, 그 예로는 IEC 61000-5시리즈가 있다. 둘째는 일반규격(Generic Standard)으로 제품군 규격도 정하지 않은 경우의 제품에 대해 판정기준이 적용되는 규격으로 IEC 61000-6 시리즈가 있다. 셋째 제품규격이 정해지지 않은 경우 적용되는 규격(비슷한 제품들의 규격)인 제품군 규격(Product Family Std.)으로 IEC 61543(누전 동작형 보호장치 - EMC 요

<표 1>

규격종류 (Kind of standard)

기본종류	특 징
기본규격 (Basic standard)	• 기술분야별로 시험절차를 규정, 합부 판정 기준은 정하지 않음
일반규격 (General standard)	• 적용 가능한 제품계열 규격이나 제품 규격이 없는 제품에 대해서 합부 판정기준을 규정, 시험절차는 규정하지 않음
제품계열규격 (Product family standard)	• 적용 가능한 제품규격이 없는 경우, 정의된 제품 유형에 대해서 합부 판정기준을 규정, 시험방법은 규정하지 않음
기본규격 (Basic standard)	• 특정 제품에 대한 합부 판정을 규정, 시험방법은 규정하지 않음

건, 1995)이 있다. 마지막으로 제품에 대해서 측정 방법, 사용환경에 따른 허용치를 규정한 제품규격(Product Standard)은 최하위 규격이며, 예로 IEC 60255-22 시리즈(보호계전기에 대한 내성 규격)가 있다. EMC 시험을 실시할 경우 우선 적용 순위는 다음 <표 1>에서 아래쪽으로 갈수록 높아진다. 즉, 제품 규격이 있으면 제품 규격으로 시험을 하고, 제품규격이 없으면 제품계열 규격으로 시험을 한다.

## 2.2 EMC의 종류

EMC 시험의 종류에서 EMI 시험은 방사 및 전도잡음 등 몇 가지가 되지 않으나, EMS 시험 종류는 2000년 11월 현재 17종에 이르며 계속 추가될 예정이다. EMS 규격은 대부분 IEC 61000-4 시리즈에서 정리되어 있으며 세부항목은 IEC 61000-4-1에서 정리하여 놓았다. 본 논문에서는 지면 관계상 규격 번호와 제목만 <표 2>, <표 3>에서 나타내었다. <표 2>는 기기 설치 위치에 따른 EMC 시험종류를 나타낸 것이다. 일반적으로 사용장소는 경공업 및 중공업으로 나누어지며 특별히 변전소와 같은 전력계통 분야나 레이더 기지와 같은 군사분야는 특수 사용장소로 분류된다. 이러한 특수장소에 대한 EMC 시험레벨은 다른 장소에 비해 상당히 높다. <표 3>은 기기의 인가부위별 EMC 시험종류를 나타내고 있다. EMC 분야에서 전자기 왜란이 들어오고 나가는 곳을 포트(port)라고 하는데 보통 AC power port, DC power port, Signal and control port, Enclosure port 및 Functional

earth port로 분류된다. 참고로 <표 2>, <표 3>은 기본 예시이며 실제 시험 항목은 제품규격등에서 결정되므로 이 표들은 참고용으로만 사용하여야 한다. <표 2>에서 관심있게 보아야 할 사항은 특별설치 지역(예를들어, Power Plant)이다. 이러한 특수 지역에서 사용하는 기기는 상당히 많은 EMC 시험을 실시해야 함을 알 수 있다. <표 3>에서 관심있게 보아야 할 사항은 포트에 따른 EMC 항목이다. 우리가 일반적으로 생각할 수 있는 모든 부위가 시험 대상임을 알 수 있다.

IEC의 EMC 중 일반규격(Generic Standard)으로는 IEC 61000-6 시리즈가 대표적이며, 제목 및 용도를 나타내면 다음 <표 4>와 같다. 이 규격은 일반적으로 특정 제품규격이나 제품 계열 관련규격이 별도로 없는 경우에 적용한다. 보호제어기기 분야에서 관심있게 보아야 할 사항으로는 IEC 61000-6-5이다. 이 규격은 현재 신규로 제정 작업중에 있으며 주로 발전소 및 변전소용 기기에 관한 것이다. 모든 보호제어기기에 관한 EMC 시험종류 및 시험레벨이 설정되어 있어 사용자나 제조자 모두에게 도움이 되리라 생각한다.

## 3. 보호 및 제어기기의 EMC

### 3.1 보호 및 제어기기 분야에서의 EMC 중요성

전력계통 분야에서 보호기기로는 보호계전기, 차단기, 개폐기, 배선용 차단기, 배전 자동화용기기 등이 해당된다. 보호기기의 경우 계통에서 사고영역을 분리하는 중요한 역할을 담당한다. 그러나 보

〈표 2〉

설치위치에 따른 내성 시험 종류  
(List of EMC tests based on location)

Basic standard	Description	Applicability		
		Residential, commercial and light industrial	Industrial area	Special (e.g. power plant)
61000-4-2	Electrostatic discharge(ESD)	g.a.	g.a.	g.a.
61000-4-3	Radiated electromagnetic fieldg	g.a.	g.a.	g.a.
61000-4-4	Fast transient burst	g.a.	g.a.	g.a.
61000-4-5	1.2×50 - 8×20[μs]surge	g.a.	g.a.	g.a.
61000-4-6	Conducted disturbances by RF fields	g.a.	g.a.	g.a.
61000-4-8	50/60[Hz] magnetic field	may	may	g.a.
61000-4-9	Pulse magnetic field	g.n.a	g.n.a	g.a.
61000-4-10	Oscillatory magnetic field	g.n.a	g.n.a	g.a.
61000-4-11	Voltage dips and interruption	g.a.	g.a.	g.a.
61000-4-12	Oscillatory waves "ring wave"	may	may	may
	Oscillatory waves 1[MHz]	g.n.a	may	g.a.
61000-4-13	Harmonics, interharmonics, mains signalling	g.n.a	g.n.a	g.n.a
61000-4-14	Voltage fluctuations	g.n.a	g.n.a	g.n.a
61000-4-16	Conducted disturbances in the range 0[Hz] to 150[kHz]	g.n.a	may	g.n.a
61000-4-17	Ripple on DC power supply	g.n.a	may	g.n.a
61000-4-27	Unbalance in three-phase mains	may	may	may
61000-4-28	Variation of power frequency	g.n.a	g.n.a	g.n.a
61000-4-29	Voltage dips, interruptions and voltage variations on DC power ports	may	may	may
1. Applicability explanation: n.i.s = not an immunity standard g.a. = generally applicable except in special cases g.n.a = generally not applicable except in special cases may = may be applicable in certain circumstances				

<표 3>

설치위치에 따른 내성 시험 종류  
(List of EMC tests based on location)

Basic standard	Description	Applicability				
		AC power	DC power	En-closure	Signal data	Earth
61000-4-2	Electrostatic discharge(ESD)	-	g.n.a	g.a.	g.n.a	g.n.a
61000-4-3	Radiated electromagnetic fieldg	g.n.a	g.n.a	g.a.	g.n.a	g.n.a
61000-4-4	Fast transient burst	g.a.	g.a.	g.a.	g.a.	g.a.
61000-4-5	1.2×50 - 8×20(μs)surge	g.a.	may	-	may	may
61000-4-6	Conducted disturbances by RF fields	g.a.	g.a.	-	g.a.	g.a.
61000-4-8	50/60[Hz] magnetic field	-	-	may	-	-
61000-4-9	Pulse magnetic field	-	-	may	-	-
61000-4-10	Oscillatory magnetic field	-	-	may	-	-
61000-4-11	Voltage dips and interruption	g.a.	-	-	-	-
61000-4-12	Oscillatory waves "ring vave"	may	g.n.a	-	may	g.n.a
	Oscillatory waves 1[MHz]	may	may	-	may	may
61000-4-13	Harmonics, interharmonics, mains signalling	g.n.a	-	-	-	-
61000-4-14	Voltage fluctuations	g.n.a	g.n.a	-	g.n.a	-
61000-4-16	Conducted disturbances in the range 0[Hz] to 150[kHz]	-	may	-	-	-
61000-4-17	Ripple on DC power supply	may	-	-	-	-
61000-4-27	Unbalance in three-phase mains	may	may	may		
61000-4-28	Variation of power frequency	g.n.a	-	-	-	-
61000-4-29	Voltage dips, interruptions and voltage variations on DC power ports	-	may	-	-	-
<p>1. Applicability explanation:                      n.i.s = not an immunity standard                      g.a. = generally applicable except in special cases                      g.n.a = generally not applicable except in special cases                      may = may be applicable in certain circumstances</p>						

〈표 4〉

일반규격의 종류 및 용도  
(Kind and application of generic standard)

규격번호	규격명	적용분야
IEC 61000-6-1	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6 : Generic standards - Section 1: Immunity for residential, commercial and light - industrial environments	- 은행과 같은 사업용 점포 - 영화관과 같은 공공 놀이시설 - 주차장과 같은 옥외 장소 - 연구실과 같은 경공업 장소
IEC 61000-6-2	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2 : Generic standards - Immunity for industrial environments	- 주기적으로 스위칭하는 대용량 유도성 혹은 용량성 부하 - 전류 및 이에 따른 자기장이 매우 큰 곳.
IEC 61000-6-3	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6 : Generic standards - Section 3 : Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments	- 영화관과 같은 공공 놀이시설 - 주차장과 같은 옥외장소 - 작업장과 같은 경공업 장소
IEC 61000-6-4	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6: Generic standards - Section 4 : Emission standard for industrial environments	- 산업, 과학 및 의료 장비, - 주기적으로 스위칭하는 대용량 유도성 혹은 용량성 부하 - 전류 및 이에 따른 자기장이 매우 큰 곳
IEC 61000-6-5	Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 6-5 : Generic standards - Immunity for power station and substation environments	- 발전소 및 변전소용 기기

호기기의 설치장소를 고려하여 볼 때 대부분이 각종 서지나 노이즈 등에 직접 노출되어 있어 전자기 영향을 많이 받는다고 할 수 있다. 또한 보호기기는 평상시에는 동작하지 않고 계통에 사고가 발생한 경우에만 동작하기 때문에 만약 이때 서지 등이 발생하여 기기를 고장나게 하면 더욱 큰 사고를 유발하게 된다. 그래서 계통 보호기기는 반드시 EMC 성능평가를 거친 후 사용하여야 한다.

전력계통 분야에서 제어기기로는 배전 자동화용 기기, 원격 검침용 디지털 전력량계, 원격 냉난방 제어장치, 디맨드 콘트롤러, 원격 검침장치, 타임 스위치 등이 해당된다. 제어기기의 용도로 볼 때 원

격 냉난방 제어장치처럼 주로 원격에서 제어하거나 디지털 전력량계와 같이 원격에서 전력량을 검침하는 중요한 일을 담당한다. 그러므로 제어기기 또한 보호기기와 마찬가지로 매우 높은 신뢰성을 요구하고 있다. 예를 들면 디지털 전력량계의 경우 Fast transient burst 혹은 Surge등에 의해 저장된 데이터가 바뀌거나 지워질 수 있다. 이러한 현상이 현실에서 발생하면 상당히 큰 문제점을 발생시킬 수 있을 것이다.

최근 보호 및 제어기기에 대한 EMC 시험이 계속 신설되고 추가하는 이유는 전자기술의 발달도 한몫을 차지하고 있다. 보호 계전기와 배전자동화기기

등의 하드웨어 구성을 볼 때 대부분 마이크로프로세서 및 고집적 IC 회로를 사용한다. 마이크로프로세서의 경우 주파수가 높아질수록 외부 노이즈에 약한 것은 명확한 사실이다. 최근 신제품은 고속의 마이크로프로세서를 사용하기 때문에 EMC에 약할 수 밖에 없다. 또한 IC의 경우 구동 전압이 기존에는 대부분이 5[V]이었으나 현재는 약 3.5[V]까지 낮아졌다. 이를 반대로 이야기하면 외부 노이즈에 그만큼 약해 질 수 있다는 것을 의미한다. 그러므로 전자회로 및 마이크로프로세서 기술 등 첨단기술을 이용한 제품일수록 EMC 대책에 신경을 써야 한다고 사료된다.

### 3.2 보호 및 제어기기의 규격 및 시험항목

EMC관련 Basic Standard 및 Generic Standard는 앞 3.2 절에서 이미 설명하였다. 본 절에서는 보호 제어기기 관련 Product Family Standard 및 Product Standard를 주로 설명하고

자 한다.

#### (1) 보호계전기(IEC 60255-22 시리즈) :

##### Product Standard

이 규격(1~7)은 보호 계전기 제품 규격이며 시험 규격별로 시험 항목이 지정되어 있다. 보호계전기의 오동작 혹은 오부동작에 대한 중요성 때문에 EMC 시험항목이 많은 편이며 또한 세분화되어 있다. 시험항목 및 관련 규격번호를 정리하면 다음 <표 5>와 같다.

#### (2) 고압스위치-일반(IEC 60694, 2000) :

##### Product Family Standard

이 규격(8)은 개폐기나 차단기와 같은 고압 스위치에 대한 일반적인 공통 규격이며 일부 항목시험으로서 EMC 시험을 포함하고 있다. 최근 2000년 9월에 개정된 내용에는 EMC 관련 사항이 많이 변경되었다. EMC관련 주요 변경사항으로는 기존에 개폐기나 차단기의 제어함에 대한 EMC 시험만 실

<표 5>

보호 계전기의 EMC 시험항목  
(List of EMC tests for protective relays)

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	1MHz damped oscillatory wave	IEC 61000-4-12	IEC 60255-22-1
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	IEC 60255-22-2
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	IEC 60255-22-3
	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	IEC 60255-22-4
	1.2×50 - 8×20(μs)surge	IEC 61000-4-5	IEC 60255-22-5
	Conducted disturbances by RF fields	IEC 61000-4-6	IEC 60255-22-6
	Conducted disturbances in the range 0[Hz] to 150[kHz]	IEC 61000-4-16	IEC 60255-22-7
	Power frequency magnetic field	IEC 61000-4-8	
EMI	Emission		IEC 60255-25

〈표 6〉

고압스위치의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for high-voltage switchgear and controlgear

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	1MHz damped oscillatory wave	IEC 61000-4-12	
	100kHz oscillatory wave	IEC 61000-4-12	
	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	필요시 시험
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	필요시 시험
	Power frequency magnetic field	IEC 61000-4-8	필요시 시험
EMI	Emission	CISPR 11	

시하였으나 개정규격에는 본체에 포함된 2차 회로 (Secondary Circuit)에도 실시하도록 되어있다. 또한 기존에는 제어함 외부에서 접근 가능한 부위만 EMC 시험을 실시하였으나 개정된 규격에서는 서로 모듈이 틀린 경우에는 모듈 사이에도 EMC 시험을 실시하도록 되어 있다. 주요 시험항목을 정리하면 〈표 6〉과 같다. 각 시험 항목별로 영향이 있다고 판단되면 IEC 61000-4-1 혹은 IEC 61000-6-5에 따라 EMC 시험을 실시할 수 있다는 내용이 있다. IEC 60694를 공통규격으로 사용하는 모든 제품에 서는 〈표 6〉의 EMC 시험을 실시하여야 한다.

**(3) 고압 개폐기(IEC60265-1, 1998) : Product Standard**

이 규격[9]은 고압 개폐기 규격으로 EMC 시험 항목은 IEC 60694를 따르도록 되어 있다. 그러므로 EMC 시험항목은 〈표 6〉과 같다.

**(4) 원격 제어장치 및 시스템 -EMC 요건(IEC 60870-2-1, 1995) : Product Family Standard**

이 규격[10]은 지역적으로 넓게 분포한 장치들을 제어하거나 모니터링 하기 위해 직렬 데이터 통신을 이용하는 원격 제어기구 및 시스템에 적용한다. 또한 원격 보호기구나 배전선을 사용한 통신 시스템에도 적용 가능하다. 이와 같은 기기로는 배전 자동화용 기기, 원격 부하 제어장치 및 전력선을 사용한 통신장치들이 해당된다. 주요 시험항목 및 관련 규격을 요약하여 정리하면 다음 표 7과 같다.

**(5) 측정, 제어 및 연구실용 전기기기(IEC 61326-1, 1998) : Product Family Standard**

이 규격[11]은 교류 1000[V] 이하의 측정 및 시험용, 제어용, 교육용, 연구용 장비, 컴퓨터 시스템 및 관련 장비의 부속품에 적용 가능하다. 이 규격은 또한 산업용 제품에도 적용 가능하다. 주요 시험 대상품으로는 신호 발생장치, 전원공급장치, 트랜스듀서, PLC, 아날로그/디지털 인디케이터 및 각종 산업용 장비들이다. 주요 시험항목 및 관련 규격을 요약하여 정리하면 〈표 8〉과 같다.

**(6) 정밀급 정지형 유효 전력량계(IEC 60687,**



<표 7>

원격제어장치 및 시스템의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for telecontrol and systems

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Harmonics and inter harmonics		IEC 60870-2-1
	Signaling voltage		IEC 60870-2-1
	Voltage fluctuation	IEC 61000-4-11	
	Voltage dips and interruptions	IEC 61000-4-11	
	100/1300[μs] surge		IEC 60870-2-1
	1.2×50 - 8×20[μs]surge	IEC 61000-4-5	
	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	
	Ring waves	IEC 61000-4-12	
	1[Mhz] damped oscillatory waves	IEC 61000-4-12	
	10/700[μs] surge	IEC 61000-4-5	
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	
	Power frequency magnetic field	IEC 61000-4-8	
	Damped oscillatory magnetic field	IEC 61000-4-10	
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	
	Power frequency voltage on control and signal lines		IEC 60870-2-1
DC voltage on control and signal lines		IEC 60870-2-1	
EMI	Harmonic current	IEC 61000-3-2	
	Voltage fluctuation	IEC 61000-3-3	
	LF disturbance voltages		CCITT
	Transient disturbance voltages		IEC 60870-2-1
	RF disturbance voltages	CISPR 22	
	RF radiated field	CISPR 22	

1992) : Product Standard

이 규격[12]는 0.2 및 0.5급 정밀급 유효 전력량 계에 대한 제품 규격으로 발전소등에서 전력요금 계산용으로 사용한다. 다른 기기와 달리 전력량계는 전기요금과 관계가 있어 EMC 시험이 중요하다고 할 수 있다. 전력량계에서 EMC와 밀접한 관계가 있는 것은 각종 서지에 의한 저장 데이터의 변동

이나 지워지는 일일 것이다. 또한 기기의 고장에 따른 오차 발생이나 기기가 정지하는 경우에도 큰 문제가 발생할 것이다. EMC 시험항목 및 관련규격을 요약하면 다음 <표 9>와 같다. 관련 규격에서 괄호안의 규격(IEC 801 시리즈)는 현재 폐기되어 대체 규격(IEC 61000-4 시리즈)으로 표기하였다.

〈표 8〉

측정 및 제어 연구실용 전기기의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for measuring and control equipment

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Voltage dips and interruptions	IEC 61000-4-11	
	1.2×50 - 8×20(μs)surge	IEC 61000-4-5	
	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	
	Conducted disturbances by RF fields	IEC 61000-4-6	
EMI	Emission	CISPR 16-1, 2	

〈표 9〉

정밀급 정지형 유효 전력량계의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for precision static watt-hour meter

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	IEC 801-4
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	IEC 801-2
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	IEC 801-3
EMI	Emission	CISPR 14	

(7) 정지형 유효 전력량계(IEC 61036, 1996) :  
Product Standard

이 규격[13]은 1.0 및 2.0급 일반용 유효 전력량계에 대한 제품규격이다. 나머지 내용은 정밀급 정지형 유효 전력량계(IEC 60687)와 동일하다. EMC 시험항목 및 관련 규격을 요약하면 다음 〈표 10〉과 같다.

〈표 10〉

정지형 유효 전력량계의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for static watt-hour meter

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	
EMI	Emission	CISPR 22	

(8) 전기 미터 - 요금 및 부하 제어용 - 전자식 리플 수신장치(IEC 61037, 1998) : Product Standard

이 규격[14]은 전력선을 통하여 펄스형 데이터를 전송받아 전력량으로 변화하고 그에 따라 부하를 제어하는데 사용하는 펄스 수신 장치에 적용한다. 여기서 부하를 제어한다는 의미는 최대 수요전력을

<표 11>

전자식 리플 수신장치의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for ripple control receiver

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Voltage dips and interruptions	IEC 61000-4-11	
	DC magnetic field		IEC 61037
	AC magnetic field		IEC 61037
	1.2×50 - 8×20(μs)surge	IEC 61000-4-5	
	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	
EMI	Emission	CISPR 22	

제어하는 것을 의미한다. 국내에서는 Demand controller 제품이 이에 해당된다. 다만 IEC 규격에 서는 전력선을 통하여 전력량계 등으로부터 펄스를 입력받아 데이터를 처리하고 부하를 제어하는 반면 국내에서는 전력량계에서 바로 데이터를 받아 처리 한다는 점이 차이가 있다. 이러한 장치에 있어서 EMC 시험의 중요성은 부하기기를 잘못 제어하는 일이라고 할 수 있다. 예를들어 수신장치가 오동작 하여 부하를 너무 자주 ON-OFF를 한다면 좋지 않

은 현상이 일어날 것이다. EMC 시험항목 및 관련 규격을 요약하면 다음<표 11>과 같다.

**(9) 전기미터- 요금 및 부하제어용 - 타임스위치 (IEC 61038, 1998) : Product Standard**

이 규격[15]은 부하를 제어하는데 사용하는 타임 스위치에 적용한다. 국내에서는 심야 전력용 타임 스위치가 여기에 해당된다. 타임 스위치에서 EMC 시험의 중요성은 서지 등에 의한 정확한 시간 유지

<표 12>

타임스위치의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for time switches

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Voltage dips and interruptions		IEC 61038
	Harmonic influence		IEC 61038
	DC magnetic field		IEC 61038
	AC magnetic field		IEC 61038
	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	
EMI	Emission	CISPR 22	

및 오동작 때문에 부하가 임의로 투입되거나 제거 되면 예상치 못한 일이 발생할 수 있기 때문이다. EMC 시험항목 및 관련규격을 요약하면 다음 <표 12>와 같다.

**(10) 정지형 무효 전력량계(IEC 61267,1995)  
: Product Standard**

이 규격[16]은 2.0급 및 3.0급 정지형 무효 전력량계에 적용한다. 일반적인 내용은 앞절의 전력량계와 동일하다. EMC 시험과 관련하여 무효 전력량계도 데이터의 변경이나 삭제가 문제가 될 수 있다. 관련 규격에서 팔호안의 규격 (IEC 801 시리즈)는 현재 폐기되어 대체 규격(IEC 61000-4 시리즈)으로 표기하였다. EMC 시험항목 및 관련규격을 요약하면 다음 <표 13>과 같다.

**(11) 전기미터 - 기계 및 전자식 미터의 펄스 출력장치(IEC 62053-31, 1998) : Product Standard**

이 규격[17]은 전력량을 펄스로 보내기 위한 장치에 적용한다. 이 장치는 외부에서 전원을 받아 동작하며 2선을 사용하고 수동 동작 방식이다. 이 장치는 기계식이나 전자식 전력량계 모두에 사용가능하다. 이 장치는 전력량을 펄스로 변환하여 보내주는 장치이므로 외부 노이즈에 영향을 받기가 쉬운 제품이다. EMC 시험의 세부 시험방법은 IEC 61036 규격을 따르도록 되어 있다.

EMC 시험항목 및 관련규격을 요약하면 <표 14>와 같다.

**(12) 저전압 스위치 기어 및 콘트롤 기어-일반  
(IEC 60947-1,1999) : Product Family**

<표 13> 정지형 무효 전력량계의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for static var-hour meter

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	IEC 801-4
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	IEC 801-2
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	IEC 801-3
EMI	Emission	CISPR 22	

<표 14> 펄스출력장치의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for pulse output devices

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	IEC 60136
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	IEC 60136
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	IEC 60136
EMI	Emission	CISPR 22	IEC 60136

<표 15>

저압용 스위치 기어 및 콘트롤 기어의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for low-voltage switchgear and controlgear

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	
	1.2×50 - 8×20(μs)surge	IEC 61000-4-5	
EMI	Emission	CISPR 11, 22	

**Standard**

이 규격[18]은 교류 1000[V] 및 직류 1500[V] 미만의 저전압 스위치 기어 및 콘트롤 기어에 적용하며 일반 총론에 해당된다. 이 규격에 해당되는 제품으로는 저압 차단기, 배선용 차단기, 누전차단기, 모터 스타터 등 매우 다양하다. 이 규격은 총론으로 적용 범위에 해당되는 모든 제품에 공동으로 적용

하므로 개별 제품 규격으로 시험할 때에는 반드시 이 규격의 EMC 시험항목을 포함하여 실시하여야 한다. EMC 시험항목 및 관련규격을 요약하면 다음 <표 15>와 같다.

(13) 저전압 스위치 기어 및 콘트롤 기어 - 차단기(IEC 60947-2, 1998) : Product Standard

<표 16>

저압 차단기의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for low-voltage circuit breaker

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Conducted disturbances by RF fields	IEC 61000-4-6	
	Voltage dips and interruptions	IEC 61000-4-11	
	1.2×50 - 8×20(μs)surge	IEC 61000-4-5	
	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	
	Power frequency variations		IEC 60947-2
	Voltage amplitude variations		IEC 60947-2
	Power frequency magnetic field		IEC 60947-2
	Power frequency variations		IEC 60947-2
EMI	Voltage unbalance		IEC 60947-2
	RF disturbance voltages	CISPR 22	
	RF radiated field	CISPR 22	

이 규격[19]은 교류 1000[V] 및 직류 1500[V] 미만의 차단기에 적용한다. 차단기에 대한 EMC 시험은 전자회로가 내장되어 있는 경우 오동작 및 파괴 현상을 확인하기 위하여 실시한다. EMC 관련 시험 항목 및 관련규격을 요약하면 다음 <표 16>과 같다.

**(14) 저전압 스위치 기어 및 콘트롤 기어 - 교류 반도체 모터 제어장치 및 스타터 (IEC 60947-4-2, 1999) : Product Standard**

이 규격[20]은 주로 전력용 반도체를 사용한 모터 제어장치에 주로 적용한다. 전력용 반도체를 사용하는 관계로 서지등에 민감하다는 것을 생각할 수 있다. 또한 전력용 반도체를 제어하기 위하여 전자회로 등을 사용 할 것이므로 노이즈에 약하다는 것을 생각할 수 있다. EMC 관련 시험항목 및 관련 규격을 요약하면 다음 <표 17>과 같다.

**(15) 저전압 스위치 기어 및 콘트롤 기어 - 제어 및 보호 스위칭 장치(IEC 60947-6-2, 1999) :**

**Product Standard**

이 규격[21]은 제어 및 보호 스위칭 장치(CPS)에 적용한다. 제어 및 보호 스위칭 장치는 회로에 대하여 보호 및 제어기능을 모두 제공하며 사람에게 의한 동작을 제외한 다른 방법으로 운전된다. 일반적인 내용은 앞 절의 스위치나 차단기와 동일하다. EMC 관련 시험항목 및 관련 규격을 요약하면 다음 <표 18>와 같다.

**(16) 누전 동작형 보호장치 - EMC 요건(IEC 61543, 1995):Product Family Standard**

이 규격[20]은 누전 전류에 동작하는 보호장치에 대한 EMC 요구사항이다. 그러므로 누전차단기와 같이 누전전류로 동작하는 모든 차단기류(IEC 61008 및 61009 등)의 EMC 시험은 이 규격에서 정한 EMC 시험을 포함하여야 한다. EMC 관련 시험항목 및 관련 규격을 요약하면 다음 <표 19>와 같다.

<표 17>

교류반도체 모터 제어장치의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for AC semiconductor motor controller

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Voltage dips and interruptions	IEC 61000-4-11	
	1.2×50 - 8×20(μs)surge	IEC 61000-4-5	
	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	
	Power frequency magnetic field	IEC 61000-4-8	
EMI	Harmonic and communication notches		IEC 60947-4-2
	Harmonic and voltage fluctuation	CISPR 11	
	High - frequency emission	CISPR 11	

<표 18>

제어 및 보호 스위칭 장치의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for control and switching devices

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Voltage and current dips and interruptions	IEC 61000-4-11	
	1.2×50 - 8×20[μs]surge	IEC 61000-4-5	
	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	
	Power frequency variations		IEC 60947-6-2
	Harmonics		IEC 60947-6-2
EMI	Emission	CISPR 11	

<표 19>

누전 동작형 보호장치의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for residual current operated protective devices

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Harmonics and inter harmonics		IEC 61543
	Signaling voltage		IEC 61543
	Voltage fluctuation		IEC 61008-1, 9-1
	Voltage dips and interruptions		IEC 61008-1, 9-1
	Voltage unbalance		IEC 61008-1, 9-1
	Power frequency variations		IEC 61008-1, 9-1
	Conducted oscillatory voltage & currents		IEC 61008-1, 9-1
	1.2×50 - 8×20[μs]surge	IEC 61000-4-5	
	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	
	Current oscillatory transients(ring waves)		IEC 61008-1, 9-1
	Radiated high - frequency phenomena	IEC 61000-4-6	
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	
	Radiated electromagnetic field		IEC 61000-4-4
EMI	Emission	CISPR 14	

(17) 누전 차단기 - 일반(IEC 61008-1,1996)  
: Product Standard

이 규격(17)은 과전류 보호 기능이 없는 누전 차단기에 적용한다. 이 규격에 대한 EMC 시험에 IEC

61534에서 규정한 EMC 시험을 추가하여 실시하여야 한다. 이 제품은 일반적으로 과전류 차단기능이 없는 누전 차단기에 적용한다. EMC관련 시험항목 및 관련규격을 요약하면 다음 <표 20>과 같다.

<표 20>

누전 차단기의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for residual current operated circuit breaker

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Voltage amplitude variations		IEC 61008-1
	Voltage unbalance		IEC 61008-1
	Power frequency variations		IEC 61008-1
	Current oscillatory transients(ring waves)		IEC 61008-1
	Radiated electromagnetic field		IEC 61008-1

<표 21>

과전류 보호 누전 차단기의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for residual over-current operated circuit breaker

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Voltage amplitude variations		IEC 61008-1
	Voltage unbalance		IEC 61008-1
	Power frequency variations		IEC 61008-1
	Current oscillatory transients(ring waves)		IEC 61008-1
	Radiated electromagnetic field		IEC 61008-1

<표 22>

발전소 및 변전소용 기기의 EMC 시험항목  
List of EMC tests for power generation and substation equipments

기본종류	시험종류	기본규격	비 고
EMS	Harmonics and inter harmonics	IEC 61000-4-12	
	Electrostatic discharge(ESD)	IEC 61000-4-2	
	Radiated electromagnetic field	IEC 61000-4-3	
	Fast transient burst	IEC 61000-4-4	
	1.2×50 - 8×20[μs]surge	IEC 61000-4-5	
	Conducted disturbances by RF fields	IEC 61000-4-6	
	Conducted disturbances in the range 0[Hz] to 150[kHz]	IEC 61000-4-16	
	Power frequency magnetic field	IEC 61000-4-8	
	AC voltage dips and interruptions	IEC 61000-4-11	
	Ripple on D.C power supply	IEC 61000-4-17	
	DC voltage dips and interruptions	IEC 61000-4-29	



#### (18) 과전류 보호 누전 차단기 - 일반(IEC 61009-1, 1996): Product Standard

이 규격[24]은 과전류 보호 기능이 있는 누전 차단기에 적용한다. 이 규격에 대한 EMC 시험에 IEC 61534에서 규정한 EMC 시험을 추가하여 실시하여야 한다. 이 제품은 일반적으로 과전류 차단 기능이 있는 누전 차단기에 적용한다. EMC 관련 시험항목 및 관련 규격을 요약하면 다음 <표 21>과 같다.

#### (19) 발전소 및 변전소용 기기 - EMC 요건(IEC 61000-6-5, 현재 제정 중) : Generic Standard

이 규격[25]은 Generic Standard로 발전소 및 변전소에서 사용하는 기기에 대한 EMC 평가 항목을 나열해 놓은 것이다. 전압 크기 혹은 설치 장소에 따라서 시험항목 및 시험 레벨이 서로 다르게 주어진다. 또한 인가 부위별로 시험항목 및 시험 레벨이 주어진다. 이 규격은 현재 제정중이며 EMC 관련내용을 정리하면 다음 <표 22>와 같다.

### 4. 결론

대표적 국제규격인 IEC 규격 중 보호 및 제어기에 해당하는 제품에 대한 전자기 적합성 평가 항목을 조사하여 보았다. 보호 제어기기에 마이크로 프로세서, 디지털 제어 및 통신기술들이 접목되면서 EMC 평가항목이 더욱 강화됨을 느낄 수 있었다. 국내에서도 보호계전기와 원격검침장치 등 신기술을 이용한 제품들이 개발되고 있는 단계이므로, 이러한 EMC 중요성을 빨리 인식하여 대처하는

것만이 기술 우선시대에 살아남는 길이라고 생각한다. 보호 및 제어기에 관련 EMC 규격을 검토한 결과를 정리하면 다음과 같다.

(1) 보호 및 제어기에 대한 전자기 적합성(EMC) 시험항목이 빠르게 증가함을 알 수 있었다. 일반적으로 첨단 디지털 기술을 사용한 신제품은 기능은 좋지만 서지나 노이즈 중에 약하다는 평을 받아왔다. 이러한 사항이 개선되지 않는 한 신기술 제품 보급에 많은 지장을 초래할 것이다. 그러므로 디지털 전자회로를 활용한 신제품이 현장에서 바로 사용하기 위해서는 신제품마다 국제규격에 따른 EMC 성능평가를 실시하여 서지 및 노이즈에 강한 제품을 만들어야 한다고 사료된다.

(2) 최근에는 전력선을 이용한 통신, 원격제어 및 원격검침, 원격 보호기술 등이 실용화단계에 들어서고 있다. 다만 전력선은 서지나 고조파와 같은 모든 외란의 전기적인 통로임을 감안할 때 이에 대한 대책을 강구하여야 한다고 사료된다. 좋은 신기술 제품이라도 노이즈 때문에 오동작 하거나 고장이 발생한다면 사용에 많은 문제점이 발생하게 될 것이다.

보호 및 제어기에 대한 EMC 성능평가는 많은 시간과 비용을 필요로 한다. 그러므로 산업체, 학계, 연구기관에서도 서로 역할 분담을 하여 대처하여야만 한다고 생각한다. 또한 국제 규격의 제정이나 개정시 규격의 동향을 면밀히 검토하여 가능한 관련규격에 적극적으로 반영하는 것이 처음에는 힘

든 일이지만, 결국에는 무한경쟁시대에 살아남는 길이라고 생각한다.

## 참고문헌

- [1] IEC Std 60255-22-1(1988-05), Electrical Disturbance Tests for measuring Relays and Protection Equipment - Part1:1 MHz burst disturbance tests
- [2] IEC Std 60255-22-2(1996-09), Electrical Disturbance Tests for measuring Relays and Protection Equipment - Section 2:Electrostatic discharge tests
- [3] IEC Std 60255-22-3(2000-07), Electrical Disturbance Tests for measuring Relays and Protection Equipment - Radiated Electromagnetic discharge tests
- [4] IEC Std 60255-22-4(1992-03), Electrical Disturbance Tests for measuring Relays and Protection Equipment - Section 4:Fast transient disturbance test
- [5] IEC Std 60255-22-5(95/103/CDV), Electrical Disturbance Tests for measuring Relays and Protection Equipment - Surge Test
- [6] IEC Std 60255-22-6(95/86/CDV), Electrical Disturbance Tests for measuring Relays and Protection Equipment - Immunity to Conducted Disturbances, Induced by Radio Frequency Fields
- [7] IEC Std 60255-22-7(95/101/CD), Electrical Disturbance Tests for measuring Relays and Protection Equipment - Power Frequency Interference Tests.
- [8] IEC Std 60694(2000), Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards
- [9] IEC Std 60265-1(1998), Switches for rated voltages above 1kV and less than 52kV
- [10] IEC Std 60870-2-1(1995-12), Operating conditions-Power supply and electromagnetic compatibility
- [11] IEC Std 61326-1(1998), Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements:General requirements
- [12] IEC Std 60687(1992-02), Alternating current static watt=hour meters for active energy (classes 0,2S and 0,5S)
- [13] IEC Std 61036(1996-09), Alternating current static watt=hour meters for active energy (classes 1 and 2)
- [14] IEC Std 61037(1998-12), Electricity metering-Tariff and load control-Particular requirements for electronic ripple control receivers
- [15] IEC Std 61038(1990-11), Time switches for tariff and load control
- [16] IEC Std 61268(1995-09), Alternating current static var-hour meters for reactive energy (classes 2 and 3)

[17] IEC Std 62053-31(1998-01), Pulse output devices for electromechanical and electronic meters(two wires only)

[18] IEC Std 60947-1(1999-02), Low-voltage switchgear and controlgear-General rules

[19] IEC Std 60947-2(1999-02), Low-voltage switchgear and controlgear-Circuit-breakers

[20] IEC Std 60947-4-2(1999-02), Low-voltage switchgear and controlgear-Contactors and motor-starters-AC semiconductor motor controllers and starters

[21] IEC Std 60947-6-2(1999-02), Low-voltage switchgear and controlgear-Multiple function equipment-control and protective

switching devices

[22] IEC Std 61543(1995-04), Residual current-operated protective devices for household and similar use

[23] IEC Std 61008-1(1996-12), Residual current-operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar use-General rules

[24] IEC Std 61009-1(1996-12), Residual current-operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar use-General rules

[25] IEC Std 61000-6-5, Generic standards - Immunity for power station and substation environments

