전력 및 계측제어 설비에 대한 전자파적합성(EMC) 규격 고찰(하)

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

4. 전자파 내성 및 방출 시험

기기, 장치, 또는 시스템이 제한치를 초과하여 전자파 장해를 일으키지 않고, 또 주어진 전자파 환경에서 만족하게 동작할 수 있는지 그 기능을 검증하기 위해 전자파 내성시험과 방출시험을 실시하여야 한다. 따라서 이 장에서는 각 규격에 규정되어 있는 요건을 비교함으로써 구매시방서 및 기술기준의 작성시에 올바른 방향을 제시하고자 한다.

가. 전자파 내성시험

(1) 무선주파 내성 시험

(가) 개 요

원자력 발전소를 포함한 국내 발전소의 통신계통은 기본적으로 유선계통으로 구성되어 있으나 유선통신 설비와의 의사소통을 원활하게 하고 발전소의 비정상 또는 비상상황시 신속하게 대응하기 위해 무선 통신의 적용이 필요하게 되었다. 또한 발전소 건설시 발전소내 통신계통이 완성되기 전 구조물공사, 기기설치 및 시운전시의 통신에 일부 워키토키와 같은 무선통신장비를 활용하여 업무의 효율을 높이고 있다. 따라서 워키토키와 같은 고출력 휴대용 무전기도 필요하다.

이와 같이 발전소 내에서 사용하는 무선 통신설비에서 발생하는 불요 전자파에 의해 설비가 영향을 받지 않도록 하기 위해 무선 통신설비로부터 발생하는 무선주파 장해(RFI)에 대해 견디도록 요구하고 있다.

(나) 관련 규격

1) IEEE C37.90.2(1995) Withstand capability of relay systems to radiated electromagnetic interference from transceiver

최근 수년 동안 휴대용 송수신기(워키토기)의 이용이 증가하였고, 이 송수신기가 정지형 보호계전기에 접근하여 동작하였을 때, 이 송수신기는 국부적으로 높은 전계를 발생시켜, 계전기의 성능에 영향을 줄 수 있다. 이 규격은 정지형 보호계전기의 방사 장해 내성 능력을 검증하기 위해 제정하였다.

〈표 12〉 무선주파 내성시험 요건 비교

비교항목	IEEE C37.90.2	IEC 61000-4-3		IEC 60255-22-3
		일 반 용	디지털 무선전화기	
시험 주파수	25~1,000MHz	80MHz~1,000MHz	800MHz~960MHz 1.4~2.0GHz	80MHz~1000MHz
시험 강도	35V/m	3V/m(2등급)[1] 10V/m(3등급)[2]	3V/m(2등급) 10V/m(3등급) 30V/m(4등급)	10V/m
시험거리	1m	3m	3m	1m
스위프율	1.5×10^{-2} decade/s	1.5×10^{-3}decade/s	1.5×10^{-3}decade/s	1.5×10^{-2}decade/s

주 1) 2등급은 중간적인 전자방사 환경. 계전기에서 1m 떨어져서 중간 출력의 휴대용 송수신기가 사용되고 있다(상업적 환경).
2) 3등급은 가혹한 전자방사 환경. 계전기에서 0.5m 떨어져서 고출력 송수신기가 사용되고 있다(산업적 환경).

2) IEC 61000-4-3(1998)(Amd2-2000) 방사 무선 주파 전자기장 내성시험

이 규격은 전기, 전자 기기의 내성에 적용되는 것으로 시험 한계값과 요구되는 시험절차에 대하여 규정하며 고주파 전자계를 인가했을 때 전기, 전자 기기의 성능을 평가하기 위한 일반적인 기준이다.

3) IEC 60255-22-3(2000) 방사무선 전자계 내성시험

이 규격은 정지형 보호계전기의 방사무선 전자계 내성시험에 대한 일반요건을 규정하는 제품 규격이다. 이 시험은 정지형 보호계전기가 주파수 80MHz~1,000MHz 범위에서 동작하는 송수신기와 같은 방사원의 전자계에 노출되었을 때 오동작하지 않는 것을 입증하기 위한 것이다.

(다) 요건 비교

각 규격에서 규정하는 무선주파 내성시험 요건은 표 12와 같다. 무선주파 내성시험의 시험 규격으로 원자력 발전소에서는 IEEE C37.90.2를 적용하고 있고 일반 산업계에서는 IEC 61000-4-3과 IEC 60255-22-3을 적용하고 있다. IEC 61000-4-3은 기본 규격이고 IEC 60255-22-3은 보호계전기에 적용하기 위한 제품 규격으로서 기본적으로 유사하다. 시험강도에서 IEEE C37.90.2는 35V/m로 했는데 이는 5W 워키토키가 계전기 표면의 15cm에서 동작했을 때 미치는 영향을 가정하여 정한 값이다. 이에 반해 IEC 61000-4-3은 가혹한 전자방사 환경으로 계전기에서 0.5m 떨어져서 고출력 송수신기가 사용되고 있는 것을 가정하여 10V/m로 되어 있다. 표 13과 같이 적용 가능한 무선통신 시스템 중에 가장 가혹한 송수신기가 워키토키임을 감안하였을 때 워키토키의 사용시 1m 이격하여 사용하도록 되어 있는 경우에는 IEC 61000-4-3의 3등급을 적용하여 10V/m로 시험

〈표 13〉 적용 가능한 무선통신 시스템의 기능 검토

항 목	워키토키	WPABX	T R S
시스템 구성요소	휴대기	PABX, 고정국, 안테나, 휴대기	교환기, 기지국, 안테나, 휴대기
사용가능 휴대기 출력	5W	최대 10mW	차량용 20W, 이동용 1W
사용가능 주파수	UHF Radio system (460MHz)	910~914MHz(한국) 864~868MHz(국제)	806~811MHz, 851~856MHz 371.5~376.5MHz, 389.5~394.5MHz

하는 것이 가능하나 워키토키의 사용시 이격거리의 제한이 없는 환경에서는 시험강도를 IEEE C37.90.2에 따라 35V/m로 높이는 것이 불가피하다.

(라) 워키토키의 이격거리에 따른 전계강도

워키토키 사용시 이격거리에 따른 전계강도는 각 규격에서 규정하고 있는 전계와 출력과 거리와의 산출 공식을 이용하여 구했을 때 표 14와 같다. 실제 측정값은 실제 측정시 안테나와 전송기 효율이 저하되기 때문에 이론적인 값보다 작아진다.

(마) 시험 방법의 선정

시험은 60255-23에 따르면 다음과 같이 3가지 시험방법이 있다.

① 방법 A : 차폐실에서의 시험

② 방법 B : 스트립선로에서의 시험

③ 방법 C : 휴대용 송수신기를 이용한 시험

차폐실에서 하는 것이 원칙이나 피시험체의 크기가 매우 크거나 시험설비 용량이 부족한 경우에 간이 방법으로 휴대용 송수신기를 이용하여 시험할 수도 있다. 이 경우에는 시험 전계와 휴대용 송수신기와의 출력이 동등함을 입증해야 한다.

(바) 시험 주파수의 선정

발전소 무선 통신 계통의 사용 주파수는 표 13과 같이 300~1,000MHz이므로 IEC 61000-4-3에 따른 80~1000MHz로 하더라도 문제가 없다.

(2) 서지 내성 시험

(가) 개 요

서지는 낙뢰, 부하 개폐 및 선로 사고에 의해 발생되는 단방향 펄스로서 전형적인 서지 파형은 1.2㎲의 상승시간과 50㎲의 지속시간을 갖는다. 서지 내성시험은 전기적인 급속과도 현상에서 발생하는 과전압 및 과전류 서지에 대한 장해를 견디는지를 확인하는 시험이다. 서지라 함은 임의의 선로나 회로를 따라 전달되는 전압, 전류 또는 전력의 과도적인 파형으로서 급격히 증가했다 서서히 감소하는 특성을 지니고 있으며 주요 원인으로는 뇌 서지와 전기계통의 과도현상에 의한 개폐 서지가 있다. 서지는 보통 1km 이내에서 소멸되는 것이 보통이지만 서지에 의해 기기가 파손될 우려가 있기 때문에 서지에 견디는지를 확인하기 위하여 서지시험을 실시한다. 여기에서는 규격에서 규정하고 있는 서지의 종류와 시험방법을 비교 검토하였다.

(나) 관련 규격

1) IEC 61000-4-4(1995)(Amd1-2000) 급속 과도파 내성시험

이 규격은 반복되는 전기적 급속과도 현상에 대해 장비의 내성 요구치와 시험방법에 관련되는 규격으로서 시험

〈표 14〉 워키토키의 전계강도

비교항목	EPRI TR 102323	IEC 61000-4-3	IEEE C37.90.2	
			이론적인 값	실제 측정값
전계강도 산출공식[1]	$E=\frac{\sqrt{30\times P}}{d}$	$E=\frac{(1.6\sqrt{P})}{d}$	$E=\frac{(7.02\sqrt{P})}{d}$	-
5W 워키토키, 1m 이격시	12.5V/m	3.5V/m	15.6V/m	5V/m
5W 워키토키, 15cm 이격시	81.6V/m	33.7V/m	105V/m	35V/m

주 1) 전자파 민감기기로부터의 최소 이격거리(m), P = 무선통신기기의 유효 방사출력(W), E = 무선통신 전기장 방출 제한치

레벨과 시험순서를 확립하기 위한 것이다. 즉, 전원선, 신호선 등에 급속과도파를 인가할 때 장비의 동작상태를 평가하기 위함이다.

2) IEC 61000-4-51995)(Amd1-2000) 서지 내성시험

이 규격은 스위칭과 낙뢰 과도 현상으로 인한 과전압에 의해 일어날 수 있는 단방향성 서지에 대한 기기의 내성 요구사항, 시험방법, 권장되는 시험레벨을 정의하고 있으며, 전원선 및 상호 접속선에 높은 방전 에너지를 인가하여 기기의 성능을 평가하기 위한 것이다.

3) IEC 61000-4-12(1995)(Amd1-2000) 진동파 내성시험

이 규격은 진동파에 대한 장비의 내성 요건을 규정하고 있으며, 시험 전압과 전류 파형, 시험레벨, 시험장비, 시험 배치 및 시험절차를 정의하고 있다.

4) IEC 60255-22-1(1988) 1MHz 진동파 장해시험

이 규격은 정지형 계전기의 1MHz 진동파 장해시험 요건을 규정하고 있다.

5) IEC 60255-22-4(1992) 급속 과도파 장해 시험

이 규격은 정지형 보호계전기에 대한 급속 과도파 장해 시험의 일반요건을 규정한다. 이 시험은 피시험품이 전기를 통전하거나 유도성 부하의 개폐와 계전기 접점의 바운싱(Bouncing)과 같은 급속 과도파에 노출되었을 때 오동작하지 않는 것을 입증하기 위한 것이다.

6) IEEE C37.90.1(1989) Standard surge withstand capability(SWC) tests for protective relays and relay systems

이 규격은 정지형 계전기 및 디지털 계전기에 대한 형식시험에 적용하고, 기타 설비에 대해서도 적용될 수 있다.

7) IEEE C62.41(1991) IEEE Recommended practice on surge voltages in low-voltage AC power circuits, IEEE C62.45(1992) IEEE Guide on surge testing for equipment connected to low-voltage AC power circuits

이 규격은 전력 서지 내력과 관련하여 서지 파형 및 크기, 시험장치 및 시험방법을 규정하고 있으며, NRC DG 1029에서 원자력 발전소 내 안전관련 계측제어 계통들에 대하여 IEEE C62.41과 IEEE C62.45의 적용을 승인하고 있다. IEEE C62.41에서 위치와 노출 정도로 구분하여 서지파형을 정의하고 있는데 범주 A는 계통기기 설치로부터 10m 이상 떨어진 분기회로를, 범주 B는 10m 이하의 짧은 분기회로 및 피더를, 범주 C는 외부를 의미한다. 저 노출 레벨은 경 부하, 낮은 스위칭 서지가 발생되는 지역, 중간 노출 레벨은 높은 스위칭 서지가 발생되는 지역. 고 노출 레벨은 그 이상의 서지가 발생되는 지역으로 정의하고 있다. 여기에서는 범주 B 위치에 저 노출 레벨과 중간 노출 레벨 지역을 기준하여 작성하였다.

(다) 파형 비교

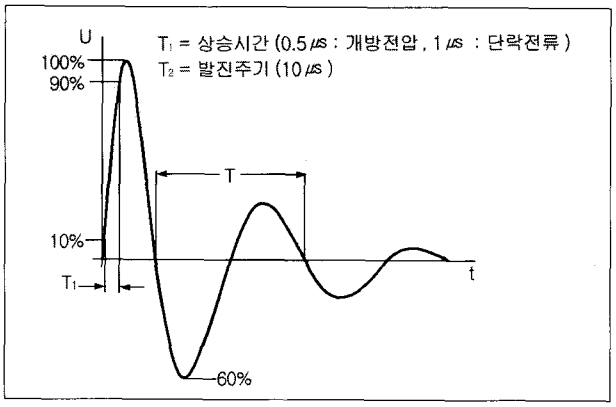
링파와 감쇠 진동파 서지는 IEC 61000-4-12에서 링파와 감쇠 진동파 서지에 대해 규정하고 있고, IEEE C62.41과 IEEE C62.45에서는 링파 서지, IEEE C37.90.1에서는 감쇠 진동파 서지에 대해 규정하고 있는데, 링파 서지에서 IEC 61000-4-12와 IEEE C62.41, IEEE C62.45가 파형이 서로 유사하다. 조합파 서지는 IEC 61000-4-5와 IEEE C62.41, IEEE C62.45에서 규정하고 있는데, 파형 요건이 서로 유사하다. 급속과도파 서지는 IEC 61000-4-5와 IEEE C62.41, IEEE C62.45가 유사하고, IEEE C37.90.1이 다르게 규정하고 있다.

1) 감쇠 진동파(링파)

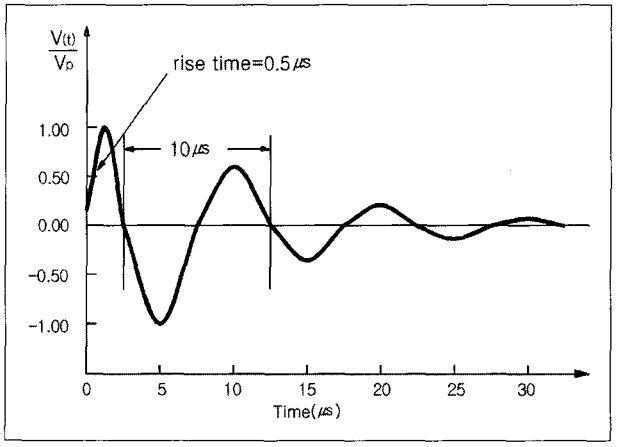
진동파형은 기기 및 시스템의 안정동작에 영향을 줄 가능성이 있다. 진동파의 주요 변수로는 반복률이 있으며, 낮은 반복률을 단발(Single Shot), 높은 반복률을 버스트(Burst)라고 한다. 단발 진동 과도현상은 링파로 알려져 있고, 진동 과도현상의 버스트는 감쇠 진동파형으로

〈표 15〉 링파 서지 내성 시험 파형

관련 규격	상승시간	진동 주파수	반복률	감쇠율	파 형
IEC 61000-4-12	0.5㎲±20%(전압) 1㎲ 이하(전류)	100kHz	1~6/min	이전 첨두치의 55~65%	그림 2
IEEE C62.41 IEEE C62.45	0.5㎲±0.15㎲	100kHz±20kHz		제2피크 : 제1피크의 40~110 % 제3~4피크 : 2~3번째 피크의 40~80%	그림 3



〈그림 2〉 IEC 61000-4-12에 따른 링파 서지



〈그림 3〉 IEEE C62.41, IEEE C62.45에 따른 링파 서지

알려져 있다. 링파는 반복하지 않는 감쇠진동 과도현상으로 번개에 의한 것 뿐만 아니라 전원 및 단자를 개폐함으로써 단자에 나타난다. 감쇠 진동파는 변전소, 발전소에서 아크가 재점호되는 개폐결과로 발생한다.

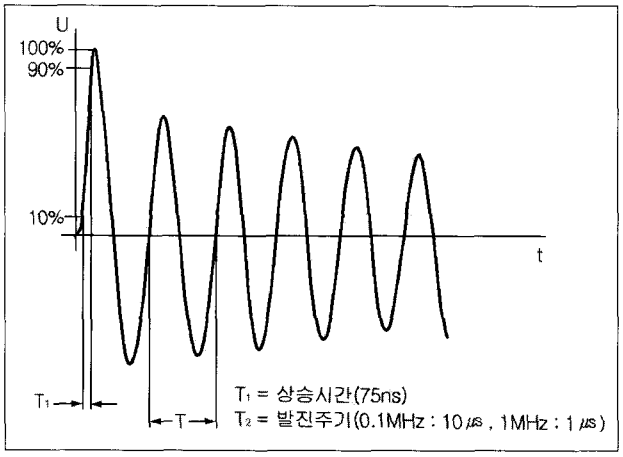
링파 서지의 특성은 표 15 및 그림 2, 3의 파형과 같으며, 감쇠 진동파 서지의 특성은 표 16 및 그림 4, 5와 같다. 서지내력 성능 시험 중 허용오차 이내의 어떠한 오동작이나 기능의 저하를 가져오면 안된다.

2) 조합파

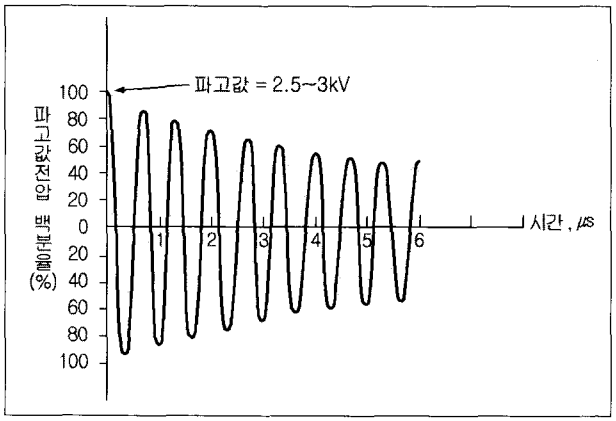
조합파는 스위칭과 낙뢰 과도현상에 의한 과전압에 의해 일어날 수 있는 단방향성 서지에 의해 나타나며 개방회로 전압 파형과 단락전류 파형으로 구분되는데 특성은 표 17 및 그림 6~9의 파형과 같으며 서지내력 성능시험 중 허용오차 이내의 어떠한 오동작이나 기능의 저하를 가져오면 안 된다.

〈표 16〉 감쇠 진동파 서지 내성 시험 파형

관련 규격	상승시간	반파고값 도달시간	진동 주파수	반 복 률	감 쇠 율	인가시간	파 형
IEC 61000-4-12	75ns		100kHz와 1MHz	40/s(0.1MHz) 400/s(1MHz)	3번째와 6번째 첨두치의 50%	2초 이내	그림 4
IEC 60255-22-1	75ns		1MHz±10%	360~600/s	3번째와 6번째 첨두치의 50%		
IEEE C37.90.1		6㎲ 이하	1~1.5MHz	50/s		2초 이하	그림 5



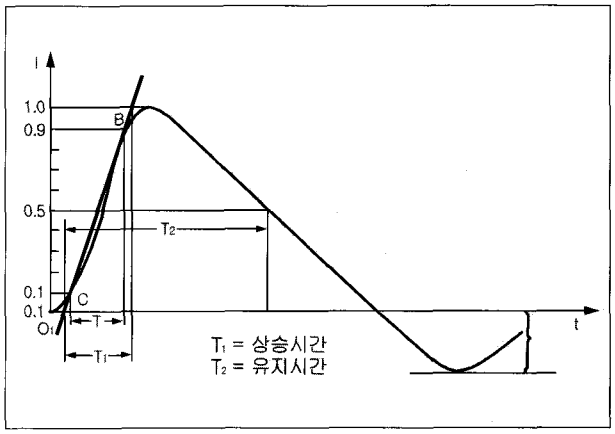
〈그림 4〉 IEC 61000-4-12에 따른 감쇠 진동파 서지



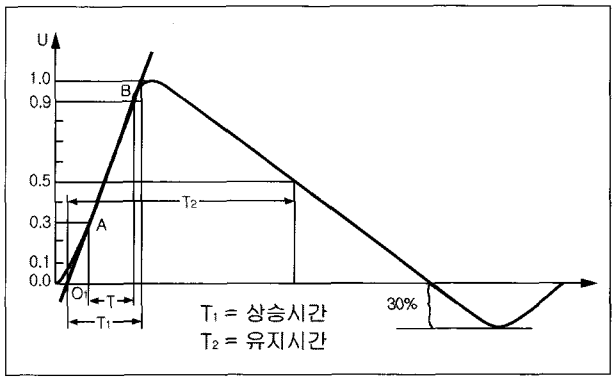
〈그림 5〉 IEEE C37,90,1에 따른 감쇠 진동파 서지내력 시험파형(개방회로)

〈표 17〉 조합파 서지 내성 시험 파형

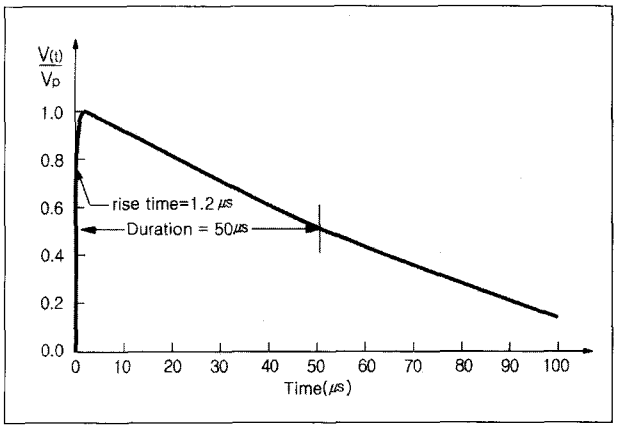
관련 규격		상승시간	유지시간	파형
IEC 61000-4-5	개방전압	1.2 ㎲	50 ㎲	그림 6
	단락전류	8 ㎲	20 ㎲	그림 7
IEEE C62.41 IEEE C62.45	개방전압	1.2 ㎲	50 ㎲	그림 8
	단락전류	8 ㎲	20 ㎲	그림 9



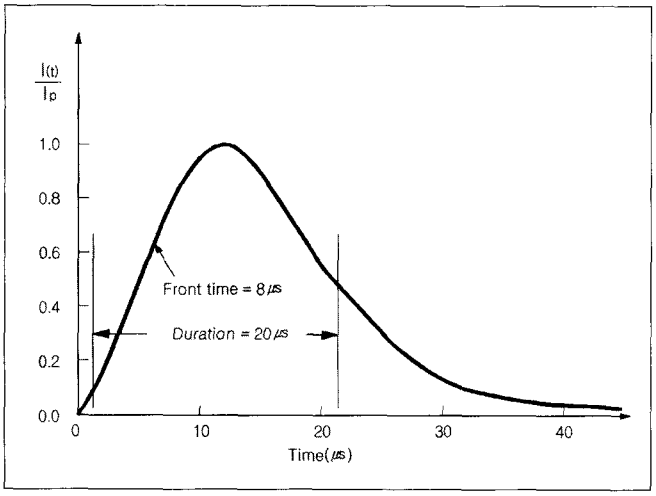
〈그림 6〉 IEC 61000-4-5에 조합파(개방전압)



〈그림 7〉 IEC 61000-4-5에 조합파(단락전류)



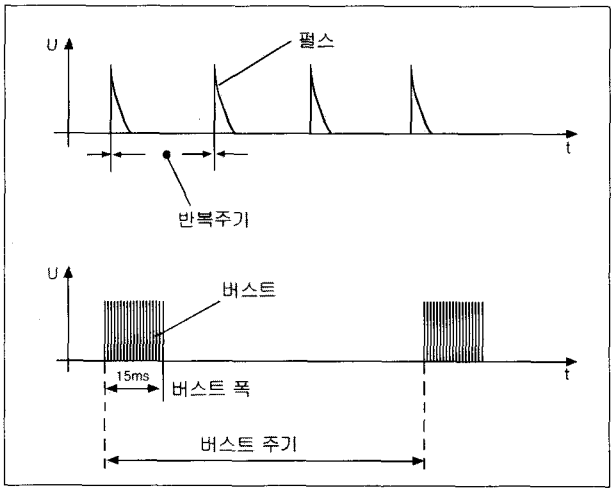
〈그림 8〉 IEEE C62.41에 따른 조합파(개방전압)



〈그림 9〉 IEEE C62.41에 따른 조합파(단락 전류)

〈표 18〉 급속 과도파 서지 내성 시험 파형

관련 규격	펄스 상승시간	펄스 유지시간	버스트 구간	버스트 주기	파형
IEC 61000-4-4	5ns± 30%	50ns± 30%	15ms± 20%	300ms± 20%	그림 10
IEEE C37.90.1	10ns 이내	150ns			그림 11
IEEE C62.41 IEEE C62.45	5ns	50ns	15ms		그림 12 그림 13



〈그림 10〉 IEC 61000-4-4에 따른 급속 과도 버스트 시험파형

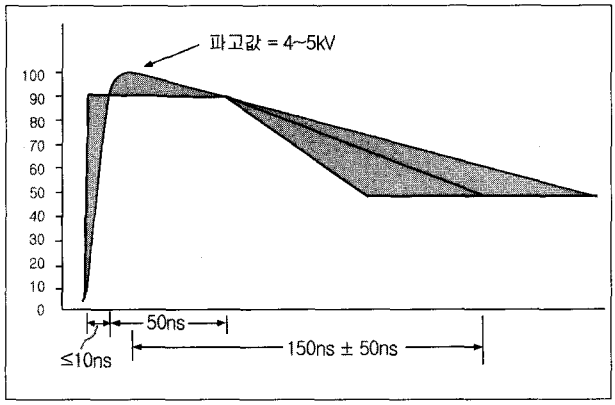
3) 급속 과도 버스트

급속 과도 버스트는 스위칭 과도현상(유도성 부하들의 차단, 계전기의 접점순간 바운싱)에 의해 발생하는 비 방향성 반복 펄스 형태이며, 특성은 표 18 및 그림 10~13과 같다.

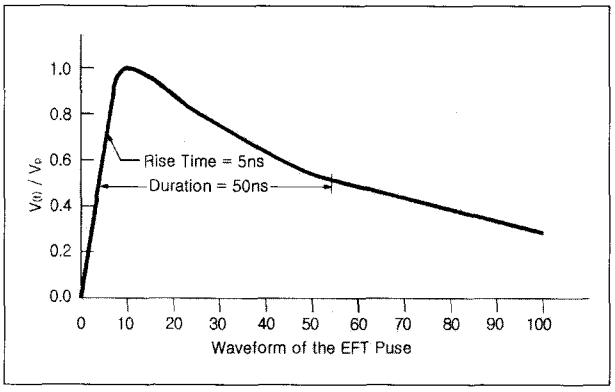
(3) 정전기 내성 시험

(가) 개 요

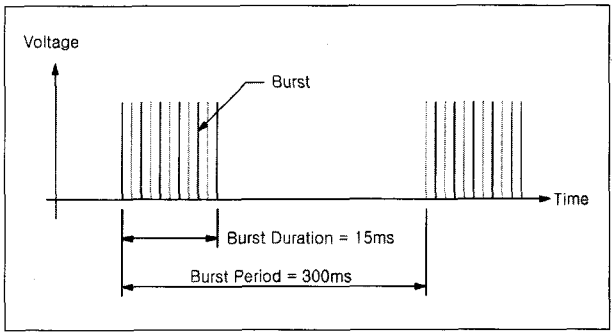
정전기란 "서로 다른 전위의 두 물체 사이에서서 직접적인 접촉이나 전자기상에 의한 유도로서 정전하가 교환되는 현상"이라고 미국방성 규격 DOD-HANDBOOK-263은 정의하고 있으며, 이 현상은 전기 · 전자소자 등의 동작에 피해를 주고 있는데 경우에 따라서 소자 자체를 파괴하고 가연성 재료를 폭발시키기도 한다. 마이크로 전자부품이 광범위하게 사용되면서 제품/시스템의 신뢰성을 높이기 위해 정전기 방전으로부터 기기를 보호하는 문제가 제조자 및 사용자에게 상당히 중요한 것으로 인식되고 있다. 기기와 시스



〈그림 11〉 IEEE C37.90,1에 따른 급속 과도파 서지내력 시험파형(개방회로)



〈그림 12〉 IEEE C62.41, IEEE C62.45에 따른 급속 과도파 펄스



〈그림 13〉 IEEE C62.41, IEEE C62.45에 따른 급속 과도파 버스트

템이 광범위하게 사용되는 산업시설에서는 정전기 축적과 그에 따른 방전 문제가 보다 심각하다. 정전기 방전 내성시험은 조작자로부터 직접 또는 근접 물체에 의해 발생하는 정전기 방전 현상에 대해 기기의 내성을 평가하기 위한 시험으로, 대전된 인체가 금속 물체를 손에 쥐고 기기에 방전했을 때 발생하는 전류 파형을 가정해서 시험하고 있다.

(나) 관련 규격

1) IEC 61000-4-2(1999)(Amd2-2000) 정전기 방전 내성시험

이 규격은 IEC의 TC 77(전자파 적합성)의 소 분과위원회인 77B(고주파 현상)에서 작성하였다. 이 규격은 IEC 801-2(1991)에 기초하고 있다. IEC 801-2는 1989년 12월의 ACEC 회의에서의 권고에 따라 이 규격의 적용범위가 모든 종류의 전기, 전자 기기로 확대됨에 따라 기술적 내용의 변동없이 IEC 61000-4-2(1995)로 대체되었다. 현재는 IEC 61000-4-2(1999)(Amd2-2000)로 개정되어 적용하고 있다.

2) IEC 60255-22-3(1989) 정전기 방전시험

이 규격은 정지형 보호계전기의 정전기 방전시험에 대한 일반요건을 규정하고 있다. 이 시험은 피시험품이 전기를 통전하거나 정전기 방전에 노출되었을 때 오동작하지 않는 것을 입증하기 위한 것이다. 이 규격은 기본 규격인 IEC 61000-4-2을 제품 규격화한 것으로 보다 구체적으로 규정되어 있고 정지형 보호 계전기에만 적용한다.

3) IEC CISPR 24(1997) 정보 기술장치의 내성 허용값과 측정방법

이 규격은 정보기술장치(ITE)의 내성에 관한 제품군 규격이고, 내성시험에 필요한 측정 방법, 제한치, 시험 종류, 시험 레벨, 제품 동작 조건 및 판정기준을 규정하고 있다. 시험 방법은 기본 규격을 단지 인용하고 있다.

(다) 요건 비교

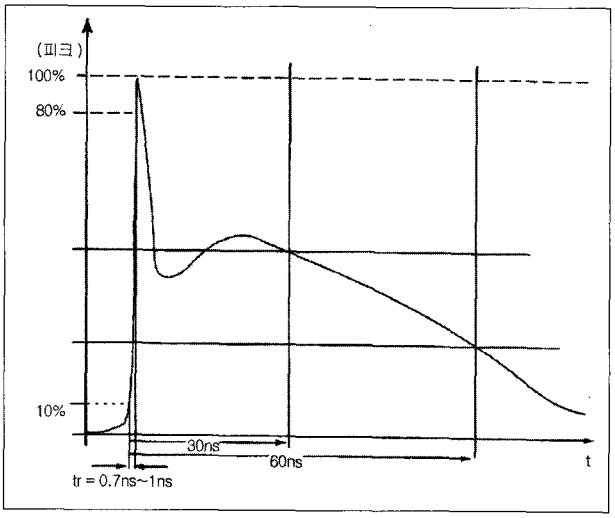
EPRI TR 102323에서는 정전기 내성 시험으로 IEC 801-2를 인용하고 있다. 그러나 표 19와 같이 IEC 61000-4-2가 IEC 801-2와 기술적으로 동등하고, 국내 시험소가 IEC 61000-4-2에 따라 인증하여 주기 때문에 폐지된 IEC 801-2보다 IEC 61000-4-2을 적용하는 것이 보다 합리적이다. 또한 IEC 61000-4-2와 IEEE C63.16은 시험 파형이 거의 유사하다.

라) 정전기 방전 인가 방법

정전기 방전 시험은 인가방법에 따라 직접 인가 시험과

〈표 19〉 정전기 방전 시험 파형

비교 항목	IEC 801-2	IEC 61000-4-2	IEC 60255-22-2	IEEE C 63.16
충전용량	150pF	150pF±10%	150pF±10%	150pF±10%
방전저항	330Ω	330Ω±10%	330Ω±10%	330Ω±10%
시험레벨	8kV(접촉), 15kV(기중)	8kV(접촉), 15kV(기중)	8kV(접촉), 15kV(기중)	8kV(접촉), 15kV(기중)
유지시간	5초 이상	5초 이상	5초 이상	5초 이상
방전간격	1초	1초	1초	1초
방전 횟수	10회(정극성/부극성)	10회(정극성/부극성)	10회(정극성/부극성)	10회(정극성/부극성)
파형		그림 14		



〈그림 14〉 IEC 61000-4-2에 따른 정전기 방전 발생기 출력 전류의 대표적인 파형

간접인가 시험이 있는 데 직접 인가 시험은 다시 접촉 방전과 기중 방전으로 나뉘고, 기중 방전법은 피시험품의 접근 가능한 표면이 비전도체일 경우에만 적용한다. 간접인가 시험은 수평결합판(HCP)에 대한 방전과 수직 결합판(VCP)에 대한 방전으로 이루어져 있다. 직접 방전 시험은 피시험기를 정상 사용할 때(유지 보수 포함) 사람이 접촉할 수 있는 피시험기의 각 점 또는 표면에만 인가해야 한다. 유지 보수시에만 접촉할 수 있는 점에 대해서는 제조자나 사용자가 동의하지 않는 경우 방전을 인가하지 않는다. 접촉방전의 경우, 도전성의 기판이 페인트 칠 된 경우에는 이 코팅이 절연 코팅이 아닌 경우, 발생기의 립이 코팅을 침투하도록 하여 도전성의 표면에 접촉시키나 이 코팅이 절연 코팅인 경우에는 기중 방전 시험을 행한다.

나. 전자파 방출시험

전자파 발생 기기로부터 방출되는 전자파가 다른 기기의 성능 등에 장해를 줄 수 있기 때문에 전자파 발생기기에 의해 발생되는 전자파를 제한하고 있다. 전력기기 중에 전자파를 발생시키는 주요 기기로는 충전기 및 인버터, 개폐 제어장치, 차단기, 전동기가 있다. 충전기 및 인버터는 FCC에 따라 450kHz~30MHz 주파수 대역에서 전도 방출 시험과 30MHz~1,000MHz 주파수 대역에서 방사 방출 시험을 하도록 규정하고 있다. 개폐 제어장치는 2차 계통의 전자장치에 대해 CISPR 11에 따라 150kHz~30MHz 주파수 대역에서 전도 방출 시험과 30MHz~1,000MHz 주파수 대역에서 방사 방출 시험을 하도록 규정하고 있다. 2차 장치의 전자장치 중에 전자파를 발생시키는 기기로는 전환형 전원 공급장치, 고주파 클럭 마이크로프로세서와 계전기가 있다. 저압 차단기는 2차 계통의 전자장치에 대해 CISPR 11에 따라 150kHz~30MHz 주파수 대역에서 전도방출 시험과 150kHz~

1000MHz 주파수 대역에서 방사방출 시험을 하도록 규정하고 있다. 2차 장치의 전자장치 중에 전자파를 발생시키는 기기로는 계전기와 전자 접촉기가 있다. 전자회로가 없는 차단기는 개폐동작 중에만 전자파장해를 일으킬 수 있다. 장해가 발생하는 시간은 수 ms 정도이다. 이러한 방출의 주기, 레벨, 결과는 전자파환경의 일부로 고려된다. 따라서, 전자파방출 요건은 만족되어야 하며, 이에 대한 검증이 필요하지 않다. 전자회로(예, 전환형 전원 공급장치, 고주파 클럭 마이크로프로세서가 포함된 회로)를 지닌 차단기는 전자파장해를 연속적으로 발생시킬 수 있고, CISPR 11 또는 CISPR 22에 따라 150kHz~30MHz 주파수 대역에서 전도 방출 시험과 30MHz~1,000MHz 주파수 대역에서 방사 방출 시험을 하도록 규정하고 있다. 전동기는 시스템에 접속되었을 때 제한치 이상의 방사 및 전도 전자파가 발생하지 않는지를 검증하기 위해 CISPR 11에 따라 150kHz~30MHz 주파수 대역에서 전도 방출 시험과 30MHz~1,000MHz 주파수 대역에서 방사 방출 시험을 하도록 규정하고 있다.

(1) 관련 규격

(가) CISPR 11(1999) 공업, 과학 및 의료용 기기의 전자파 장해의 허용값과 측정방법

이 규격은 산업, 과학 및 의료 장치(ISM)의 무선 주파 특성에 대한 전자파 장해 측정 방법과 한도를 규정하고 있는 제품군 규격이다.

(나) CISPR 22(1997)(Amd1-2000) 정보 기술장치의 장해파 허용값과 측정방법

이 규격은 정보 기술 장치(ITE)의 무선 주파 특성에 대한 전자파 장해 측정 방법과 한도를 규정하고 있는 제품군 규격이다. 이 규격은 정보 기술 장치의 무선 주파 장해 크기에 대한 균일한 요건을 수립하고, 장해 한도를 정하며, 측정 방법을 기술하고 있다. 또한 시험조건과 시험결과의 해석을 표준화하고 있다.

(다) FCC part 15, subpart B, Class A

FCC 법령은 무선 및 전자기기의 무선주파수 장해를 제어하기 위한 기술적인 요건을 규정하고 있다. Part 15는 무선주파 기기이고, Subpart B-비의도적 방사기기이며, Class A는 업무용 기기를 말한다. 전도 방출과 방사 방출에 대한 제한치를 규정하고 있다. 시험절차는 IEEE C63.4를 따르도록 규정하고 있다.

(라) IEEE C63.4(1992) Methods of measurement of radio-noise emission from low-voltage electrical and electronic equipment in the range of 10kHz to 40GHz

이 규격은 주파수 범위 9kHz~40GHz에서 저압 전기 및 전자 기기로부터 방출되는 무선주파 잡음을 측정하는 방법을 규정하고 있으며, 방사 및 교류 전력선로 전도 무선주파 잡음의 측정 방법을 포함하고 있다. 이 규격은 30~1,000MHz의 주파수에서 야외 시험장, 흡수선실 및 제조자 공장과 같이 시험장을 타당화시키는 데 필요한 방법을 규정하고 있다.

(2) 시험 요건 비교

(가) 전도 방출 한계

전도 방출 한계값은 표 20과 같이 산업환경에 설치되는 제품을 기준하였을 때 FCC 규정이 가장 까다롭고, EPRI TR 102323가 가장 완화되어 있다.

(나) 방사 방출 한계

방사 방출 한계값은 표 21과 같이 MIL STD가 가장 까다롭고, 측정거리도 1m로서 다른 규격의 10m보다 매우 짧다. 이는 군수용품 전자장비의 방사방출을 제한하기 위한 값으로서 충전기와 같은 전력설비에는 적용하기 어렵다.

〈표 20〉 전도 방출 한계

적용 규격	주파수 대역 (MHz)	한도값(dBμV), 준파고치	비 고
FCC part 15, subpart B, Class A(충전기)	0.45~1.705	60	Class A
	1.505~30.0	69.5	
CISPR 11	0.15~0.50	79	Class A Group 2
	0.50~5	73	
	5~30.0	73	
CISPR 22	0.15~0.50	79	Class A 주 전원
	0.50~30.0	73	
IEC 60034-1 (전동기)	0.15~0.50	56~66	브러시 없는 전동기
	0.50~5	56	
	5~30.0	60	
IEC 60947-2 (차단기)	0.15~0.50	79	산업환경
	0.50~5	73	
	5~30.0	73	
EPRI TR 102323	0.05~0.1	112~94	
	0.1~10	94~74	
	10~400	74	
MIL STD 461D	0.01~0.5	106~72	CE 102
	0.5~10	72	

〈표 21〉 방사 방출 한계

적용 규격	주파수 대역 (MHz)	한도값(dBμV/m) 준파고치	측정거리
FCC part 15, subpart B, Class A(충전기)	30~88	39	10m
	88~216	44	
	216~960	46	
	960 초과	50	
CISPR 11	30~230	40	10m
	230~1000	47	
CISPR 22	30~230	40	10m
	230~1000	47	
IEC 60034-1 (전동기)	30~230	30	10m
	230~1000	37	
IEC 60947-2 (차단기)	30~230	30	10m
	230~1000	37	
EPRI TR 102323	0.01~1	80	1m
	1~1000	80~60	
MIL STD 461D	2~100	44	1m
	100~18000	44~89	

5. 맺음말

본 논문에서 전력 및 계측제어 설비에 대한 EMC 표준화 기관 및 제정 규격 현황, 개략적인 EMC 규격 요건 그리고 전자파 내성 및 방출 시험 요건을 고찰하였다. 앞에서 살펴본 바와 같이 전력 및 계측제어 설비에 대해 EMC 규격의 적용이 점차 확대되고 중요시되고 있는 추세이므로 EMC 요건 및 그 시험법에 대해 충분한 이해와 올바른 준비가 요구되고 있다.

EMC 요건의 적용에 있어 원자력 분야에서는 원자력의 특수성을 고려하여 계측제어 설비는 EPRI TR 102323에서 요구하고 있는 MIL STD 461D, 462D를 적용하고, 전력설비는 IEEE C63.4와 IEEE C 37.90.2를 적용하는 이원화된 체제가 불가피하다. 시험측면에서 정전기 내성 시험에서 EPRI TR 102323은 IEC 801-2를 인용하고 있지만, IEC 61000-4-2와 기술적으로 동등하고, 국내 시험소가 IEC 61000-4-2 시험요건에 따른 인증을 가지고 있기 때문에 IEC 61000-4-2을 적용하는 것이 타당하다. 서지 내성시험은 IEEE C62.41 & IEEE C62.45와 IEC 61000 시리즈에서 상승시간 및 주파수 등을 고려한 시험 파형이 유사하므로 동일하다고 볼 수 있다. 무선주파 내성시험은 IEEE와 IEC의 경우 이격거리에 따른 시험강도에서 다소 차이가 있으나 IEC 요건이 보다 합리적이다. 그런데 전력설비에 대해 적용하고 있는 미국 산업표준 규격은 설비의 국제적 호환성 측면을 고려하여 IEC 규격으로 일원화되는 추세이므로 향후 IEC 규격으로 대체 적용되어야 할 것이다. 또한 비원자력 분야에서는 국제 표준규격인 IEC 61000 시리즈를 따르는 것이 타당하다.

EMC에 대한 국내 KS 규격은 IEC 61000 시리즈의 일부분을 참조하여 제정 · 운용하고 있고, IEC 61000 시리즈 이외의 규격은 별도로 국내 규격이 제정되어 있지 않아 외국 규격을 그대로 준용하고 있는 실정이므로, 국내 기술의 재정립과 경쟁력 제고를 위하여 국내 기술기준의 제정이 시급한 실정이다.