

제 출 문

본 보고서를 「전자파내성 시험방법 개선방안 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002 . . .

연구책임자 : 김 신 겸
연구 원 : 표 유 선
 김 중 윤
 황 정 훈
 조 진 영

요 약 문

1. 과제명 : 전자파 내성 시험방법 개선방안 연구
2. 연구 기간 : 2002. 1. 1. ~ 2002. 12. 31.
3. 연구책임자 : 김신겸
4. 계획 대 진도
 - 가. 월별 추진내용

세부연구내용	연구자	월별 추진일정												비 고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
가. 국제규격연구동향 분석 ○ IEC/CISPR 규격검토 ○ 외국규제기관 규격검토	표유선													
	김종운													
	황정훈													
나. 국내 EMS 시험방법 개선안 도출 ○ KN 규격 문제점 파악 ○ KN 규격 개선안 제안	김종운													
	표유선													
	황정훈													
	조진영													
다. 연구보고서 작성	표유선													
	조진영													
분기별 수행진도 (%)		25			50			75			100			

나. 세부 과제별 추진사항

- 1) EMS 관련 국제 규격 연구 및 시험 규제 동향 분석
 - IEC/CISPR의 국내 관련 위원회(TC/77등) 연구 활동에 참여

- 본소 전파환경연구과 EMC 기준담당과 협조체제 유지
 - EN 규격등 외국의 EMS 규제안 검토
 - 인터넷을 이용한 자료 수집
- 2) EMS 세부시험방법의 고시안과 실제 시험상의 차이점 분석
- 우리소에 설치된 시험 기기를 이용하여 시험상의 문제점 파악
 - KN 61000-2, 3, 4, 5의 시험 방법안 분석
 - 시험상의 문제점 도출 및 개선안 제시
 - 국내 시험 방법 기준안에 반영

5. 연구 결과

- 1) 정전기 방전등 4개 시험 항목에 대한 세부 고찰 및 분석
- 2) 전자파 방사 균일장 생성 방법에 대한 KN규격과 TC/77방법 비교 분석
- 3) 마우스에 유기되는 버스트 파형 분석
- 4) 컴퓨터 내장 구성품 및 외장형 주변기기에 대한 전자파 내성 시험 방법 개선안 작성

6. 기대효과

- IEC 61000 시리즈 개정안에 국내 의견 반영
- 국가 표준 시험장으로써 신뢰성 유지
- KN 시리즈 개정에 반영
- 제4RF 지원센터로서의 중소기업 기술 지원 확대

7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유현황	확보방안	비고
ESD 시험장비	IEC61000-4-2	1식	전자파내성 시험용	보유		
RS 시험 장비	IEC61000-4-3	1식		보유		
EFT/BURST 시험장비	IEC61000-4-4	1식		보유		
Surge 시험장비	IEC61000-4-5	1식		보유		
CS 시험 장비	IEC61000-4-6	1식		보유		
PFM 시험 장비	IEC61000-4-7	1식		보유		
VD 시험 장비	IEC61000-4-11	1식		보유		

8. 기타사항

없음

SUMMARY

Electromagnetic susceptibility(EMS) test is introduced for the first time in 2000. It was 4 items, Electrostatic Discharge(ESD), Radiated RF Electromagnetic Field, Electrical Fast Transient/Burst Immunity. But in the year of 2002, it was added 3 test items, Conducted RF Fields, Power Frequency Magnetic Field, Voltage dips, short interruptions and voltage variations Immunity, as the importance of immunity test is raised day by day. KN standard is doing IEC61000-4 series to publish in IEC to a basis. As we have the minor problems in actual apply, it is necessary to do the supplementations in the test methods. According to this purpose, we propose the revision for the detail test methods of internal and external computer devices.

목 차

제 1 장 서 론	313
제 2 장 전자파 내성 시험 방법에 대한 고찰	316
제 1 절 정전기 내성 시험	316
1. 정전기 개요	316
2. 정전기 방전 파형	318
3. 정전기 방전 모델	319
4. 정전기 방전 시험 기준	322
5. 정전기 방전 내성 시험 방법	323
6. PESD1600 사용법	326
7. ESD GUN 특성 검사	327
8. ESD 대책	331
제 2 절 전자파 방사 내성 시험	332
1. 전자파 방사의 개요	332
2. 전자파 방사 내성 측정 시스템	332
3. RS 시험 기준 및 시험 방법	333
4. 균일장 시험	335
5. 전자파 방사 내성 대책	339
6. Dwell time과 dacade	339
제 3 절 전기적 빠른 과도현상(EFT/BURST)	
내성 시험	342
1. 전기적 빠른 과도 현상의 개요	342
2. 전기적 빠른 과도현상 시험 방법	342
3. EFT/Burst 시험시 유의 사항	346

4. FET/Burst Calibration	346
5. 버스트 시험시 마우스에 인가되는 버스트 파형 측정	347
제 4 절 서지(Surge) 내성 시험	351
1. 서지(Surge)의 개요	351
2. 서지의 발생 원인 및 종류	352
3. 서지가 전자 부품에 미치는 영향	362
4. 서지의 표준 시험 파형	364
5. 서지 시험 기준 및 시험 방법	365
6. 서지 Calibration	368
제 3 장 전자파 내성 시험 방법 개선안	370
제 1 절 개론	370
제 2 절 시험 방법 개선 안	370
제 4 장 결 론	376

제1장 서론

농업사회의 시작을 알리는 제1의 물결과 근대사회의 시발을 알리는 제2의 물결을 지나 정보의 바다에서 밀려오는 제3의 물결 속에서 우리는 살고 있으며 그 파도를 만들어 내는 정보기기 기술은 소형화, 경량화, 고속화, 대용량화의 추세에 있다. 날로 새로와 지는 정보기기는 그 기능이 다양화해지고 대용량의 데이터를 처리할 수 있게 되었지만 성능이 향상될수록 운용 환경의 미세한 변화에 민감하게 반응하게 되었다. 특히 전자파환경이 날로 악화되고 열악해짐에 따라 기기의 오작동이 발생할 확률이 더욱 높아지고 있는 것이 현실이다. 이러한 오동작이 단순히 기기의 고장으로만 귀착되는 문제가 아니라 최악의 경우 인간의 생명과도 직결될 수 있기 때문에 전자파 환경에 대한 우리의 인식을 바꾸어야 하며 동시에 제품 생산에 있어서도 이러한 문제를 고려하여 할 것이다.

국제 전자기술 사전(IEV-161-01-01)에 의하면 전자파 환경이란 “임의의 장소에 존재하는 모든 전자기적 현상의 총체; The totality of electromagnetic phenomena existing at a given location.”라고 정의한다. 이러한 전자파 환경에서 기기의 운용 능력을 평가하는 것이 EMC이다. EMC(Electromagnetic Compatibility)는 전자파적합성으로 해석되어 사용하고 있는데 IEEE의 전기·전자 표준술어 사전에 따르면 “인공시스템이 전자파 환경을 오염시켜 다른 것에 방해를 주는 일과 같은 불필요한 전자기 에너지를 방출하는 일도 또는 동시에 전자파 환경의 영향을 받는 일도 없이 그 성능을 충분히 발휘할 수 있는 능력; The ability of a device to function satisfactorily in its EM environment without introducing intolerable disturbance to that environment or to other devices.”이라고 설명되어 있다.

전자파 적합성이 성립되기 위해서는 전자기파를 방출하는 소스와 전자기파가 전달하는 경로, 그리고 방출된 전자기파에 반응하는 피사체가 있어야 한다. 전자기파의 방출 정도를 규제하는 것을 EMI(Electromagnetic Interference) 규제라고 하고 전자기파에 반응하여 그 기기의 정상동작 여부를 확인하는 것을 EMS(Electromagnetic Susceptibility) 측정이라고 한다.

전자파 적합성에 따른 적절한 규제가 없는 상황에서는 사회적으로 많은

문제를 야기시킬 수 있는데 그 중에 몇 개의 예를 들어보자. 1967년 미해군 항공모함 Forrestal호에서 출격 직전 상태에 있던 함재기의 유도탄 점화회로에 함상 레이더 신호가 간섭을 일으키면서 점화되어 승무원 134명, 전투기 72대가 손실되었다. 1990년 2월 19일 자 매일경제신문에 “서울 강남의 한 APT에서 엘리베이터가 오동작으로 인하여 타고 있던 어린이가 사망하는 사고가 있었으며 사고원인은 전자파장해로 인한 엘리베이터의 오동작으로 추정되고 있다”는 요지의 기사가 실렸으며 1998년에 전파연구소와 광운대가 공동으로 진행한 연구에 의하면 표준 전자파내성 측정의 경우 환자감시장치를 비롯한 4종 7대의 기기가 오동작을 일으켰으며, 휴대무선전화를 이용한 내성측정 시험에서도 휴대 무전기의 경우 8종 12대의 의료기기가 오동작을 일으켰으나 PCS, CDMA, ANALOG 휴대폰의 경우에는 모든 의료기기들이 내성 기준을 만족하였다는 결과가 발표되었다.

전자파 적합성에 대한 문제점을 해결하기 위해서는 두 가지 측면으로 접근할 수 있는데, 하나는 불요전자파의 방출을 억제하는 방법이고, 다른 하나는 어느 정도의 전자파 환경 내에서는 장애를 받지 않고 정상적으로 동작할 수 있도록 내성을 강화하는 방법이다. 이러한 목표를 달성하기 위해서 관련 측정 기술 및 대책기술을 개발함은 물론 복잡 다양해져 가는 전자파환경에 질서를 부여하기 위한 법적 규제를 마련하는 것은 매우 중요하다.

전자파 환경이 크게 문제시되기 시작한 때는 라디오 방송이 시작되면서라고 할 수 있다. 그 전까지의 문제는 통신상의 자연 잡음과 수신기의 내부 잡음이 주요 문제였으나 라디오 방송국이 경쟁적으로 생기면서 이에 다른 문제점을 해결하기 위해 1925년 유럽에서 UIR (International Broadcasting Union ; 라디오 방송 연합)이 발족되어 전파 잡음을 방지하는 협동 연구를 시작하였고 IEC(International Electrotechnical Commission ; 국제전기표준위원회)산하에 CISPR(International Special Committee of Radio Interference ; 국제무선장해특별위원회)가 무선 장애에 대한 제반 규정을 국제적 합의를 통해서 규정하고 국가간의 교역을 촉진하고자 1934년에 처음으로 개최되어 지금까지 활동을 계속하고 있다. CISPR의 구성 목적은 장애발생원으로부터 방송 및 무선 통신을 보호하고 전자파 방해 및 내성 측정장비의 규격 및 측정 방법을 결정하며 장애 발생원에 대한 허용기준치를 설정하며 관련 국제 기관과 협력을 추진하는 것이다. 1966년부터는 국제학술기구인 URSI(International Union of Radio Science ; 국제전파과학연맹)에서도 인공잡음을

다루기 시작하였다.

우리나라에서는 1989년 12월 30일 전파법에 전자파장해방지 및 보호기준 등 법적인 근거를 마련한 가운데 1990년 전자파장해검정규칙을 제정·공포하여 전자파장해 시험방법 및 절차에 대한 세부 기술기준을 고시하였다. 또한 전자파장해 검정 대상기기 선정을 위하여 1~3차에 걸쳐 유선 통신 단말기기 9개 품목, 정보기기 11개 품목 및 전기·전자기기 5개품목이 선정되었다. 이어서 1992년 7월 정보기기 5개 품목과 1993년 1월 전기·전자기기 5개 품목을 추가하여 총 35개 품목을 대상 기기로 선정하였고 1997년에는 자동차 및 불꽃점화 엔진구동기기류가 새로이 추가되었다. 또한 전자기장의 인체에 미치는 영향이 관심사로 대두되면서 한국전자과학회가 1996년부터 연구를 시작하여 국제비전리복사방호위원회(ICNIRP ; International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)의 기준을 토대로 1999년 5월, 전자기장 노출에 대한 인체보호기준을 마련하였고 2000년 1월 1일부터 정보통신부에서 EMS에 대한 규제를 시작하였다. 특히 EMS규제는 과거의 EMI규제(2개 항목)에 비해 규제항목이 11개 이상이 되고 우리나라에서는 2002년도(EMI는 1980년대)부터는 기존의 4개 시험 항목에서 7개 시험항목으로 늘려서 규제하고 있지만 아직 산업체에서는 생소한 감이 있어 이에 대한 대비가 부족한 실정이고 중소기업에서는 많은 어려움을 겪고 있는 상황이다.

본 연구에서는 전자파내성 시험방법에 대한 전반적인 고찰과 함께 시험방법상의 개선해야 할 부분에 대하여 다룬다.

제 2 장 전자파 내성 시험방법에 대한 고찰

제 1 절 정전기 내성 시험

1. 정전기(ESD ; ElectroStatic Discharge)의 개요

미 국방성 규격 MIL-HDBK-263에 의하면 정전기의 정의를 다음과 같이 하고 있다. "서로 다른 전위의 두 물체 사이에서 직접적인 접촉이나 전자기장 유도에 의한 정전하의 교환 ; A transfer of electrostatic charge between objects at different potentials caused by direct contact or induced by an electrostatic field". 이러한 정전기로 인하여 전지, 전자 소자 등의 동작에 영향을 주고 경우에 따라서는 소자 자체를 파괴하거나 가연성물질의 폭발을 일으키기도 한다.

정전기는 우리 생활에서 흔히 발생한다. 건조한 날에 문손잡이나 다른 금속제품을 만졌을 때의 스파크, 겨울철 털옷을 벗을 때 탁탁 튀는 스파크, 모니터를 만졌을 때의 스파크, 깃털 등이 달라붙는 현상 등이 그것이다.

이러한 정전기는 다양한 방법으로 발생하는데 일반적으로 두 물질이 상대적인 운동을 할 때, 즉 접촉이나 마찰 등의 과정에서 한쪽의 물체는 전자를 잃고 다른 쪽은 이를 받아들여 각각 양 또는 음으로 대전된다. 이 전위가 다른 두 물질이 접촉하거나 가까운 거리에 있게되면 정전기가 방전된다. 또 전자기장이 형성된 공간에 대전되지 않은 물체가 있게되면 이 물체는 전기적으로 분극화된다. 이때 이 분극화된 물체는 외부적으로 아무런 극성을 띄지 않지만 접지가 된다는지 어떠한 원인으로 한 극성의 전하가 물체 밖으로 빠져나가면 그 물체는 극성을 띄게 되어 전위가 다른 물체와 접촉하면서 정전기 방전이 된다. 이렇듯 정전기는 접촉성대전, 유도성대전 등 다양한 방식으로 생성이 된다.

접촉성 대전(triboelectric charging)은 대전 방식에서 가장 흔하며 또한 가장 중요한 것으로 두 물체가 마찰되면서 대전되는 것이다. 발생하는 정전기의 양은 재질의 종류, 근접도, 표면의 거칠기, 접촉하는 압력, 문지름(rubbing)이나 분리(separating) 속도 등의 여러 변수에 의하여 결정된다.

전기장에 의한 전기력선은 대전체에서 시작하여 대전체에서 끝난다. 대전되지 않은 물체가 대전체의 전기장에 노출되면 분극되어 가까운 쪽에는 반

정전기의 발생 방법	정전압(V)	
	10 ~ 20% 상대습도	65 ~ 90% 상대습도
카펫 위를 걷는 동작	35,000	1,500
비닐 바닥 위를 걷는 동작	12,000	250
작업대의 작업자	6,000	100
작업 지시판의 비닐	7,000	600
작업대에서 Poly Bag을 드는 동작	20,000	1,200
폴리우레탄으로 채운 작업용 의자	18,000	1,500

표 1. 일상적으로 발생하는 정전압

대 극성의 전하가 가장 먼 쪽에는 같은 극성의 전하가 모이게 되는데, 이를 유도성 대전(induction charging)이라고 한다. 유도성 대전은 접지 되지 않은 물체가 분극될 때 발생하는 것으로 분극시 발생하는 전류로 인하여 전자 부품을 파괴할 수 있다. 특히 중요한 것은 직접 접촉에 의하지 않고도 피해가

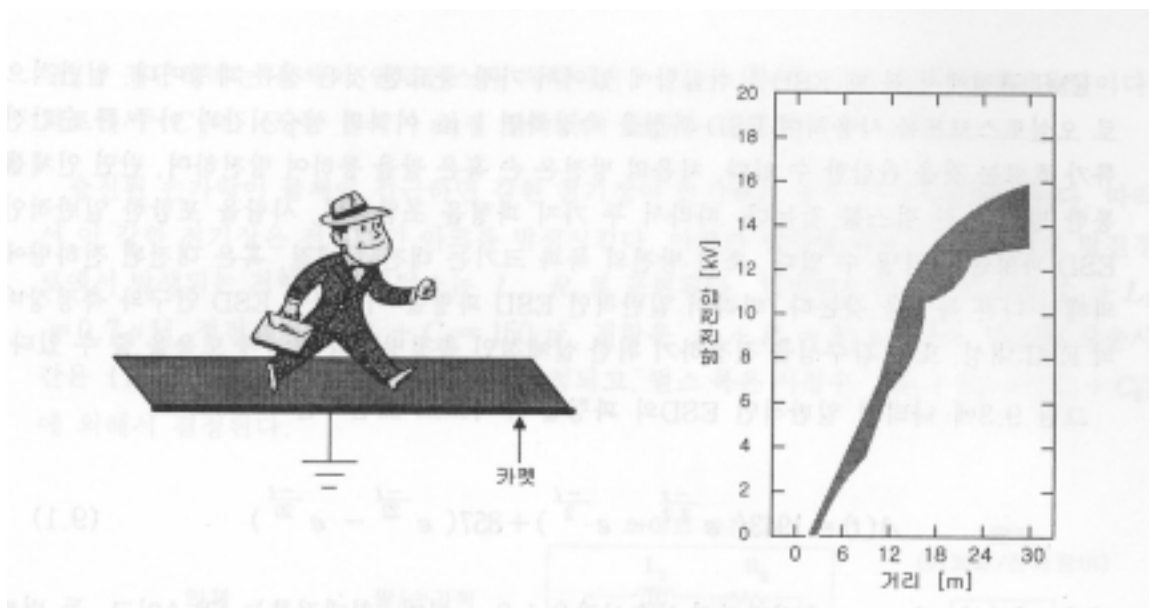


그림 6. 정전기 발생과 걸음걸이 수에 따른 방전 전압

발생한다는 사실이며 플라스틱 용기 등은 유도성 대전을 유도하므로 주의해야 한다.

세 번째로는 이온과 전자 빔에 의한 대전(ion & electron beam charging)으로 이온이나 전자, 알파 입자, X선등의 빔이 공기 분자와 충돌하여 방출하는 자유전자가 주위의 중성 공기 분자와 결합 대전을 일으키는 현상이다.

그 외에 국부적인 고온으로 인하여 전자가 방출되는 열전자 방출 하전, 빛에 의하여 전자가 방출되는 광전자 대전, 주위의 강력한 전기장에 의하여 발생하는 전기장 방출 하전, 코로나 하전 등이 있다.

요즘처럼 전기, 전자기기가 발전하고 주위에 다양한 제품을 사용하고 많은 전기를 사용하는 환경에서 정전기 발생 자체를 막을 수는 없다. 제어되지 않는 정전기는 건물의 벼락 피해, 가연성 물질의 점화 또는 폭발, 제품 생산 그러하기에 발생한 정전기로부터 기기가 오동작을 일으키지 않으려면 전기, 전자제품이 정전기 방전에 대해 내성을 갖고 있어야 한다.

정전기는 여러 요인에 의해 축적되는 전압이 달라지는데 그 중에서 가장 밀접한 영향을 미치는 것이 상대습도이다. 여름보다 겨울에 정전기가 많이 발생하는 것은 우리나라가 겨울에 상대습도가 낮아 공기의 도전성이 떨어져 전하가 누설되지 않고 축적되기 때문이다. 상대습도가 60% 이상이 되면 물체가 습기를 흡수하여 도전성이 좋아지지만 20~30% 이하이면 도전성이 떨어져 정전기가 소멸되지 않고 그대로 축적된다. 정전기방전내성 시험의 기후 환경 조건은 상대습도가 30~60%이다. 다른 EMS시험항목에 비해 규제가 큰 것은 이러한 이유 때문이다.

2. 정전기 방전 파형

정전기 방전 파형을 측정하여 보면 1ns 이하의 상승시간과 아주 큰 순간 전류가 흐르는 것을 관찰 할 수 있다. 처음의 방전은 손 혹은 발을 통하여 이루어지며 그 후에 인체를 통한 2차 방전이 이루어지므로 이 두 개의 파형을 조합하면 일반적인 정전기 방전 파형을 나타낼 수 있다. 초기 방전의 폭과 크기는 대전된 매질, 혹은 대전된 전하량에 의해서 다른 특성을 가진다. 따라서 일반적인 정전기 방전 파형을 이용하여 정전기 방전 연구와 실제적인 측정 방법의 고안에 도움을 줄 수 있다. 그림 2에는 일반적인 정전기 방전의 파형을 수식으로 표현하면 다음과 같다.

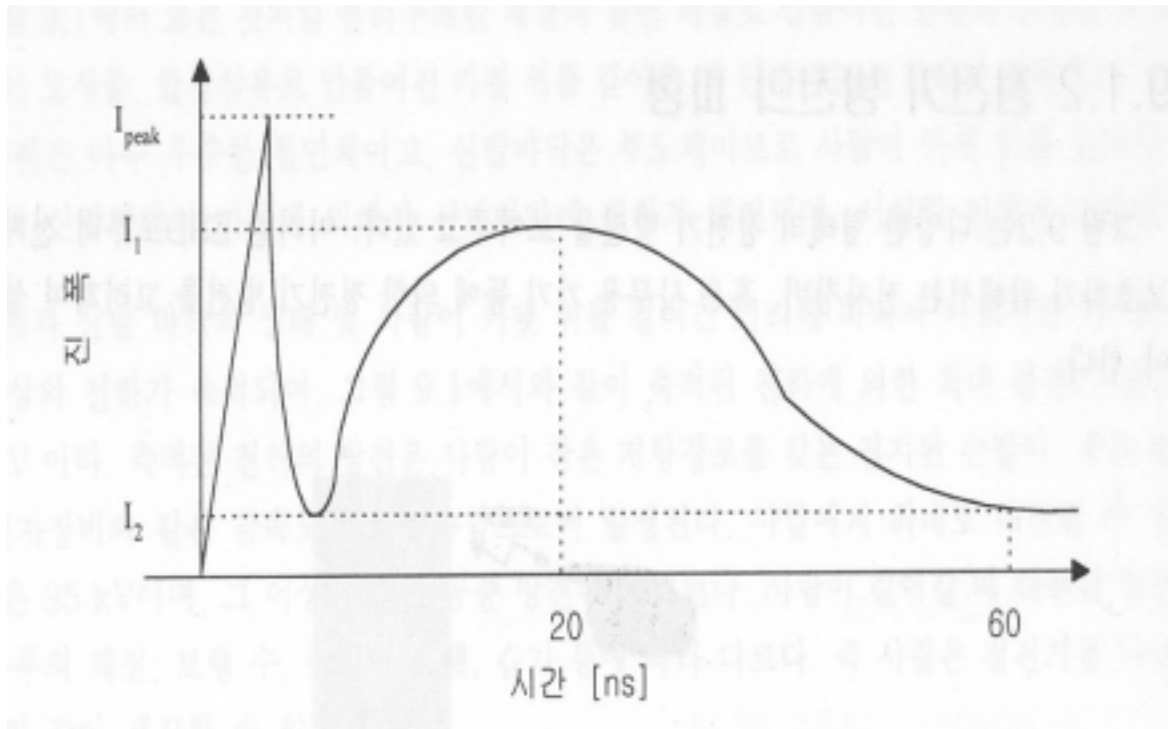


그림 7. 전형적인 정전기 방전 파형

$$A(t) = 1943(e^{-\frac{t}{2.2}} - e^{-\frac{t}{2}}) + 857(e^{-\frac{t}{22}} - e^{-\frac{t}{20}})$$

이다. 여기서 t 는 ns, 초기 방전의 상승시간은 1.2ns이며 최대 전류는 68A이고 두 번째 피크 전류는 30A이다.

3. 정전기 방전 모델

가. 인체 모델

인체모델은 정전기 방전을 설명할 때 가장 먼저 언급하는 대표적인 모델이다. 이 때 가장 중요하게 취급되어야 할 것은 인체의 정전 용량과 저항인데 인체의 정전 용량은 신체의 크기와 착용하고 있는 옷, 신발 그리고 바닥의 재질에 따라 달라진다. 자유 공간에서 인체의 정전기 용량은 약 50 pF이며 신발과 대지사이의 경우에는 100 pF 정도의 값을 가지고 있다. 또한 벽과 같은 물체와 사람간에는 50~100 pF의 정전 용량이 대전되어 있으므로 인체의 정전 용량은 자유공간과 접촉면사이의 정전 용량의 합이 되므로 약

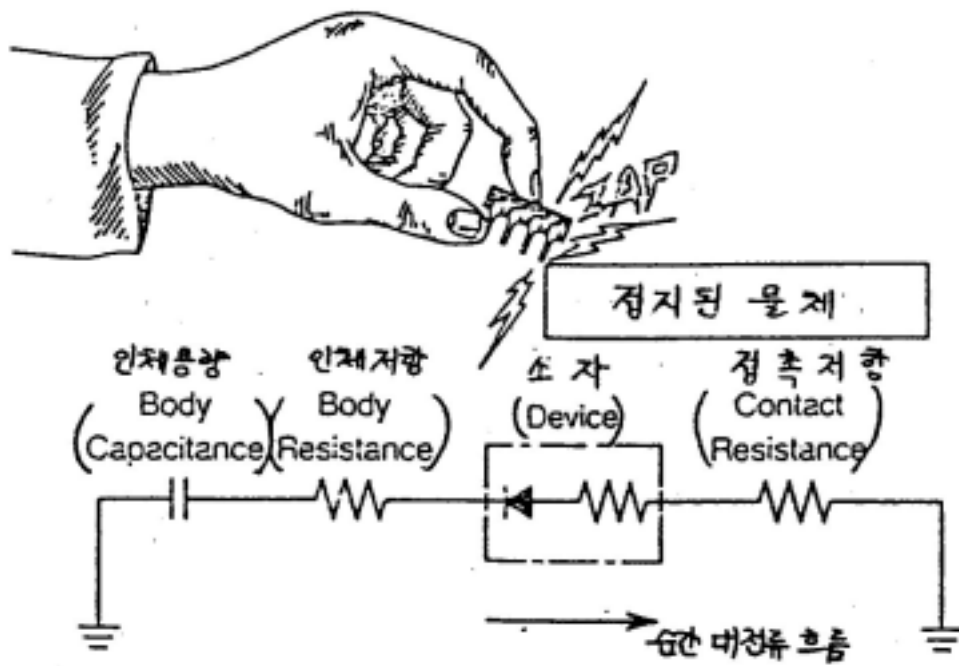


그림 8. 인체 모델과 등가 회로

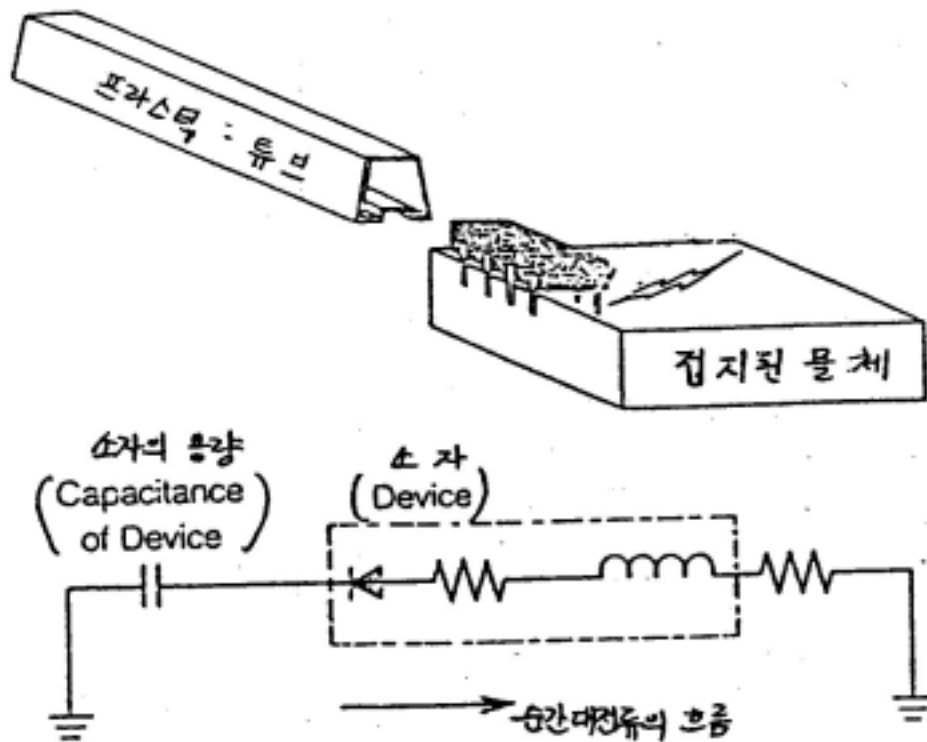


그림 9 대전소자 모델과 그 등가회로

50 ~ 250 pF 정도가 된다. 인체의 저항은 피부의 습기, 염분, 기름기 등의 양이나 피부에 접촉하는 면적 그리고 압력 등에 따라 결정되는데 그 범위는 대략 500 ~ 10,000 Ω 정도가 된다. 예를 들어 방전이 손가락에서 발생되면 저항은 10 k Ω 정도이며 손바닥의 경우에는 1 k Ω , 그리고 도체를 손으로 잡으면 500 Ω 정도로 알려져 있다.

만약 저항이 1.5 k Ω , 용량이 100 pF, 이 때 대전된 정전기 전압이 2kV라고 하면 인체에 축적된 에너지는 다음과 같다.

$$E = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 10^{-12} \times (2,000)^2 = 0.2mJ$$

이 에너지가 수 마이크로 이하의 짧은 시간동안에 부품에 가해지면 평균 전력은 수 kW가 되므로 장비에 상당한 피해를 줄 수 있다.

나. 대전 소자 모델(Charged Device Model)

이 모델은 소자의 리드 프레임과 다른 도전로위에 대전되어 있는 전하가 짧은 시간 내에 한 pin을 통하여 접지로 방전될 때를 가정한 것으로 DIP 형태의 부품류에서 부품을 꺼낼 때 부품 tube에서 부품이 미끄러 진다든지, 또는 조립 공정에서 소자가 작업대 표면 위를 이동하는 경우가 이에 해당한다. 대전된 소자는 금속 부분에 있던 전하가 접지를 통하여 방전되면 접합부, 유전층 및 방전로상의 소자가 파괴된다.

다. 정전계 유도모델(FIM : Field Induced Model)

대전된 모든 물체는 그 주위에 정전계가 형성되는데 이 정전계 내에 게이트 구조의 MOS 소자가 들어가면 유도 전위가 발생된다. 정전계의 강도가 매우 큰 상태에서 소자를 정전계에 접근시키면 소자의 유전층이 견딜 수 있는 전위보다 큰 전위가 걸려 유전층이 파괴되고 소자가 손상된다. 그러나 이러한 경우는 드물고 소자가 정전계 속에 들어가면 유도에 의하여 전하가 정전계 방향으로 재배치되고 그 상태에서 접지되면 소자의 금속부분에 있던 유도전하들이 접지로 흐르면서 정전기 방전이 일어난다. 이 때 정전기 방전이 일어난 소자의 비금속부분을 잡고 정전계 밖으로 꺼내면 이 소자는 대전 소자 모델과 같은 방법으로 재차 방전을 일으킨다.

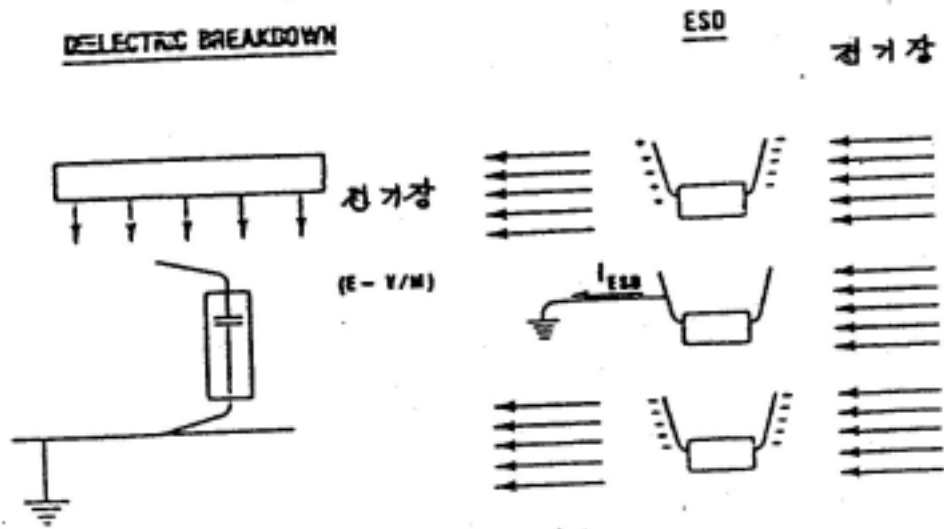


그림 10. 유도 모델과 그 등가회로

4. 정전기방전 시험 기준

정전기 내성 시험은 직접방전 시험 및 간접방전 시험이 있고 직접방전은 접촉방전과 기중방전 시험이 있으며 간접방전 시험은 수평결합면과 수직결합면을 이용한 시험이 있다. 2001년 12월12일에 개정된 전자파 보호기준에 따르면 대상기기에 대한 내성시험중 또는 내성시험 종료후에 적용하는 성능평가 기준을 다음의 3가지로 분류하고 있다(정보통신부 고시 제2001-116호).

- o 성능평가기준 A : 시험 중이거나 시험종료 후에도 당해 기기의 사양에서 정한 성능을 유지하는 상태
 - o 성능평가기준 B : 시험 중에는 기기의 성능이 떨어지나 시험종료후 정상적으로 동작하는 상태
 - o 성능평가기준 C : 시험 중에는 기기의 성능이 떨어지나 시험 종료 후 전원 개폐 또는 재시동 등에 의해 정상적으로 복원되는 상태
- 표 2에는 정전기 방전 내성 시험 기준을 나타내었다.

직접 방전	접촉 방전	$\pm 4\text{kV}$
	기중 방전	$\pm 8\text{kV}$
간접 방전	수평 결합관	$\pm 4\text{kV}$
	수직 결합관	$\pm 4\text{kV}$

표 2. 정전기 방전 내성 시험 기준

5. 정전기 방전 내성 시험방법

정전기 방전 시험 시에 지켜야할 주요 사항은 다음과 같다.

- 가. 정전기 방전 시험시에 수검기기와 시험실 또는 기타 금속물 간의 거리는 1m 이상 격리 하여야 한다.
- 나. 발생기의 방전 귀환로 케이블은 약 2m의 길이로서 기준 접지면에 접촉하며, 여분의 길이는 가능한 기준접지면에 유도 되지 않도록 하거나 도전부로부터 0.2m 이상 격리하여야 한다.
- 다. 휴대하거나 책상위에서 사용하는 기기는 기준 접지면 위의 0.8m 높이의 비전도성 시험대 위에 설치하며 바닥 설치형 기기는 기준 접지면 위에 0.1m 두께의 절연 받침대를 설치하고, 받침대 위에 수검기기와 케이블을 설치한다.
- 라. 시험결과의 재현성을 위하여 정전기방전발생기는 수검기기의 표면에 수직으로 시험전압을 인가한다.
- 마. 기중방전시험에 사용하는 원형의 방전전극팁은 수검기기에 기계적인 손상이 발생하지 않도록 신속히 수검기기에 접근시켜야 하며, 각각의 방전이 종료된 후 정전기방전발생기(방전전극)는 수검기기로부터 격리하여야 한다.
- 바. 접촉방전시험의 경우에 방전 전극팁은 방전시 스위치를 동작시키기 전에 수검기기에 접촉하여야 하며 수검기기의 표면이 도장되어 있지만, 도장내용이 제조자의 취급설명서에 기재되어 있지 않은 경우는 정전기발생기의 방전 전극팁으로 도장을 관통시켜 도장층에 접촉방전시험을 실시하여야 한다.



그림 11. PESD-1600 장비의 정전기 발생 팁의 그림. 위쪽의 뾰족한 것이 접촉 방전용이며 아래의 것이 기중 방전용이다.

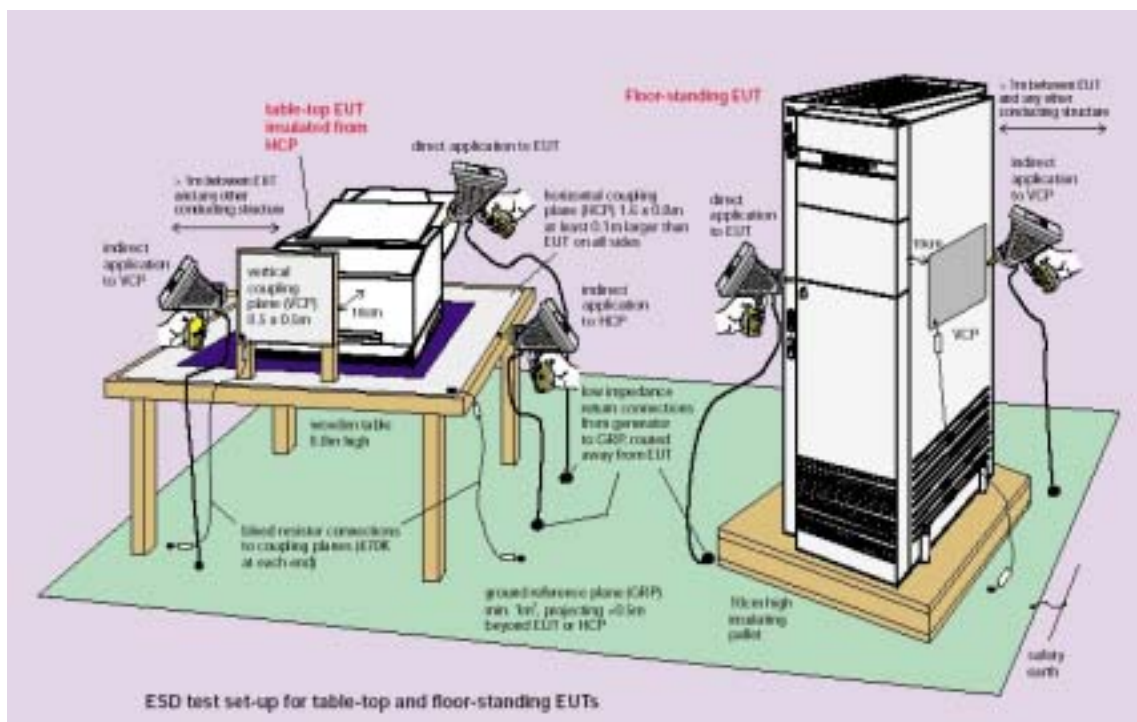


그림 12. ESD 시험을 위한 기본 설정



그림 13. PESD-1600 장비의 모양

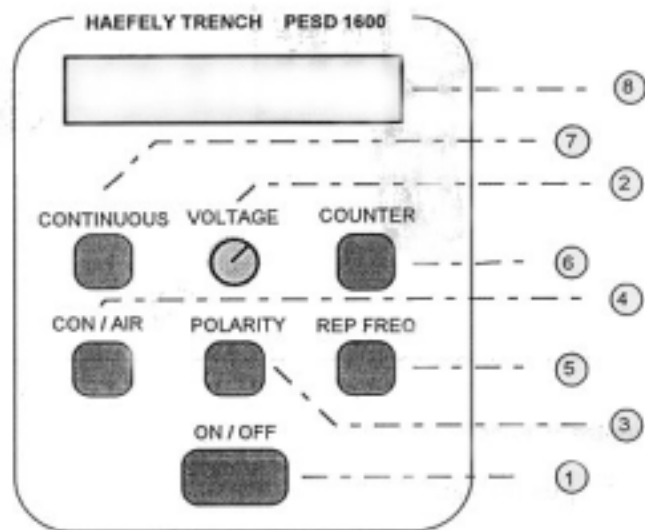


그림 14. PESD-1600의 스위치 조작 부분 모습

6. PESD1600 사용법

정전기방전 시험장비는 그림 7과 같으며 그림 8에는 조작 패널의 모양을 나타내었다. 이 장비를 사용하여 수검기기를 대상으로 정전기 방전을 일으켜 장비 작동 이상 유무를 확인한다. PESD1600 전면을 보면 모든 설정은 버튼 및 다이얼로 하게 되어있다.

우선 정전기 건(PESD1600) 케이블을 충전기에 연결하고 방전귀환로 케이블을 접지 시킨다. 시험방법(접촉방전 또는 기중방전)에 따라 구리로 된 해당 TIP(뽕족TIP-접촉방전, 둥근TIP-기중방전)을 연결한다. 장비 연결이 다 되었으면 ESD GUN 전면에 있는 ON/OFF스위치를 눌러 장비를 켜다. LCD 화면이 켜지면서 COUNTER를 입력하라고 표시되면 그림 6의 6번 스위치를 누르고 숫자가 나오는데 2번 스위치를 돌려 원하는 만큼의 방전 회수를 설정한다. 보통 많은 횟수의 방전 시험을 하므로 1000정도를 설정하면 된다.

COUNTER를 설정했으면 6번 스위치를 다시 누른 다음에 VOLTAGE다이얼로 시험하고자 하는 전압을 맞추고 접촉 또는 기중 시험 방법에 따라 4번 스위치를 눌러 CON 또는 AIR를 선택한다. 시험방법, COUNTER, 시험전압이 다 설정되었으면 3번 스위치를 눌러 극성을 설정한다.

5번 스위치는 자동으로 방전할 때 사용한다. 스위치를 누를 때마다 1Hz, 2Hz.....등의 선택 사항이 나오는데 1Hz로 설정하고 방아쇠를 누르고 있으면 1초에 한번씩 방전되는 것이며 2Hz는 1초에 두 번 3Hz는 1초에 3번... 이런 식으로 원하는 시험 방식을 채택하면 된다. 현 정전기 시험 방법 하에서는 1Hz를 선택한다.

마지막으로 CONTINUOUS 7번 스위치의 기능은 방아쇠(정전기 건 손잡이에 있는 스위치)를 누르지 않고 방전을 시킬 때 사용한다. 보통 시험 할 때는 정전기 건 방아쇠를 누를 경우에만 방전이 되게끔 시험을 하는데 이 7번 스위치를 사용하면 방아쇠를 한번 눌러준 것으로 계속 방전이 되며 다시 방아쇠를 누르면 방전이 중단된다. ESD 장비 특성 검사를 할 때 ESD 건을 ESD 타겟에 고정시키고 이 스위치를 사용하여 측정을 할 때 많이 사용된다.

레벨	설정 전압 kV	방전 전류의 첫 첨두전류 ($\pm 10\%$) A	방전스위치 에서 상승시간 ns	30ns에서 전류측정값 ($\pm 30\%$) A	60ns에서 전류측정값 ($\pm 30\%$) A
1	2	7.5	0.7~1	4	2
2	4	15	0.7~1	8	4
3	6	22.5	0.7~1	12	6
4	8	30	0.7~1	16	8

표 3. ESD 방전 정류 파형의 특성

7. ESD GUN 특성 검사

정전기방전 발생기에서 방전된 방전 전류의 파형은 표3의 파형 특성을 만족시켜야 한다. 그리고 아래 그림은 ESD Calibration 파형을 나타낸 것이다.

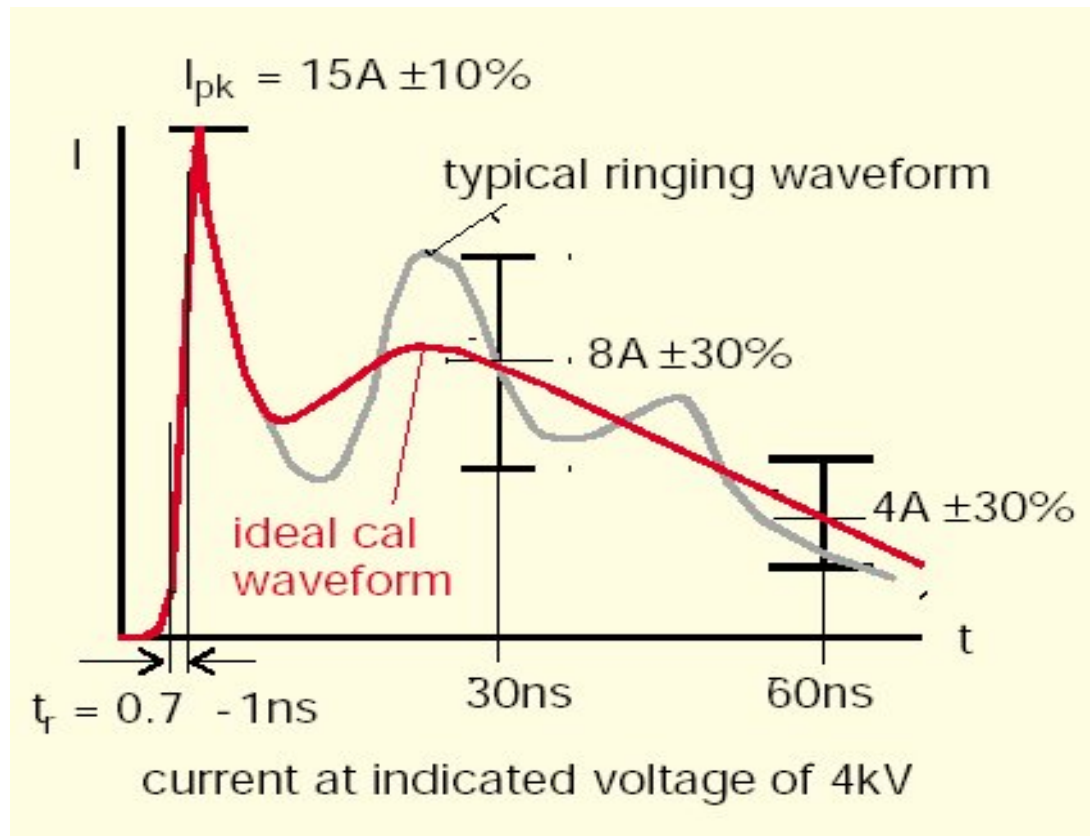


그림 15. ESD의 Calibration 파형

위 그림의 파형에 대한 식을 나타내면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$I(t) = 22.5 \left[(e^{-\frac{t}{3.5}} - e^{-\frac{t}{0.7}}) + 1.56(e^{-\frac{t}{28}} - e^{-\frac{t}{15.5}}) \right]$$

여기에서 t 의 단위는 ns 이며 $t=30\text{ns}$ 일 때를 계산해 보면 약 7.89 A의 값을 구할 수 있다.

다음 그림은 ESD 발생기의 등가회로를 나타낸 것이다.

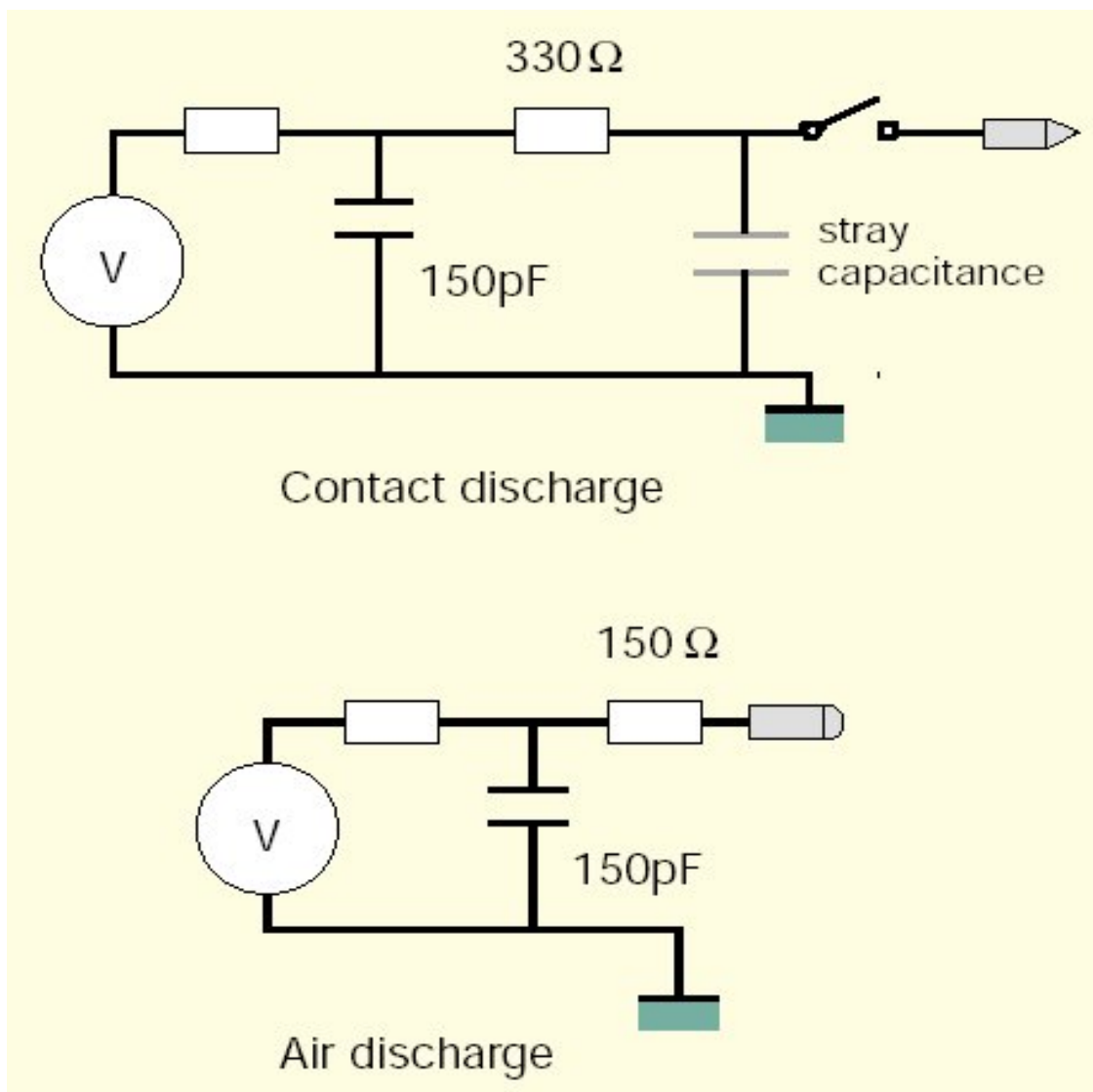


그림 16. ESD 발생기의 등가 회로 위의 것은 접촉 방전의 등가 회로이며 아래 그림은 기중 방전의 등가 회로이다.

실제 우리 소에서 사용하는 PESD 1600의 파형을 오실로스코프로 잡아보면 다음 그림과 같다. 전류는 오실로스코프로 확인이 안되며 아래 그림을 보면 알 수 있듯이 상승시간이 매우 짧기에 파형을 확인하기 위해선 특정 장치 및 1GHz이상의 오실로스코프가 필요하다. 전류 탐지 변환기(정전기 타겟)라는 장치를 오실로스코프에 연결하고 이 장치에 정전기방전을 시켜 전류 파형을 잡는다.

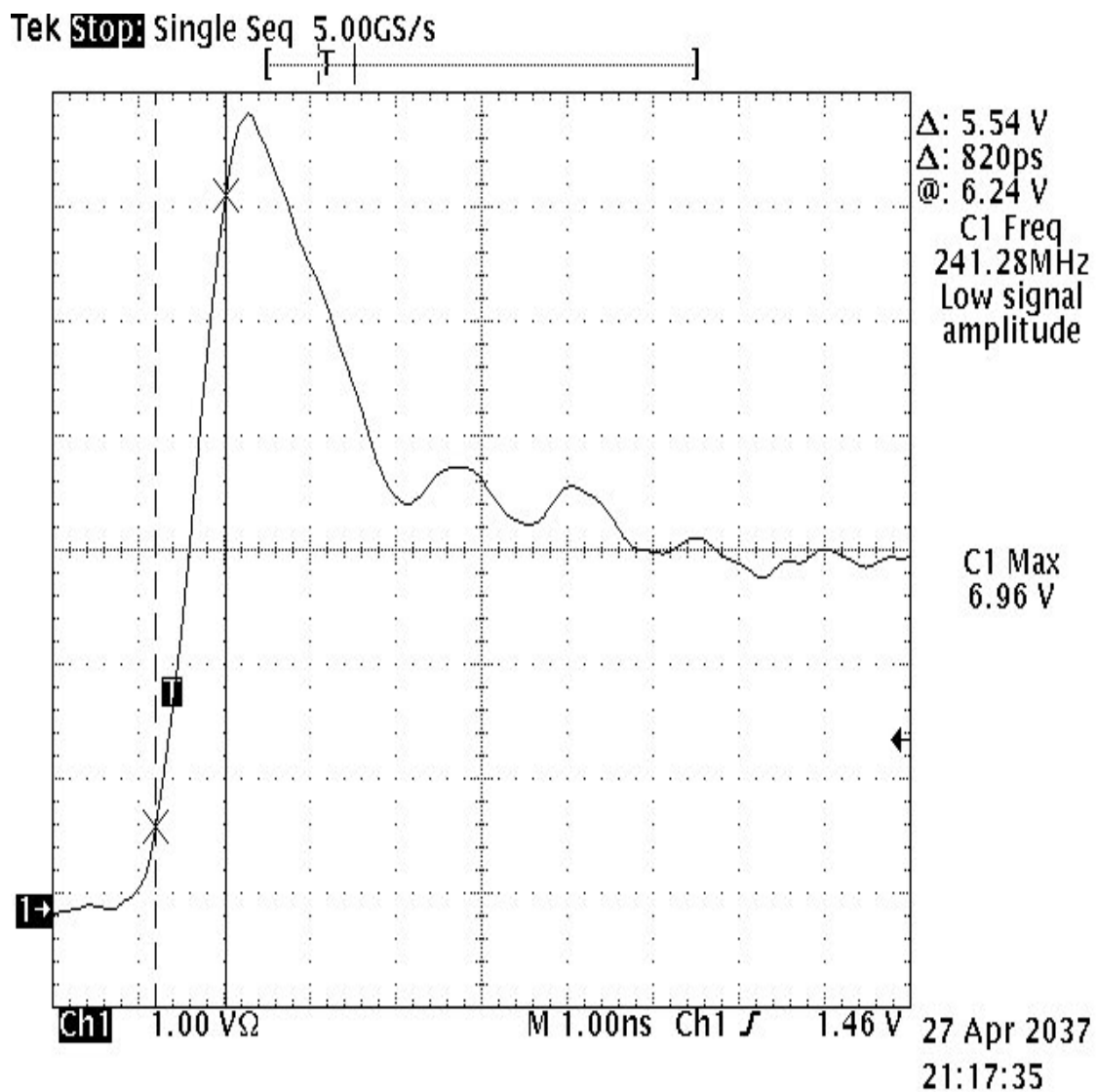


그림 17. 우리 소에서 사용하고 있는 ESD 장비의 파형을 오실로스코프로 잡아본 그림

다음 그림은 target을 이용하여 정전기 전류 파형을 잡는 방식이다. 일단 필요 장비를 갖다 놓는다. 정전기 건, 오실로스코프, 정전기 target, 그리고 케이블 등 보조장치들 등등. 장비를 다 준비했으면 연결을 시작한다. target 뒷단의 N타입 커넥터를 오실로스코프에 연결하고 케이블은 가능한 짧게 하며 오실로스코프는 그림처럼 수평판 뒤에 놓는다. 방전귀환로 케이블을 접지시키고 정전기 건은 팁 끝이 target 중앙에 위치하도록 삼각 다리 받침대로 잘 고정시킨다. 만약 타겟을 쓰지 않고 오실로스코프에 정전기를 직접 방전시키면 파형을 잡지 못할 뿐만 아니라 비싼 오실로스코프가 망가질 수도 있으니 주의해야 한다.

이제 파형을 잡으면 되는데 위에 있는 장비사용 설명처럼 CONTINUOUS

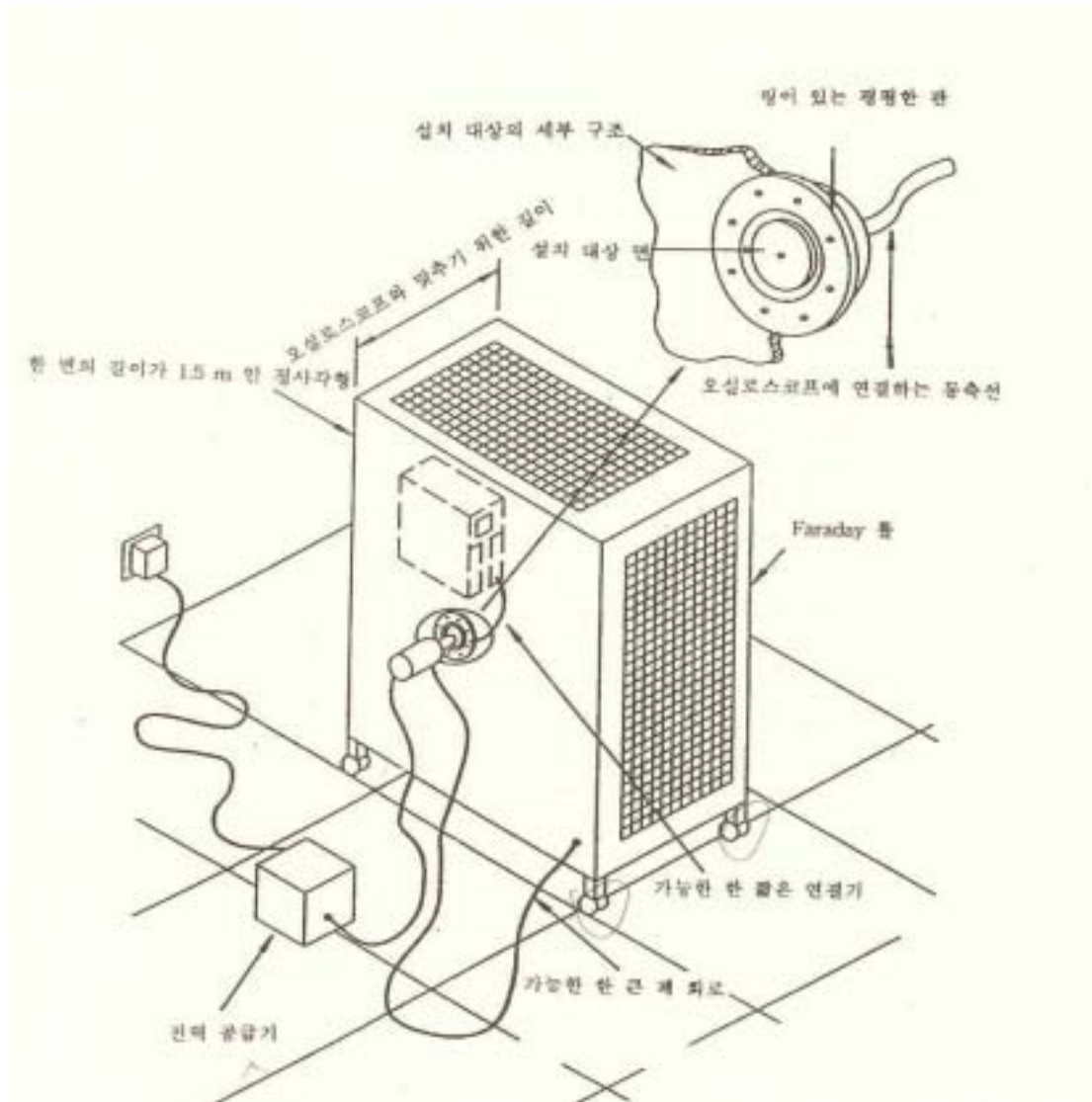


그림 18 정전기 방전 성능 검사를 위한 배치

7번 스위치를 사용하여 방전이 계속되도록 한다. 단, 이것은 혼자 할 때 사용하는 방법이지 결코 추천하지는 않는다. 왜냐하면 한번 방전이 되면 방전 전류가 남아 있을 수가 있기 때문에 원래는 한번 방전시키고 팁을 다른 접지된 다른 금속에 닿게 하여 팁 끝에 모여있는 잔여 전류를 방전시켜야 하기 때문이다. 따라서 오실로스코프를 싱글 트리거로 설정하여 시간 간격을 두고 한번 방전 할 때마다 파형을 잡는 것이 좋다. 파형을 잡았으면 위에서 규정한 정전기 건 특성대로 상승시간, 침투전류, 30ns에서의 전류, 60ns에서의 전류를 확인하면 된다.

8. ESD 대책

정전기 방전에 대한 대책으로는 접지가 제일 중요하다. 정전기인가 부위는 제품 표면이고 전하의 이동에 의한 직접적인 영향 외에 방전으로 인해 생기는 2차 영향(전자파)으로도 제품에 영향을 주기에 그 경로를 찾아 대책을 세워야 한다. 제품에 정전기방전이 되었을 때 바로 접지로 패스 시켜주는 것이 대책 세우기도 쉽고 효과도 크며 2차 영향도 줄이는 길이다. 이를 위해서 기기 본체는 기본적으로 신호원에서 정전기 생성을 억제하고 방전을 제거하기 위하여 회로 및 시스템을 격리하며 회로를 보호하기 위한 우회경로를 설정해야 하며 완벽한 차폐를 이루어야 한다.

제 2 절 전자파 방사 내성 시험

1. 전자파 방사의 개요

라디오 방송 등에 의한 의도된 전파와 자동차, 형광램프 등에서 방출되는 의도되지 않은 전파 등 우리는 현재 전자파의 홍수 속에서 살아가고 있다. 이러한 전자파가 때로는 기기의 오작동을 유발시켜 인명이나 재산 피해를 가져오기도 한다. 전자파 방사 내성 규제의 목적은 이와 같이 열악한 전자파 환경 속에서 기기가 정상적으로 작동할 수 있게끔 하기 위함으로 원래 이 항목은 과거 미국의 군사 규격 등에서 요구했던 시험항목이었다. 하지만 공간으로 전파하는 전파에 의한 방해 대한 위기 의식이 높아지고 전자파 방사 내성 규제의 필요성이 증가하고 많은 기업체 및 기관에서도 이 규제를 요구하고 있는 실정이다. 따라서 점차 대상기기도 확대될 뿐만 아니라 규제 LEVEL도 강화될 추세로 보이며 우리나라에서도 2000년부터 전자파 내성에 대한 규제를 시작하였다. 이 규제는 의도적 복사로서의 방송신호 및 각종 무선 통신신호 등에 대해 전기, 전자기기가 내성을 갖고 성능 저하나 오동작을 유발하지 않아야 함을 요구한다.

2. 전자파 방사 내성 측정 시스템

전자파방사 내성시험을 하기 위해선 적당한 크기의 영역(공간)에 균일한 전기장을 형성해야 한다. 그 조건을 만족하기 위해선 상당한 비용이 드는 무반사실 및 전자파 발생장치, 정밀한 전기장 측정장치 등이 필요하다. 공간중의 한 지점에서 표준 전자기장을 구성하는 방법에는 크게 두 가지가 있다. 그 중 하나는 표준 전자기장 방법이고 다른 하나는 표준 안테나 방법이다.

표준 전자기장 방법은 표준 송신안테나의 기하학적 구조로부터 결정되는 안테나 특성, 안테나이득, 안테나인자 등과 송신안테나에 가해지는 신호의 크기(안테나 순 전달전력), 그리고 송신안테나로부터 공간중의 한 지점까지의 거리에 의해 표준 전자기장을 결정하는 방법이다. 따라서 표준 송신안테나를 결정하고 그 안테나에 전달되는 순 전력을 측정하게 되면 일정한 거리만큼 떨어진 위치에 표준 전자기장을 발생시킬 수 있게 된다. 이 방법에서 가장 중요한 것은 송신안테나에 전달되는 순 전력을 측정하는 것이며, 대개

주파수 대역	80~1000MHz	성능 평가기준 A
전계강도	3V/m	
변조	80% AM 1kHz	
스윕폭	1.5×10^{-3} decade/s	
주파수 스텝 크기	log 1%	

표 4. 전자파 방사 내성 시험 기준

쌍 방향성 결합기(dual directional coupler)를 이용한다.

표준 안테나 방법은 표준 수신안테나의 기하학적 구조로 결정되는 안테나 특성과 수신되는 신호의 크기로부터 수신안테나가 놓여진 위치에서의 전자기장을 결정하는 방법이다. 이 방법에서 가장 중요한 것은 표준 수신안테나의 특성이다.

3. RS 시험기준 및 시험방법.

전자파방사내성 시험 기준은 다음 표와 같다. 성능 기준은 앞서 언급한 바와 동일한 기준이 적용된다. 시험 방법은 다음과 같다.

- 1) 시험에 사용된 전자파 무반사실은 바닥면으로부터 0.8m 이상 높이에서 정해진 1.5m x 1.5m의 가상 수직면에 대한 전자장의 강도가 규정치의 0dB~+6dB이내의 균일 전자장이 형성되어야 한다.
- 2) 탁상용 수검기기는 0.8m 높이의 비전도성 받침대 위에 배치하고, 바닥설치형 수검기기는 0.1m 높이의 비전도성 받침대위에 설치한다.
- 3) 각각의 주파수에서의 체재시간은 수검기기가 동작하고 응답할 수 있는데 필요한 시간 이하가 되어서는 아니되며 클럭주파수와 같은 민감한 주파수는 별도로 분석되어야 한다.

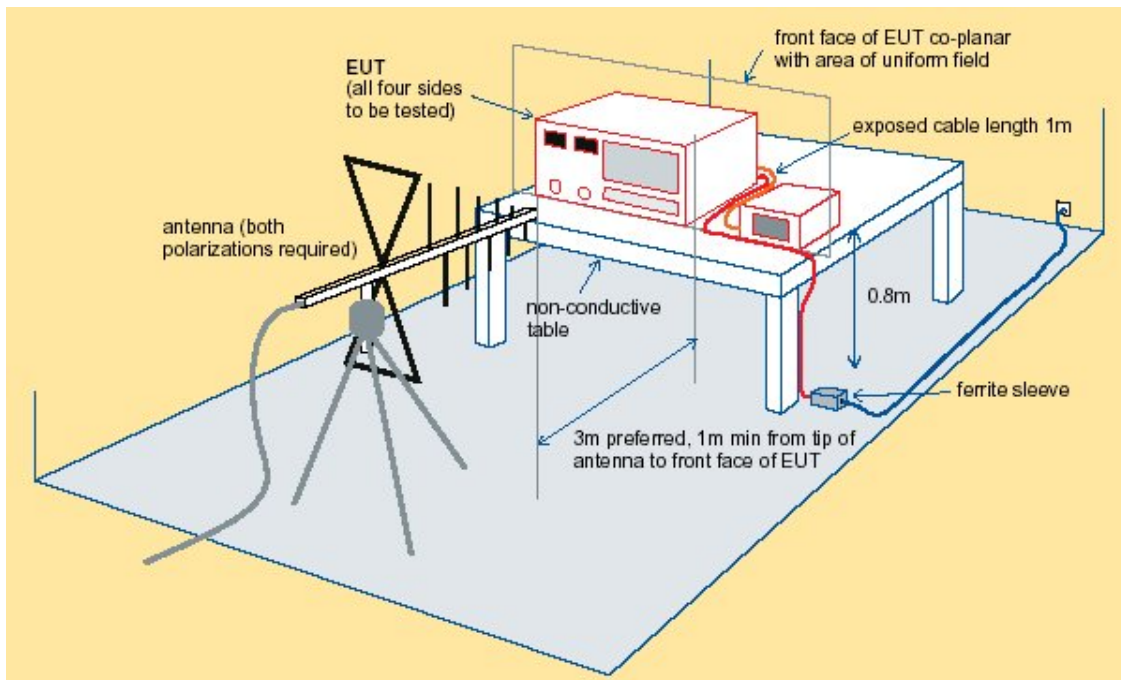


그림 19. 전자파 방사 내성 시험을 위한 장비 설정 그림

전자파방사 내성 시스템 사용법은 다음과 같다.

- 1) 먼저 케이블 연결 등 장비 세팅을 해야한다. 시험할 주파수 대역 및 전계 강도에 따라 사용할 RF Amp를 선택하고 랙 뒷면의 커넥터 패널에 있는 RF OUT 커넥터에 송신안테나 케이블을 연결한다.
- 2) 케이블을 연결했으면 Amp 선택 스위치를 조정하여 Amp를 선택한다.
- 3) Amp는 Remote로 설정하여 PC로 조정 가능하도록 한다.
- 4) 전계 프로브를 전자파 무반사실에 설치한다.
- 5) 안테나는 시험하고자 하는 극성에 맞게 수직 또는 수평으로 맞춘다. 안테나를 수직으로 하면 전기장이 수직(위, 아래)으로 형성된다.
- 6) 시스템 세팅이 다 되었으면 시스템 컨트롤러 PC에 있는 전자파방사 내성 프로그램을 구동하여 시험한다.

4. 균일장 시험(Uniformity Test)

가. 필드 균일장 측정 방법

균일장 시험은 수검기기가 놓일 공간의 필드에 균일한 전기장이 형성되는 지 확인하는 것이다. 전자파방사내성시험은 균일 영역의 개념을 사용하며 이 균일 영역은 그 영역 내에서 전계의 변화가 받아들일 수 있을 정도로 작은 가상의 수직 평면이다. 수검기기는 전계가 쏘여지는 표면이 이 균일 영역의 16point 가상 수직면 일치하여야 한다. 기준 접지면 가까이에 균일 전계를 발생시키는 것은 불가능하므로 교정이 된 영역은 기준 접지면 위로 0.8m 이하의 높이에 설정되어서는 안되며 가능한 기기는 이 높이에 놓여야 한다.

필드 균일장 시험 방법은 다음과 같다.

- 1) 전계 센서의 위치는 격자안의 16 포인트 중 하나(또는 격자 중앙)에 놓는다.
- 2) 시작 주파수의 1%의 간격으로 전 주파수 범위에 걸쳐 측정된 전계 강

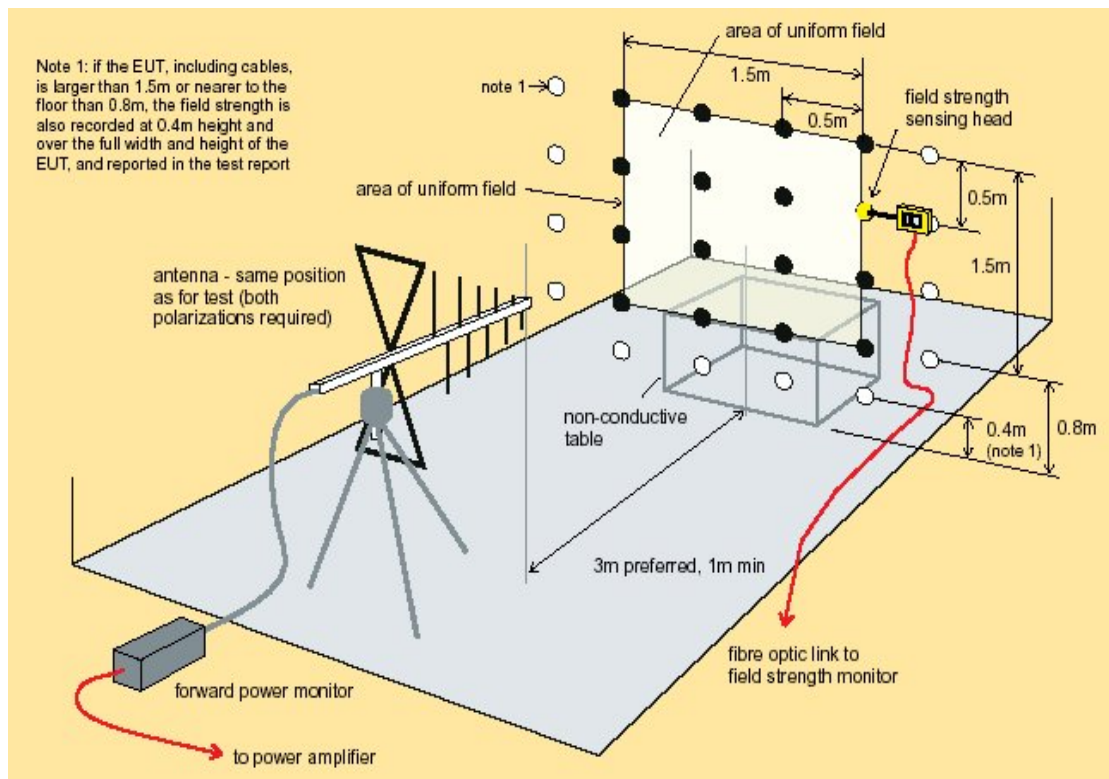


그림 20. 균일장 개념과 시험 구성 설정

도가 3V/m~10V/m의 범위에 있도록 전계 발생 안테나에 전력을 인가한다. 그리고 읽은 전력과 전계강도를 기록한다.

- 3) 같은 전력으로 나머지 15 포인트에서 전계 강도를 측정하고 기록한다.
- 4) 16개의 모든 포인트를 고려하여, V/m로 표현된 평균치로부터 가장 큰 편차값의 최대 25%(16포인트 중에서 4 포인트)를 삭제한다.
- 5) 나머지 포인트들은 $\pm 3\text{dB}$ 안에 있어야 한다.
- 6) 나머지 포인트들 중에서 가장 전계 강도가 약한 위치를 기준으로 잡는다.(이것은 $-0\text{dB} \sim +6\text{dB}$ 의 요구 조건의 충족을 보장한다.)
- 7) 전력과 전계 강도를 앞으로써 요구된 시험 전계 강도를 위해 필요한 전력을 계산할 수 있다. (예를 들면, 주어진 포인트에서 80W가 9V/m를 발생시키면, 3V/m를 발생시키기 위해서는 8.9 W가 필요하다.) 이것은 기록되어야 한다.
- 8) 수직, 수평 편파 둘 다에 대해서 1)~8)까지의 절차를 반복한다.

나. Forward 균일장 측정 방법

균일장 측정 방법에는 위에서 언급한 방법 필드 측정 방법 이외에 forward 전력으로 균일장을 측정하기도 한다. 이 방법은 IEC TC77에서 논의되어 77B/283/CD와 77B/288CC의 문서로 발간되었다. 이 방법의 주요 내용을 보면 다음과 같다.

- 1) 격자의 16개 지점 중 하나의 지점에 센서를 위치시킨 후 신호 발생기의 출력을 80MHz에 고정시킨다.
- 2) 전자기장을 발생시키는 안테나에서 forward 전력을 조절하여 전자기장의 세기는 시험에 필요한 전자기장 세기의 크기가 같아지는 값을 얻어야 한다. 이 때 forward 전력은 dBm으로 기록한다.
- 3) 주파수를 1% 증가시키고 2)를 반복한다.
- 4) 991.97MHz를 포함하여 모든 주파수를 증가시키고 2)와 3)을 반복하여 최종적으로 1GHz의 주파수에서 반복한다.
- 5) 격자에서 다른 지점으로 센서를 옮긴다. 각각의 주파수에서 1)~4)를 반복한다.
- 6) 격자에서 각각의 지점에 대해 5)를 반복한다.
- 7) 16개 forward 전력 판독치를 오름차순으로 분류한다.

- 8) 리스트(forward 전력1은 가장 낮고 16은 가장 높은 것이다)에서 forward 전력 판독치를 쌍사이 dB로 차이를 계산한다.

$$d1=20\log (\text{forward 전력 } 12 / \text{forward 전력 } 1)$$

$$d2=20\log (\text{forward 전력 } 13 / \text{forward 전력 } 2)$$

$$d3=20\log (\text{forward 전력 } 14 / \text{forward 전력 } 3)$$

$$d4=20\log (\text{forward 전력 } 15 / \text{forward 전력 } 4)$$

$$d5=20\log (\text{forward 전력 } 16 / \text{forward 전력 } 5)$$

예를 들어 forward 전력2가 26.4dBm이면 forward 전력 13는 31.4dBm 이고 이 경우는 5.0dB이다.

- 9) d1에서 d5의 차이가 6dB 이하이면 교정 면적의 75%에 걸쳐 균일장이 되는 요구조건을 만족하는 시험 시설이 된다. 5개의 차이값 중 가장 낮은 것을 선택하고 forward 전력이 같은 지점은 두 forward 전력의 판독치중 낮은 것을 계산하는데 사용한다.
- 10) forward 전력은 9단계와 같은 것이 시험되는 동안 적용되어야 한다. 시험되는 전자장의 세기는 규정된 값의 -0dB에서 +6dB내에 있고 교정 면적이 전체의 75%에 든다.

다. 필드 균일장 측정 방법과 Forward 균일장 측정 방법의 비교

필드 균일장 측정 방법의 주요 개념은 동일한 출력을 가지고 16개 포인트에서 전계값을 측정하였을 때 16개중 편차가 가장 큰 4개 포인트를 제거한 다음에 나머지 12개 포인트가 평균치로부터 $\pm 3\text{dB}$ 안에 들어와야 균일장의 조건을 만족한다는 것이며 이것은 -0dB ~ +6dB의 조건을 만족하는데 충분 조건이 된다. 하지만 역으로 -0dB ~ +6dB의 조건을 만족한다고 해서 평균치로부터 $\pm 3\text{dB}$ 내에 존재하지는 않는다는 것에 주의해야한다.

Forward 균일장 측정 방법은 이와는 달리 16개 포인트 각각에 대해 출력을 달리해 일정한 전계를 형성하게 했을 때 그 출력이 변화량이 -0dB ~ +6dB 범위내에 있어야 한다는 것이다. 따라서 이 두 가지에는 접근 방식에 차이가 있음을 알 수 있으며 -0dB ~ +6dB와 평균치로부터 $\pm 3\text{dB}$ 로의 규정에 차이가 있음을 알 수 있다. 현재 KN 규격에서는 필드 균일장 측정 방법만을 전계 교정 방법으로 사용하고 있다.

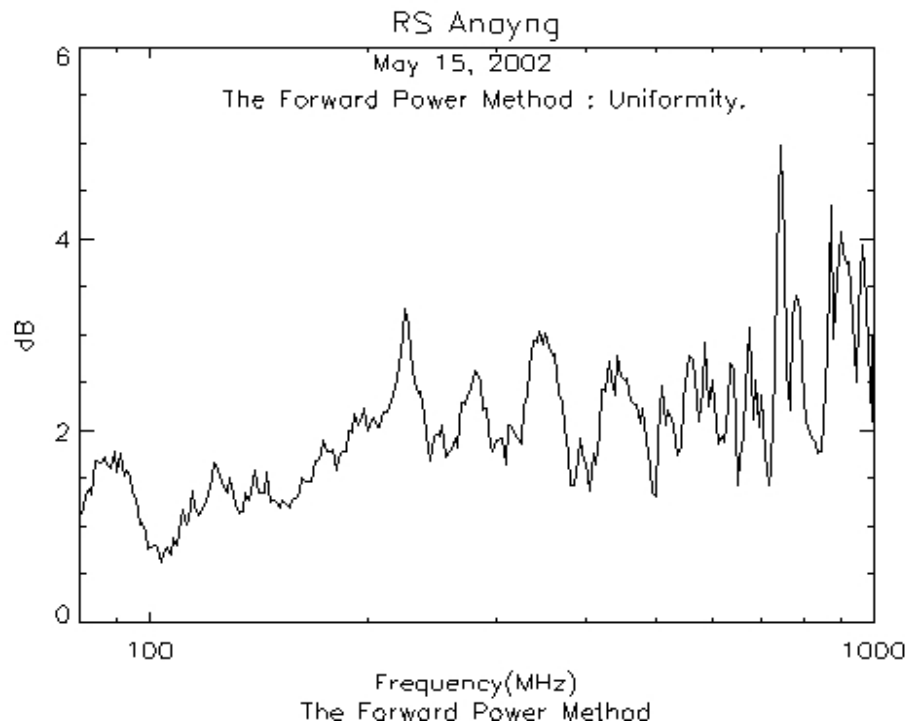


그림 21. Forward 균일장 방법으로 측정하였을 때 $-0\text{dB} \sim +6\text{dB}$ 사이에 데이터 값이 분포되어 있음을 알 수 있다.

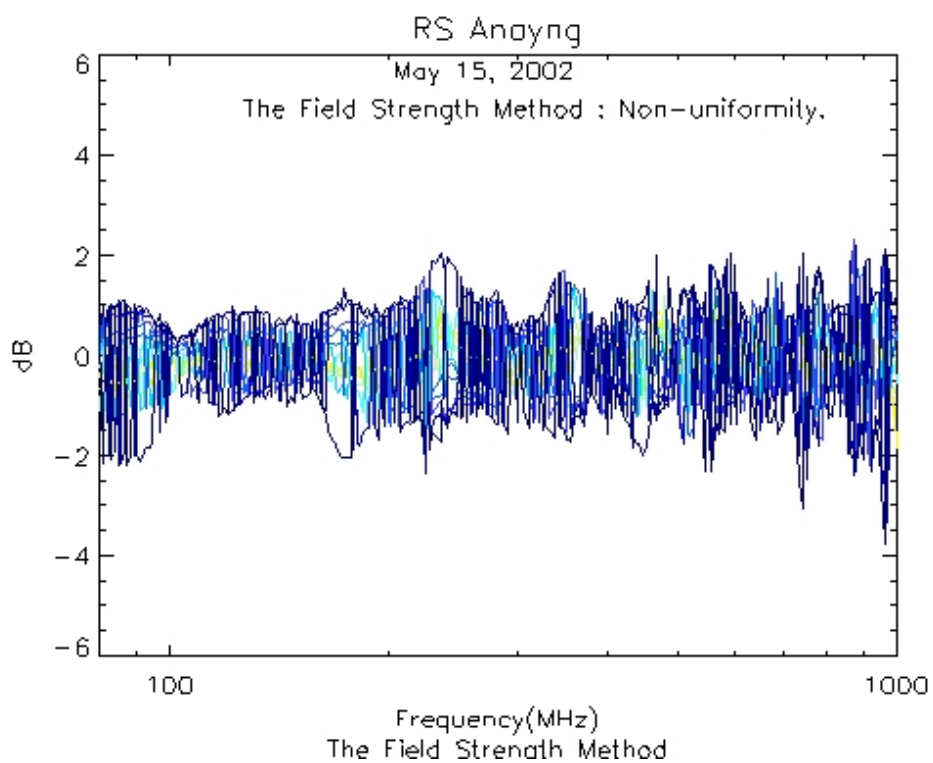


그림 22. 필드 균일장 측정 방법으로 측정한 그림으로 데이터가 평균치에서 $\pm 3\text{dB}$ 안에 있지 않음을 확인한 그림

5. 전자파 방사 내성 대책

전자파 내성 시험을 여러 시험항목에 대하여 수행해보면 부적합 기기가 가장 적게 나오는 항목은 RS이다. 현재 3V/m의 전계 강도로 시험하고 있어서인지는 몰라도 점차 이 기준이 강화되어 10V/m의 전계 강도라면 현재 보다 많은 기기가 불합격 될 수 있을 것이라 생각된다. RS 시험하면서 수검기기가 오동작을 일으키는 경우를 보면 전 주파수대역(80~1000MHz)에서 오동작을 일으키지 않고 특정 주파수에서 오동작을 일으킨다. 이는 해당 주파수가 수검기기의 발진 소자 주파수의 정수 배에서 발생하는 경우가 많았기 때문이다.

6. Dwell time과 decade

전자파 방사 내성 시험에서는 step을 log 1%로 정하였고 sweep rate를 1.5×10^{-3} decade/s로 규정하고 있다. 여기서 decade라는 개념이 널리 사용되는 것이 아니어서 인지 몰라도 많은 사람들이 혼동을 느끼고 있으며 왜 dwell time이 3초인지를 이해하지 못하는 경우가 많다. 여기서는 sweep rate을 통해 dwell time 과 step 수를 다음과 같이 구할 수 있다.

가. Octave 와 Decade의 개념

Octave는 기준 주파수에서 이전 주파수는 1/2배 그리고 다음 주파수는 2배의 개념으로 1 Octave 를 정하였는데 예를 들어 보면 440 Hz 의 이전 Octave는 220 Hz 이고 다음 Octave는 880 Hz 이므로 220 Hz에서 880 Hz 사이는 2 Octave 차이가 난다고 할 수 있다. 음악에서 1 Octave는 “도레미파솔라시도”의 8 음계 차이를 1 Octave라하고 이 8 음계는 본 시험과 관련해서 8 Step으로 이루어져 있다고 생각할 수 있다. 라틴어에서 oct는 8을 의미하는 것으로 영어에서는 팔각형이 octagon이다. 여기서 중요 공식 하나를 살펴보면

$$\text{Octave 수} = \frac{\log \frac{f_u}{f_l}}{\log 2}$$

여기에서 f_u 는 상위 주파수, f_l 은 하위 주파수이다. 위의 공식은 전체 관심 주파수의 범위($\log f_u / f_l$)가 1 Octave ($\log 2$)의 몇 배가 되는 지를 계산하는 것이다.

이제 decade의 개념을 살펴보자. 라틴어에서 deca는 10을 의미한다. 따라서 decade는 octave와 마찬가지로 기준 주파수에서 이전 주파수는 1/10배 그리고 다음 주파수는 10배의 개념으로 1 decade를 정하고 있다. 또한 Decade 역시 대수적 증가를 보일 때 사용한다. 예를 들어, 80 MHz 의 이전 decade는 8 MHz 이고 다음 decade는 800 MHz 이며 8 MHz 에서 800 MHz 사이는 2 decade 차이가 난다. 여기에서 유용한 공식을 하나 나타내면 다음과 같다.

$$Decade \text{ 수} = \frac{\log \frac{f_u}{f_l}}{\log 10}$$

Octave와 마찬가지로 f_u 는 상위 주파수, f_l 은 하위 주파수이며 이 식으로 전체 관심 주파수의 범위($\log f_u / f_l$)가 1 Decade ($\log 10$)의 몇 배가 되는지 알 수 있다.

나. Dwell time 구하기

Dwell time을 구하기 위해 상위 주파수를 1000 MHz, 하위 주파수를 하위 주파수 80 MHz 그리고 sweep rate가 1.5×10^{-3} decade/s라고 하자. Decade 수를 구하면 약 1.09691을 얻을 수 있다. 이제 구해진 decade 구간을 sweep 하는데 걸리는 시간 구해보자. 앞에서 구한 decade구간을 정해진 sweep rate로 나누면 구간 횡단 시간을 알 수 있다.

$$\text{구간 횡단 시간} = \frac{1.09691 \text{ decade}}{1.5 \times 10^{-3} \text{ decade/s}} = 731.273 \text{ s}$$

다음으로 80 MHz부터 1000 MHz까지의 Step 수를 구해보자. 전체 구간을 1MHz씩 증가시키면 $1000-80+1=921$ step이 된다. log 1%씩 증가시키는 경우는

$$x \log 1.01 = \log\left(\frac{1000}{80}\right) = 253.8$$

과 같이 계산된다. 따라서 254가 되어 총 step 수는 255이다.

전체 decade를 횡단하는데 걸리는 시간을 step 수로 나누면 각 step 당 머물러야 할 시간이 구해지므로, 위에서 구한 수치를 이용하면

$$\frac{731 \text{ sec}}{255 \text{ step}} = 2.8666 \text{ sec/step}$$

를 얻을 수 있다. 따라서 dwell time은 3초로 설정한다.

제 3 절 전기적 빠른 과도현상(EFT/BURST) 내성시험

1. 전기적 빠른 과도현상(Electrical Fast Transient/Burst)의 개요

전도성 매질 내에 흐르는 전류와 전압은 전기장과 자기장을 일으킨다. 이러한 필드는 그 변화만큼 주위 환경에 전자기 간섭을 일으키게 된다. 스위칭 회로에서 전류가 갑자기 흐르게 되면 전자기 펄스가 반복적으로 발생됨에 따라 장비에 영향을 미치게 된다. 이러한 것을 burst 또는 전기적 빠른 과도현상이라고 하며 burst의 정의는 제한된 개수의 펄스를 가지고 연속 또는 제한된 지속시간을 갖는 진동을 말한다. 전자 회로의 스위칭 회로에서 발생하는 펄스는 비교적 느리고 높은 에너지를 수반하는 펄스이다. 주로 전자회로의 스위칭회로에서 발생하는 매우 짧고 빠른 펄스는 디지털 회로에 장애요인이 되고 있으며 이러한 펄스들은 1/2 진폭의 소요시간이 30 ~ 100msec 정도이다. 특히 이 시험항목은 프로세서 내장 기기의 현장 오동작을 평가하는데 가장 밀접한 상관관계를 갖고 있다.

디지털 회로에 장애를 초래하는 전원선 장애는 대부분이 전자-기계적 스위치 작동에서 유발되며 특히 스위치 차단 시에 발생한다. 스위치 차단 시에 전압스파이크가 발생하며 이 전압 스파이크는 어떤 항복점에서 아크가 발생하여 전압강하가 이루어진다. 이때 발생한 아크는 전류의 극성이 바뀌는 순간에 바뀌어지려는 순간에 멈추며 모터의 L과 C의 작용에 의하여 다시 전압이 상승하는데 이러한 빠른 과도 현상이 반복되어 버스트를 형성하게 된다. 이 때 소요되는 에너지는 인덕턴스에 흐르는 전류로부터 공급받는다. 이와 같은 전압 강하는 매우 짧은 기간 동안에 발생하며 통산 5msec 이하에서 이루어져 이로 인하여 디지털 회로의 장애를 유발시킨다.

2. 전기적 빠른 과도현상 시험 방법

이 시험항목은 전기, 전자 장비의 내성이 개폐 과도현상(유도부하의 방해, 릴레이 점점의 튀어 오름 등)으로부터 발생하는 것과 같은 형태의 과도 교란의 영향을 받을 때 그 장비의 내성을 나타내 보이기 위한 시도이다.

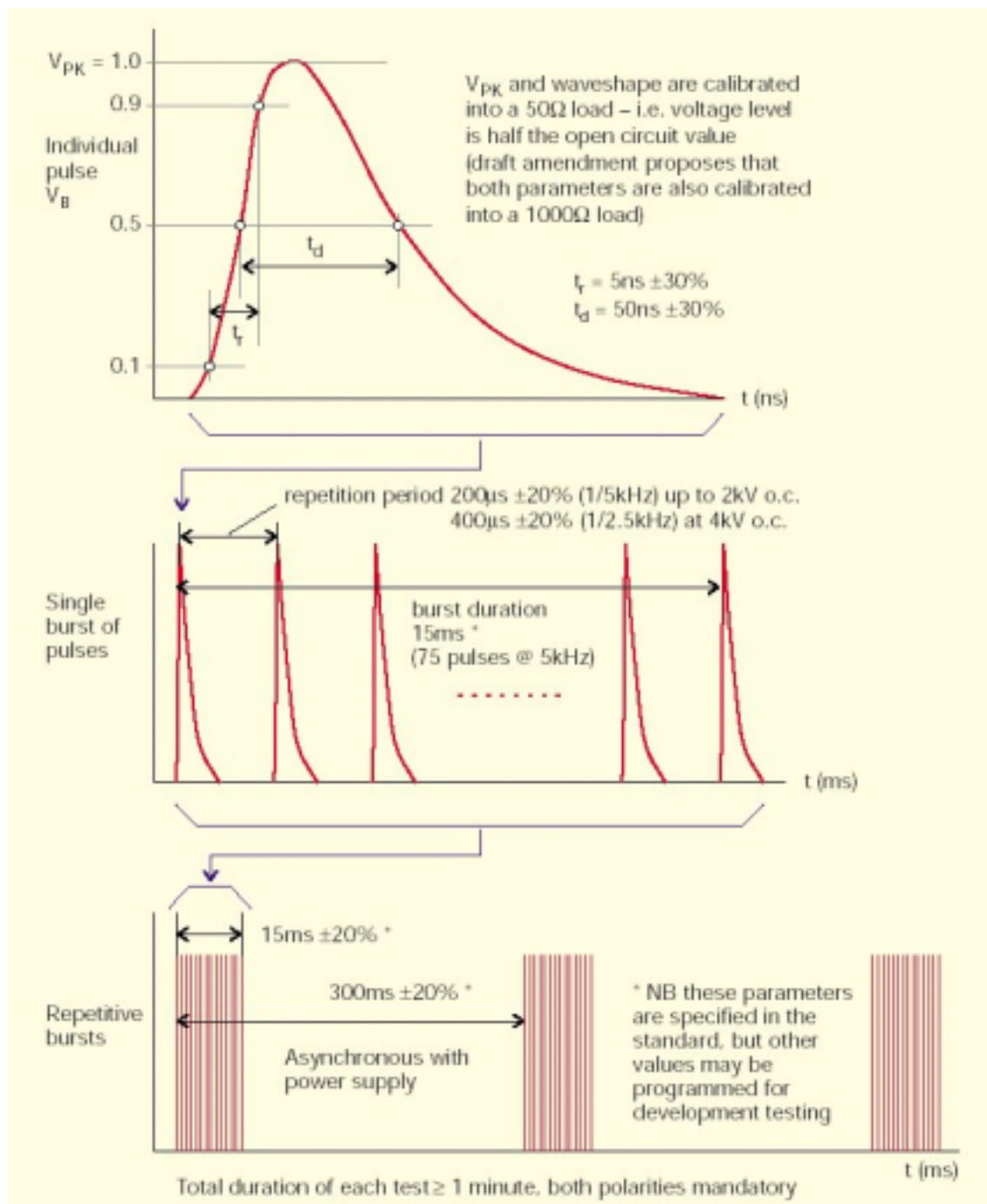


그림 23. Burst의 파형 모습

EFT/Burst의 일반적인 파형을 보면 한 개 펄스의 상승시간은 $5\text{ns} \pm 30\%$,이고 한 개 펄스의 반폭시간은 $50\text{ns} \pm 30\%$ 이다. EFT/Burst 지속시간은 $15\text{ms} \pm 20\%$ 이고 EFT/Burst 주기는 $300\text{ms} \pm 20\%$ 이다.

일반적인 EFT/Burst 5/50ns의 파형 공식은 다음과 같다.

$$V(t) = 1.27 V_p (1 - e^{(-\frac{t}{3.5})}) e^{(-\frac{t}{55.6})}$$

여기에서 t 는 ns 단위이다.

가. EFT/Burst 시험기준 및 시험방법

- 1) 기준 접지면은 수검기기의 각 경계로부터 0.1m 이상 넓어야 하며, 최소 가로 1m x 세로 1m 이상의 크기로서 보호접지에 연결되어야 한다.
- 2) 수검기기는 수검기기 하단부의 위치에 기준접지면을 제외한 모든 다른 금속 구조물로부터 최소 0.5m 이상 떨어져야 한다.
- 3) 수검기기는 취급설명서에 따라 접지 시스템에 연결시키고, 추가적인 접지는 연결하지 않는다.
- 4) 결합클램프의 결합판은 결합클램프 하단부에 위치한 기준 접지면을 제외한 모든 다른 금속 구조물로부터 최소 0.5m 이상 떨어져야 한다.
- 5) 수검기기와 결합소자 사이의 신호선 및 전원선의 길이는 1m 이하로 한다. 다만, 전원선이 1m 이상일 때에는 그 전원선의 초과길이를 기준 접지면에 0.1m 거리를 두고 직경 0.4m의 코일형태로 모아야 한다.

나. EFT/Burst 시스템 사용법

- 1) 시험전압에 따라 버스트 장비 모듈을 설치하여 설치한다.(4kV까지는 PHV41.2, 4kV~8kV는 PHV42.1모듈을 설치)
- 2) 시험 단자에 따라 수검기기를 장비에 연결한다. AC전원선은 모듈 플러그에 수검기기 전원코드를 연결하고, DC전원선은 Coupling Filter에 연결하고, 신호선일 경우에는 용량성 클램프를 사용하여

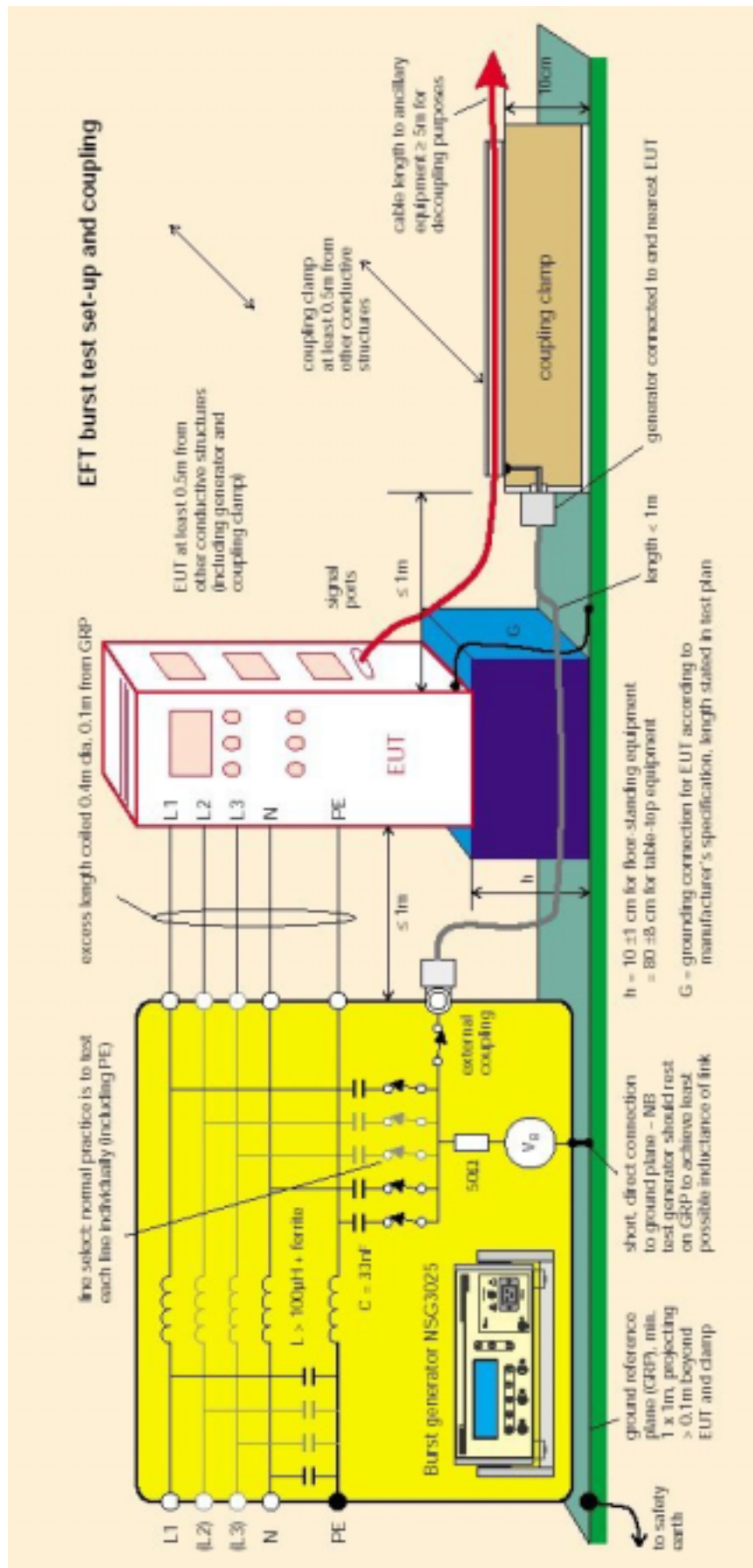


그림 24 Burst 시험을 위한 설정

버스트를 수검기기에 인가한다.

3) 매뉴얼 및 프로그램을 이용해 Burst를 인가하여 시험한다

- 시험은 낮은 레벨부터 순차적으로 한다.
- 시험시간은 1분으로 한다.
- 각 line 및 각 line을 조합하여 모두 인가한다.
- BURST의 극성을 +/-반복 시험한다.

3. EFT/Burst 시험시 유의 사항

퍼스널컴퓨터 등의 제품에 대하여 EFT/Burst 시험을 하다보면 스피커에서 ‘틱틱’거리는 소리가 발생한다. 이러한 것을 버스트 노이즈가 컴퓨터를 경유해 스피커에 들어가 스피커가 오동작을 하는 것으로 잘못 판단해 스피커에서 컴퓨터로 연결되는 케이블을 OPEN한 상태에서 시험해도 마찬가지로 잡음이 발생한다. 따라서 스피커 전원선을 경유해 노이즈가 들어오는 것이 아니라고 판단할 수 있다. 이제 스피커 위치를 장비 및 케이블에 가까이 위치하게 한 경우에는 소리가 크게 나며, 멀리 하면 소리가 줄어든다는 것을 알 수 있었다. 이러한 사실을 감안하면 공간으로 전파되는 복사파에 의한 영향에 의하여 스피커에서 소리가 나는 것임을 알 수 있다. 2000년 정삼영 등이 발표한 논문에 의하면 다음과 같이 언급하고 있다. “EFT/Burst 시험시 전원선 및 신호선을 통해 과도한 전압을 인가하게 되는데, 이때 이들 전원선 및 신호선을 통해 복사되는 불요 복사파가 인근 피시험체에 직, 간접적으로 영향을 주게 되어 시험 결과의 신뢰성을 떨어뜨리게 된다. -중략- IEC 61000-4-4의 시험조건과 동일한 상태에서 평가를 했을 때 전원선으로 부터의 불요 복사파가 피시험체에 상당한 장애를 유발할 수 있는 약 2.4kV/m 정도의 전계세기로 나타나는 것으로 확인되었다.” 이와 같은 사실을 고려해서 버스트 시험에 임해야 할 것이다.

4. EFT/Burst Calibration

버스트 발생기는 위에서 언급한 파형이 발생되어야 한다. Burst의 일반적인 파형은 한 개 펄스의 상승시간이 $5\text{ns} \pm 30\%$, 한 개 펄스의 반폭시간은

50ns \pm 30%, Burst 지속시간이 15ms \pm 20%, 그리고 Burst 진행 시간이 300ms \pm 20%가 되어야 한다. 우리 소의 경우에는 시험장비의 버스트 출력 단자인 HV-OUT단자를 54dB ATT를 거쳐 오실로스코프에 연결한다. 이때 케이블은 가능한 짧게 해야 한다. 오실로스코프의 시간축 및 전압축을 적당히 맞추고 싱글 트리거를 사용하여 한 개의 버스트 파형을 잡아 위 규정을 만족하는지 확인한다. Burst 지속시간 및 구간은 일반적인 방식으로는 깨끗한 파형을 잡기 어렵다. 따라서 오실로스코프 Acquisition 모드의 envelope 기능을 이용하여 잡고 규정에 맞는지 확인한다.

5. 버스트 시험시 마우스에 인가되는 버스트 파형 측정

마우스, 키보드, USB제품들은 독립전원이 없고 퍼스널 컴퓨터에서 전원을 공급받는다. 현재 이런 제품들은 버스트 시험 시 퍼스널컴퓨터 전원에 버스트를 인가하여 시험하고 있다. 따라서 컴퓨터를 경유한 후 마우스에 인가되는 버스트 파형을 체크해보았다. PS/2 마우스 커넥터의 핀에서 4개를 임의의 번호를 붙인 다음에 버스트 인가 전후의 상태를 오실로스코프를 이용하여 알아보았다. 1번핀은 Vcc에 해당하고 2번핀은 GND, 3번핀은 CLOCK, 4번핀은 DATA신호 선이다.

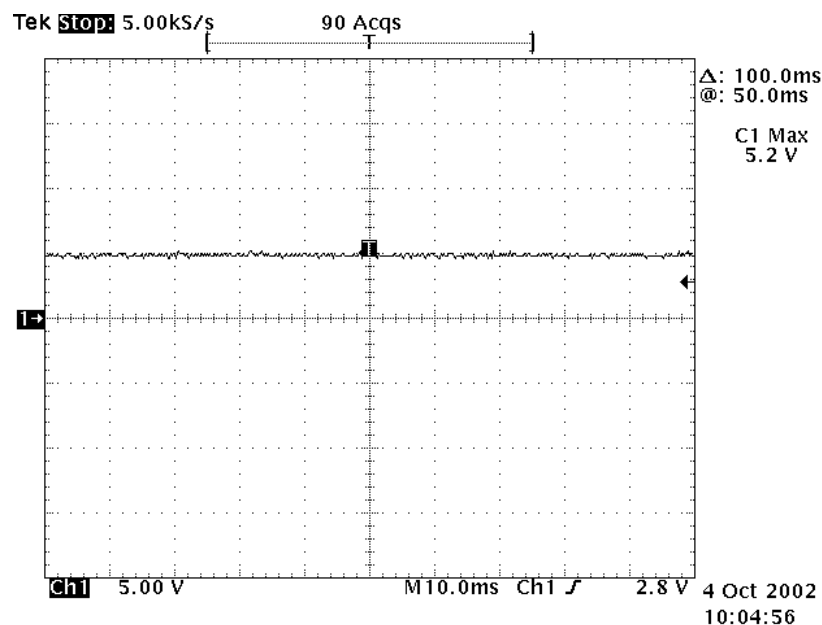


그림 25. 정상상태에서 마우스 정지, 이동, 버튼 클릭시의 모습(1번 핀)

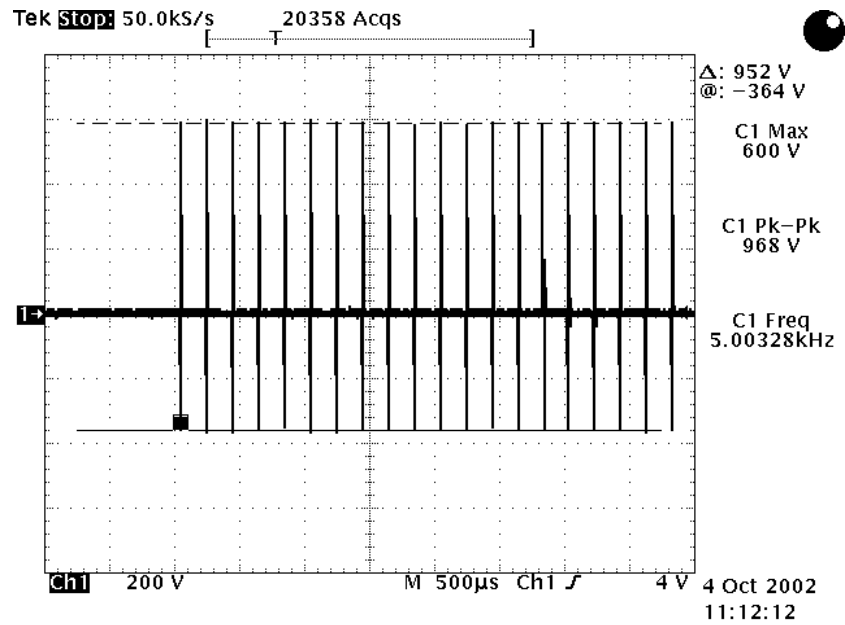


그림 26.버스트 인가 시에 마우스 정지, 이동, 클릭 할 때 파형 모습(1번 핀). V_{p-p} 이 968V로 퍼스널컴퓨터 전원단자에 인가한 버스트 1KV가 거의 마우스의 라인에 유기되는 것을 알 수 있다.

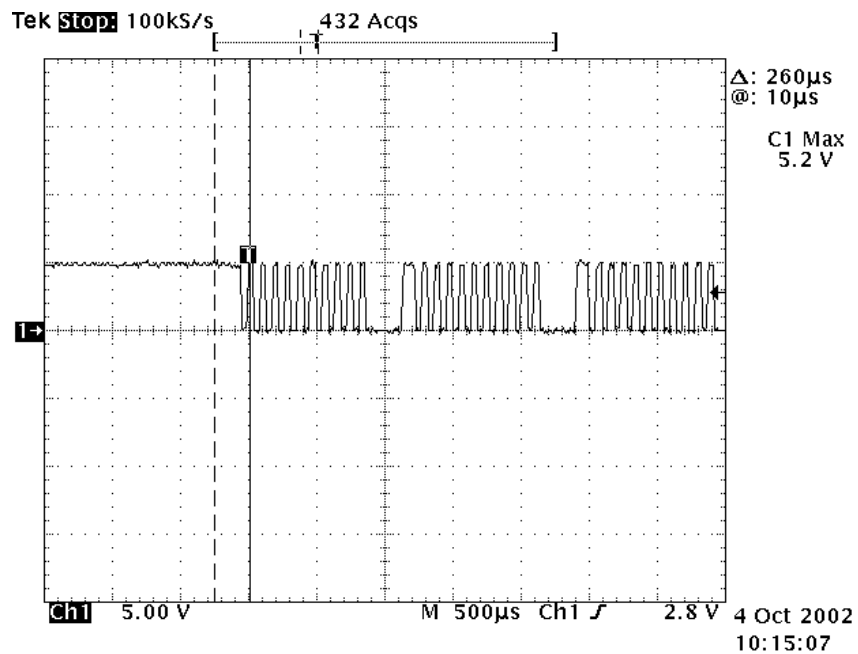


그림 27. 3번 핀(clock)에 대해 버스트를 인가하기 전의 파형.

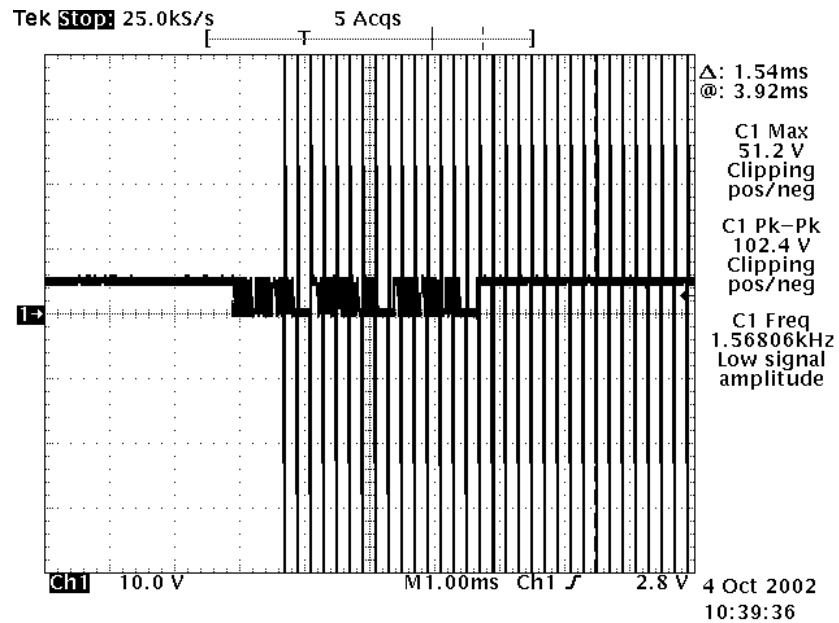


그림 28. 3번 핀(clock)의 마우스 이동, 클릭 할 때 파형. 클락의 신호대역 모두가 버스트 파형과 겹친다. 간섭이 충분히 일어날 수 있다. MAX값이 51.2V로 나타난 것은 버스트 진폭이 스코프 화면을 넘어서이기 때문이다. 실제로는 위 그림처럼 968V이다.

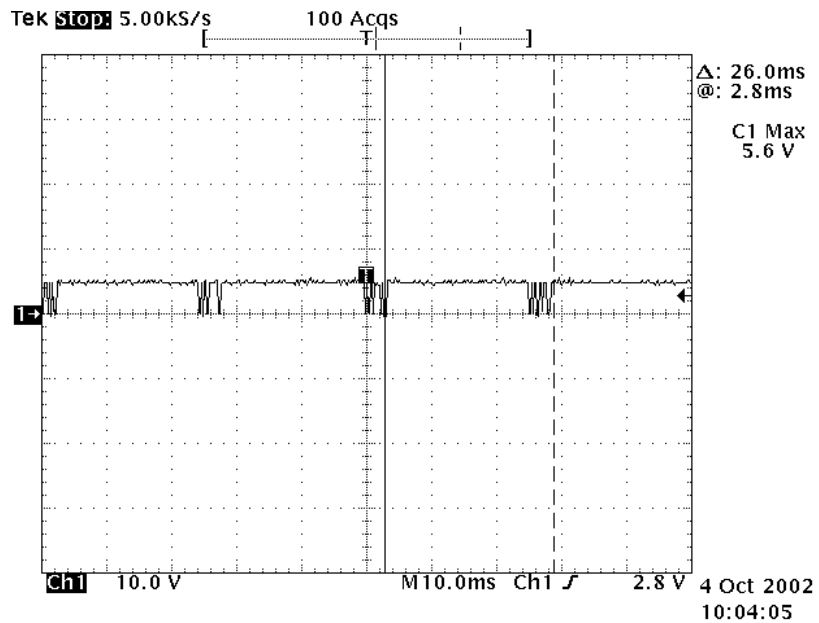


그림 29. 마우스 4번 핀(data)의 버스트인가 전의 파형.

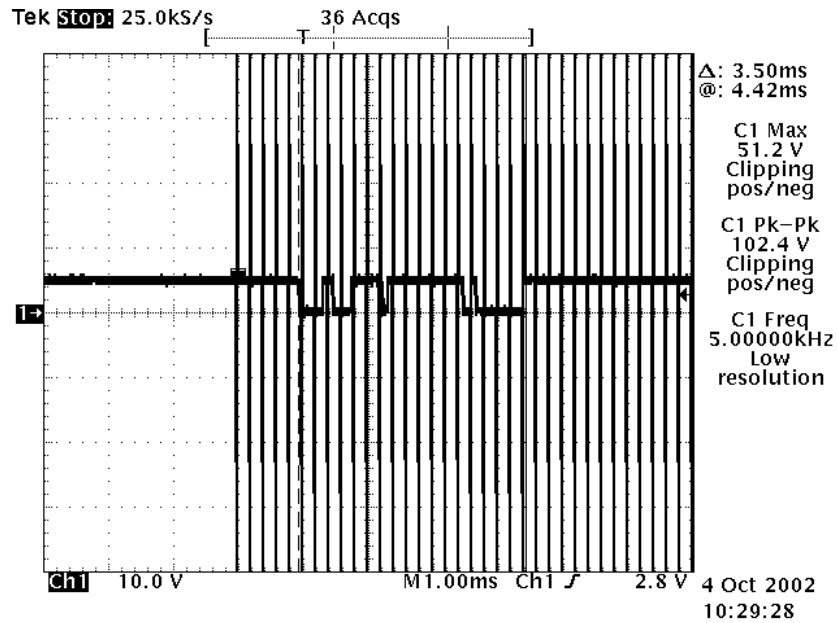


그림 30. 마우스 4번(data) 핀에 버스트 +1kV를 인가하였을 때의 파형

그림 20, 22, 24은 버스트 발생기를 통해 +1kV 버스트를 인가하기전의 모습이다. 그리고 그림 21, 23, 25는 마우스 1, 3, 4핀에 대해 +1kV의 버스트를 인가한 상태의 파형을 찍은 것이다. 위의 그림을 통해서 컴퓨터를 경유한 버스트 노이즈가 상당히 많이 유입되고 있음을 알 수 있었다. 따라서 시스템의 안정성 등을 고려하였을 때 제품 제작시부터 이러한 사실을 고려하여 설계와 생산을 하는 것이 바람직하다.

제 4 절 서지(Surge) 내성시험

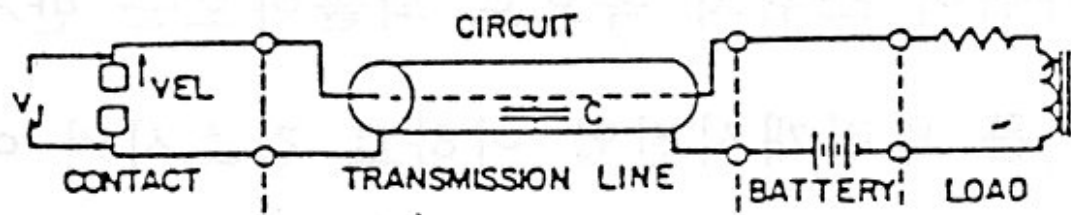
1. 서지(Surge)의 개요

일반적으로 surge는 임의의 선로나 회로를 따라 전달되는 전압, 전류 또는 전력의 과도적인 과형으로 급격하게 증가했다가 서서히 감소하는 특징을 가지고 있다. 비가 오고 번개가 치는 날이면 전기가 끊어지거나 전화가 불통되는 경우 또는 전등이나 전기기기의 스위치를 켜는 경우 오디오의 음이 찌그러지거나 TV화면이 떨리는 것을 우리 주변에서 많이 보게된다. 이러한 원인의 대부분이 서지에 의한 것이다. 첨단 과학으로 인하여 고성능 반도체가 전기, 전자 분야에 광범위하게 사용되고 있으며 그에 따라 서지에 의한 피해도 날로 증가하고 있다. 반도체의 집적도가 증가할수록 반도체 내부의 회로 선 폭이 좁아지고 저전압을 사용하기 위하여 전도성이 우수한 소재를 사용하기 때문에 단락 임계값이 낮아져 반도체를 많이 내장한 시스템은 내압에 약해져서 서지에 취약하다.

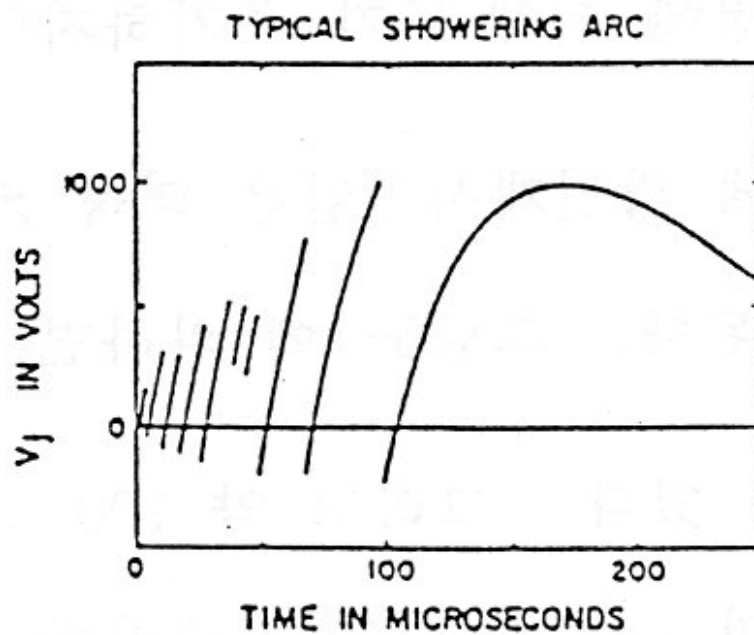
작은 서지의 반복은 시스템 내부 소자를 열화시켜 만성적으로 파괴하며 강한 서지는 일거에 시스템을 파괴하기도 한다. 특히 근래의 시스템은 기기와 기기의 결합에서 시스템과 시스템이 결합하는 토털 시스템 구성이 일반적이 되어 가고 있다. 이는 한 지점에서의 피해가 전 시스템의 마비를 가져오고 극한적이 경우에는 전 시스템이 연쇄적으로 파손되는 경우도 초래할 수 있다.

이러한 서지는 크게 전기적인 스위칭시의 과도현상에 의한 surge와 낙뢰에 의하여 전로 및 전자기기에 유기되는 surge의 두 가지로 나뉜다. 이 때 전도성 매질 내에 흐르는 전류와 전압은 전기장과 자기장을 일으킨다.

현재의 서지 시험 방법안(KN61000-4-5)은 스위칭과 낙뢰의 과도현상으로 부터의 과전압 때문에 야기되는 단 방향성 서지에 대한 장비의 요구조건, 시험방법과 권고된 시험 레벨의 범위와 관련되어 있다. 직접적 낙뢰는 이 표준안에서는 고려되지 않고 있다.



(a)



(b)

Showering arcs.

그림 31. 대표적인 showering arc의 발생회로와 전압 패턴

2. 서지의 발생 원인 및 종류

가. 스위칭시의 서지

먼저 스위칭 과도 현상으로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 캐패시터 뱅크 스위칭같은 주전력 시스템의 스위칭에 의한 서지
- 기구 근처에서의 부 개폐 동작 또는 전력 배전 시스템의 부하 변화로 인한 서지

- 싸이리스터(thyristor) 같은 스위칭 소자에 의한 서지
- 단락회로와 기구의 설치시 접지시스템의 용접 오류 같은 다양한 시스템의 오류로 인한 서지

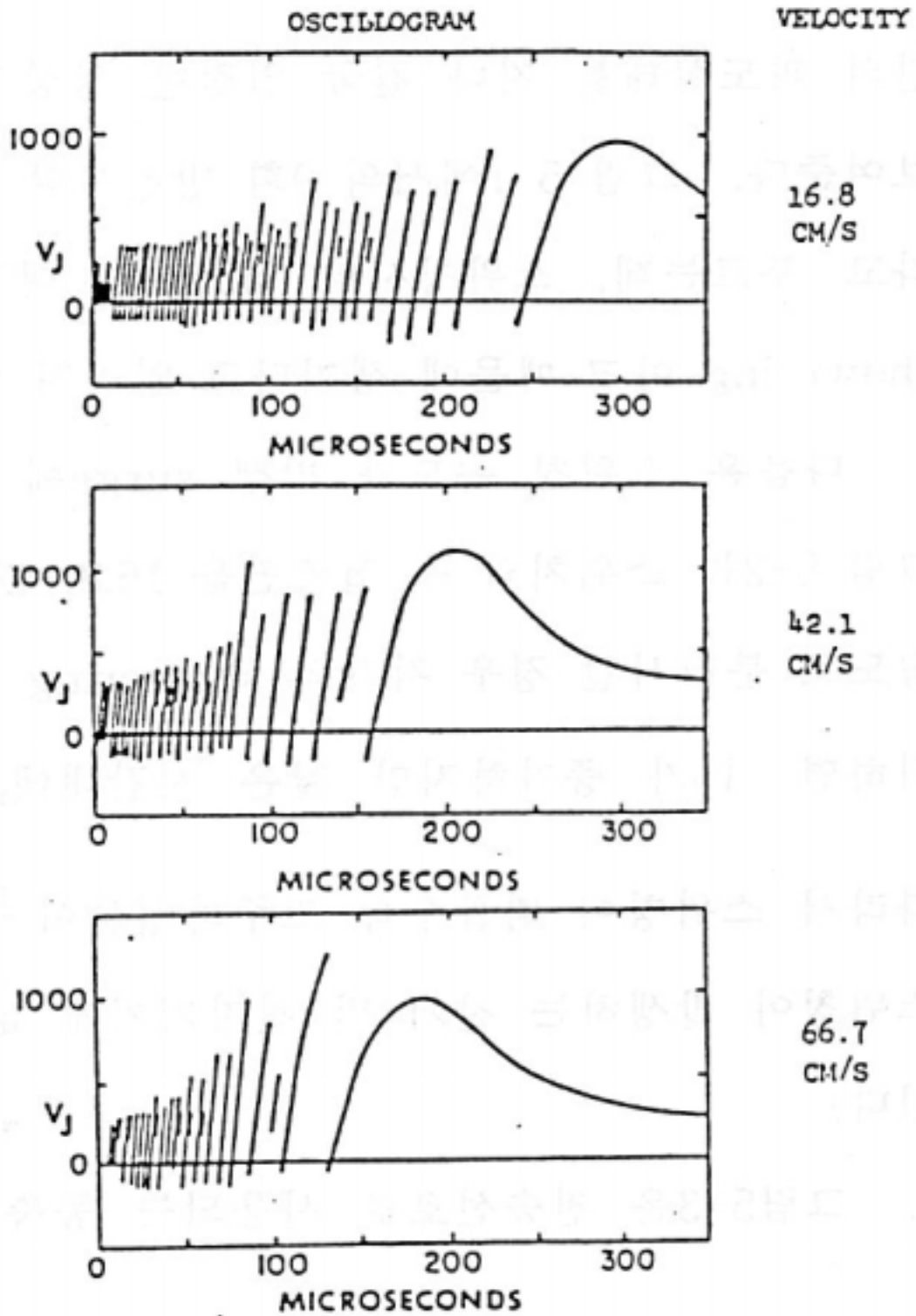


그림 32. 스위칭 속도에 따른 showering arc 변화

그림 26은 길이 s 인 동축선의 한쪽에는 직류 전압원이 유도성 부하에 전원을 공급하고, 동축선의 다른 쪽에는 스위치를 구성하는 두 금속면의 접촉을 일정속도 c 로 분리시킬 때 금속면간에 걸리는 전압 V 를 측정한 결과를 보여준다. 최초로 두 접촉면이 분리되기 시작한 전류가 이곳을 흐르지 못하여 V 가 증가한다. 이러한 충전전압 V 가 방전 개시전압을 초과하면 아크(arc)가 발생하고, 여기서 발생한 입사파가 전송선을 지나 부하에서 반사되어

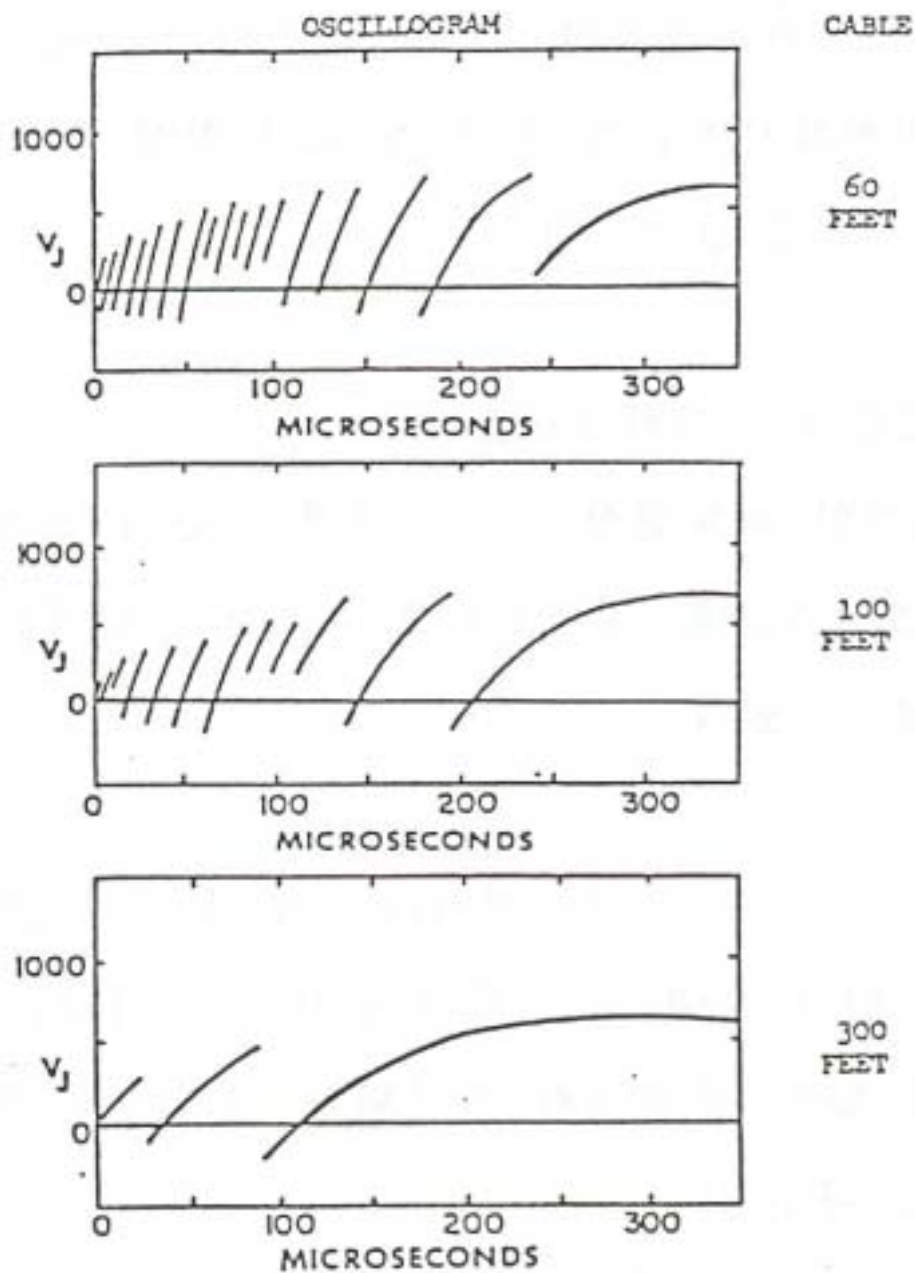


그림 33. 동축선 길이에 따른 showering arc 변화

바뀌어 스위치 쪽으로 되돌아오는 반사파는 극성이 반대가 되기 때문에 V를 방전개시전압 이하로 감소시켜 아크는 소멸된다. 다시 시간이 지나면 충전에 의해 V가 증가하지만 스위치의 접촉면의 간격은 더 멀어지기 때문에 방전개시전압은 더욱 커져 더 높은 충전전압 V에서 아크가 발생하게 된다. 그림에 의하면 이러한 충전 및 방전이 9회 정도 반복함을 볼 수 있다. 그리고 약 100 μ s 후에는 다시 충전이 시작되지만 이때는 이미 스위치의 두 접촉면이 충분히 멀리 떨어졌기 때문에 V가 이때의 방전개시전압까지 커지지 못하여 약간의 과도상태를 지나 결국 일정한 정상상태의 전압으로 도달하게 됨을 보여준다. 그림에서의 9회 방전시의 아크를 특별히 showering 아크라고 부르는데, 스위칭시의 서지는 대부분 스위치를 off시 발생하는 showering 아크 때문에 생기는 걸로 알려져 있다.

스위칭 속도에 따른 showering 아크의 변화를 그림 27에 나타내었다. 그림은 스위치의 두 접촉면을 16.8, 42.1, 66.7 cm/s의 세 가지 다른 속도로 분리시킬 경우 각각의 showering 아크를 보여준다. 스위칭을 빨리 하면 V가 증가하지만 짧은 시간 내에 아크방전이 끝남을 보여준다. 따라서 스위칭이 빠를수록 고주파성분이 많은 서지가 발생하여 전기, 전자기기에 많은 피해를 줄 수 있다.

동축선 길이에 대한 showering 아크의 변화는 그림 28에 나타내었다. 전송선로로 사용되는 동축선의 길이를 60, 100, 300feet로 달리하였을 경우 showering 아크의 변화를 보여준다. 동축선의 길이가 늘어나면 캐패시턴스가 커져 충전시간이 늘어나 방전횟수가 줄어들 게 된다. 따라서 동축선의 길이가 충분히 길다면 일정시간 동안 충전전압이 점차 증가하겠지만 그동안 스위치의 두 접촉면이 충분히 떨어져 요구되는 방전개시전압이 충전전압보다 항상 커서 방전이 전혀 일어나지 않을 수도 있음을 알 수 있다.

나. 낙뢰로 인한 서지

낙뢰에 의한 서지 유입은 다음과 같은 형태로 나타난다.

- 외부회로(옥외)에 직접낙뢰로 인해 고전류가 유입되어 접지 저항 또는 외부회로의 임피던스에 홀터 발생하는 과전압
- 간접낙뢰(구름사이 또는 구름 내부, 구름 근처의 물체에 의해 만들어진 전자장의 낙뢰)에 의해 전압/전류가 도체의 외부와 건물내부, 도



그림 34. 낙뢰의 모습

체의 외부 또는 건물 내부에 유도

- 설비의 접지 시스템의 공통접지 경로에 직접적 지표 방전 결합에 의한 낙뢰 접지 전류의 흐름.

번개에 대한 정의를 브리태니커 백과사전에 의하면 “대기층이 공기의 저항을 극복하기에 충분한 정도의 전하나 전위차(電位差)를 갖고 있는 곳에서

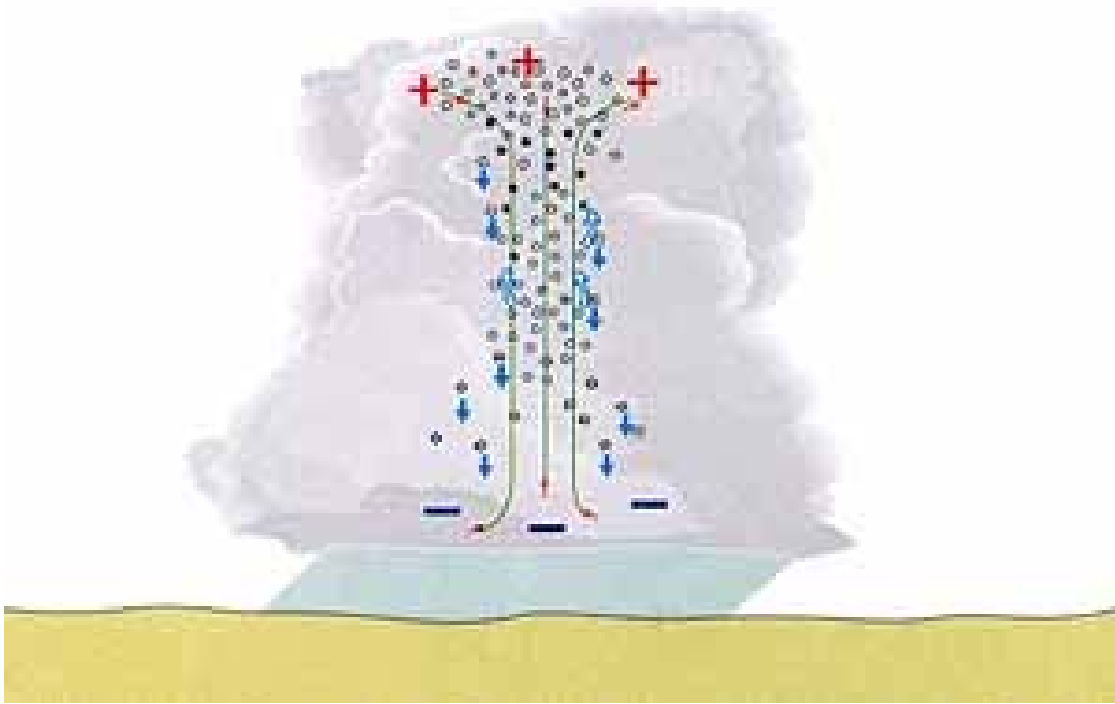


그림 35. 뇌적운의 구조

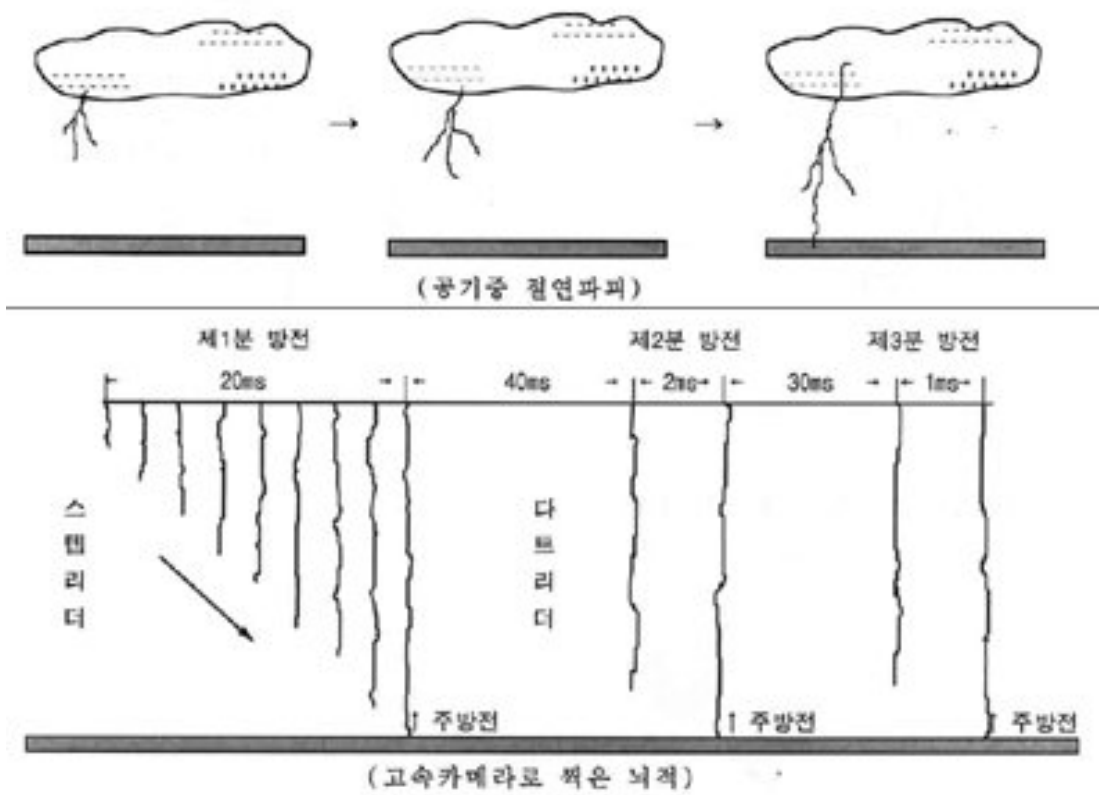


그림 36. 낙뢰의 방전 메카니즘

나타나는 대기의 가시적인 방전현상”이라고 서술하고 있다. 번개는 주로 적란운(積亂雲 : 뇌운)과 함께 나타나지만 눈보라나 먼지보라가 불 때는 난층운(亂層雲)에서 나타나기도 하며, 때로는 화산폭발시 방출되는 먼지나 가스에서 발생되기도 한다. 뇌우 동안 번개의 섬광은 구름 내부에서 나타날 수도 있고 구름과 구름 사이, 구름과 대기 사이, 혹은 구름과 지면 사이에서 나타날 수도 있다.

번개는 쌍극자 구조를 갖고 있는 구름 내부에서 전하가 분리되어 만들어진 순전하 영역에서 발생한다. 뇌운 내부의 전하분포를 살펴보면, 구름의 상단부에는 많은 양의 양전하가 있고, 하단부에는 많은 양의 음전하가 있으며, 최하단에는 적은 양의 양전하가 분포되어 있는 양상을 띠고 있다. 전하는 물방울이나 얼음 조각에 분포되어 있다. 만약 주변공기가 순전하를 띠고 있다면 구름으로부터 대기방전이 일어날 수 있다.

구름과 지면 사이의 번개 섬광은 구름 최하단에 있는 적은 양의 순양전하가 중성화되면서 처음 나오기 시작한다. 이 번개의 섬광은 적어도 2개의 낙뢰를 포함한다. 먼저 음전하를 띤 선도낙뢰가 구름에서 지면으로 떨어진다. 이 낙뢰는 아주 밝지는 않으며 단계적으로 떨어지는 특징을 보이고, 떨어지면서 낙뢰의 본줄기로부터 많은 가지가 뻗어나온다. 때때로 교회의 뿔촉한 탑이나 건물, 혹은 키가 큰 나무와 같은 높은 구조물을 통해 지면에서 구름으로 전달된다. 이 낙뢰가 지면 근처로 다가갈 때 부딪힐 지점에서는 집중적으로 반대 전하가 유도되고, 지면에서부터 구름으로 양전하를 띤 귀환낙뢰가 이 경로를 통해서 생긴다. 일반적으로 두 낙뢰는 지상 약 50m 지점에서 만난다. 접합점에서 구름은 지면과 합선되고 높은 전류가 흐르며 상당히 밝은 귀환낙뢰가 번개 경로를 통해 구름으로 전달된다. 전형적인 번개의 경우 구름과 지면 사이의 전위차는 수억V이며 최고 2만A(암페어)의 전류값을 갖는다. 번개가 떨어지는 경로의 온도는 약 3만K이다. 이런 현상의 전체적인 과정은 매우 빠르게 진행된다. 즉 선도낙뢰가 접합점이나 지면에 도달하는 데는 약 0.02초가 소요되며, 귀환낙뢰가 구름에 도달하는 데는 약 7×10^{-5} 초가 소요된다.

정리하면 뇌는 한줄기 빛으로 보이지만 실제로는 뇌가 실린 구름에서 공기절연이 파괴되어 선행방전(先行放電 : Step Leader)이 구름을 출발하여 진전과 휴지를 반복하게 된다. 대지나 지상의 물체에 접근할 때 대지나 물체에서 상향의 스트리머가 생기고 이 양자가 결합할 때 뇌운에서 대지 또는 물

체에 이르는 방전로가 형성된다. 이러한 방전로에 대지측에서 많은 전하가 유입되어 주방전로가 생기고 뇌운 안의 전하가 중화 되지만 눈으로 볼 수 있는 휘도는 주방전(Return Stroke) 때 생긴다. 최초 낙뢰후 75% 이상에서 30~200ms 후에 재낙뢰가 발생하고 있다. 최초 낙뢰후 75% 이상에서 30~200ms 후에 재낙뢰가 발생하고 있다.

1) 환경에 따른 낙뢰 발생

- 해변 : 바다를 거쳐온 바람과 구름은 육지를 만나면 상승기류를 형성하게 되며, 이때 구름도 이 상승 기류에 따라 상승을 하지만 수분을 많이 포함하고 있는 관계로 기류보다 상승 속도가 느려 땅과의 간격이 좁아지므로 인해 낙뢰가 많이 발생한다.

- 강변 : 비가 오면 습기의 증발로 인하여 일반적으로 기온이 떨어지게 된다. 그러나, 강의 경우 상류에서 흘러 내려오는 강물의 영향으로 주변 기온보다 수온이 높다. 상대적으로 높은 수온은 주변보다 더 많은 습기를 띄게 되며, 이 습기가 낙뢰의 통로 역할을 한다.

- 댐 및 저수지 : 많은 물을 저장하는 관계로 기온의 변화보다 훨씬 느린 수온의 변화는 주변에 다량의 습기를 배출하게 되고, 이 습기가 바람의 영향으로 주변으로 밀려 올라가면 낮게 깔린 뇌운과 상호 영향을 미쳐 낙뢰의 통로 구실을 한다.

- 평야 : 평야 지역의 경우는 돌출된 작은 둔덕이라든지 건축물 등도 낙뢰의 가능성이 크며, 특히 평야가 끝나는 산밧의 경우가 특히 낙뢰의 가능성이 큰 곳이다. 해변과 같은 이유로 낙뢰의 빈도와 강도가 크다.

- 산 : 산의 경우는 일반적으로 생각하고 있는 것과 약간의 차이가 있다. 일반적으로 산꼭대기가 낙뢰의 빈도와 강도가 강할 것이라는 것은 맞는 생각이다. 그러나 산골짜기가 산등성이보다 낮기 때문에 안전할 것이라고 흔히 생각하지만 이것은 옳바르지 않다. 높은 산에 올라갔을 때 구름이 골짜기를 타고 낮게 깔려 올라오는 것을 보았을 것이다. 골짜기의 밑에서 올려 부는

바람은 골짜기가 좁아지고 위로 올라갈 수록 상층부 기류의 압력이 강해져 구름의 밀도가 높아진 상태로 밑으로 깔리게 된다. 그로 인하여 골짜기의 돌출부는 산중턱보다도 훨씬 높은 강도의 낙뢰를 맞을 가능성이 크다.

다. 서지 발생 원인에 의한 분류

1) 자연 현상에 의한 서지

- 직격뢰(Direct Strike) : 낙뢰가 구조물이나 장비, 또는 전력선에 직접 뇌격하는 것으로, 보통 20KV 이상의 고압에 수KA~300KA의 과전류가 발생하여 접지를 통하여 절반 정도는 대지로 흡수되지만, 나머지는 전력선을 통하여 인입선으로 들어 온다.

- 간접뢰 : 송전선로 또는 통신선로에 뇌격하여 선로를 통하여 Surge가 전도되는 것으로 발생 빈도가 가장 많으며, 6,000V 이상의 매우 큰 에너지를 갖고 있어 이에 의한 피해가 가장 많고 크다.

- 유도뢰(Indirect Lightning) : 낙뢰 지점에 근접한 대지에 매설된 전원선, 통신선, 접지, 수도 파이프 등 도체를 통하여 유도된 고압의 전류로 인하여 접지 전위의 급상승으로 Surge가 발생한다.

- 방전(Bound Change) : 지상과 구름, 구름내, 구름과 구름 사이의 방전으로 유도된 전하가 전력선, 금속체 또는 지표로 흘러 장비를 손상 시킨다.

2) 개폐 및 기동에 의한 Surge

내부적으로 발생하는 서지로 서지 전체의 75~90%가 여기에 속한다. Inductive load의 On/Off시 발생하는데, 계통전력 공급선의 개폐나 사고 등으로 인한 전위 차이나, Inductive motor, Compressors, Pump, 용접기, 점화기 등의 switch On/Off시 발생하는 스파이크로 인하여 250~1,000V의 서지가 발생한다.

3) 전이 과정에 의한 분류

- 전도성 서지 : 송전선로, 금속배관, 전원 및 신호, 접지, 회로 등과 같은 도체를 통하여 유입되는 서지를 말한다.
- 유도성 서지 : 갑작스런 전류의 변화로 인하여 인접회로에 유도되는 서지로 대표적인 것으로 낙뢰시 전원 cable과 인접한 signal cable 사이에 발생하는 것이다.
- 전파성 서지 : 공중파의 형태로 회로에 유입되며 대표적인 것이 RFI(Radio Frequency Interference)다.
- 복합성 서지 : 상기 3가지가 복합적으로 전이되는 것으로 대부분의 서지가 이러한 형태를 취하고 있다.

4) 서지 형태에 의한 분류

- 전류성 서지 : 다량의 전류가 일시에 유입됨으로 인하여 열이 발생하고, 이로 인하여 IC impedance 회로에 많은 영향을 미친다.
- 전압형 서지 : 반도체소자의 절연 내압보다 큰 서지 전압이 침투하게 되면 절연파괴에 의해 기능을 상실하게 되며, MOS 소자가 손상을 입기 쉽다. 전압형 서지는 high impedance 회로에 많은 영향을 미친다.

5) 전원선에 의한 분류

- Normal Mode : 서지가 Line과 Line 사이, 또는 Line(Hot)과 Neutral 사이에 발생하는 것으로 control system이나, 전자기기의 전자회로에 사용된 반도체 소자를 파손시킨다.
- Command Mode : 서지가 Line과 Ground 사이, 또는 Neutral 과 Ground 사이에 발생하는 것으로 Processor의 Memory Logic을 파손시킬 수

Transient	Surge
1. 지속시간이 8.4 μ s보다 짧다. 2. 정현파(sine wave)와 지수함수적인 파형이다. 3. 일반적으로 high impedance source 와 관계가 있다. 4. 과도전압 level은 표준작업환경하에서 수 nV에서 18,000V까지의 범위다.	1. 지속시간이 8.4 μ s보다 길다. 2. 구형파와 지수함수적인 파형이 있다. 3. 일반적으로 low impedance source 와 관계가 있다. 4. Surge 크기의 90%가 표준동작준위의 2배 보다 작다. 5. Surge 크기의 99%가 표준동작준위의 3배 보다 작다.

표 5. General Semiconductor Industries에서 구분한Transient와 Surge의 차이점

도 있다. μ sprocessor 또는 Digital Logic Control System에서는 Neutral과 Ground 사이를 이론상의 Zero Voltage로 설정하기 때문에 Neutral과 Ground 사이에서 발생하는 Surge는 많은 문제를 일으킨다. Command Mode Surge는 Software 문제, 즉 Memory Loss를 발생 시켜, 각종 Data의 출력에 이상을 초래할 수 있다. Command Mode Surge는 부적절한 접지에 의해서도 발생한다.

3. 서지가 전자부품에 미치는 영향

서지 전압은 부품을 태울 정도의 큰 열에너지를 발산하는데 반해, 반도체의 집적도가 높아지고 이는 서지에 대한 대처 능력이 현격히 떨어지게 되었다. 따라서 반도체 소자를 내장한 장비들은 과도 전압에 매우 약해 수십 μ s 짧은 과전압 유입시에도 소자를 파괴시키거나 열화시켜 수명 단축, 기능 저하 등을 초래한다. 특히 접합점이 많은 반도체소자는 접합점 파괴를 야기하여 소자의 과잉 누설전류를 흐르게 하므로 low impedance 회로를 형성하게 된다. 절연체인 경우 일시적인 과전압은 절연체에 따라 정도의 차이는 있지

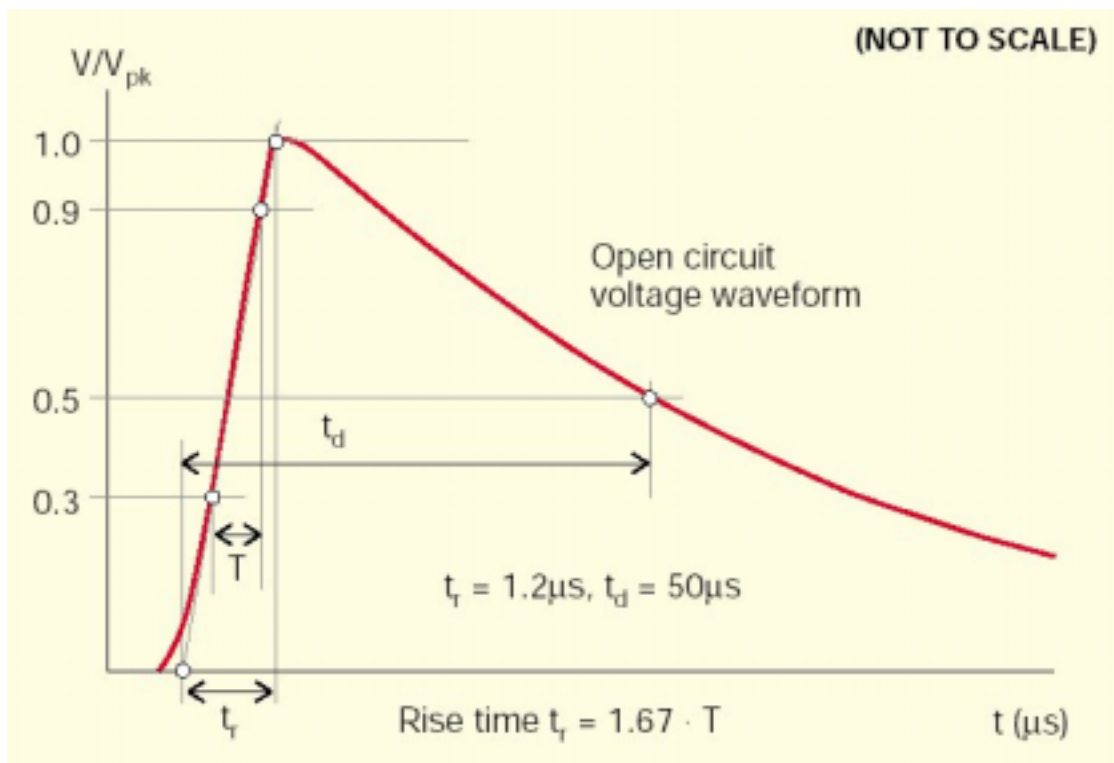


그림 37. 개방회로의 전압파형($1.2/50\mu s$)

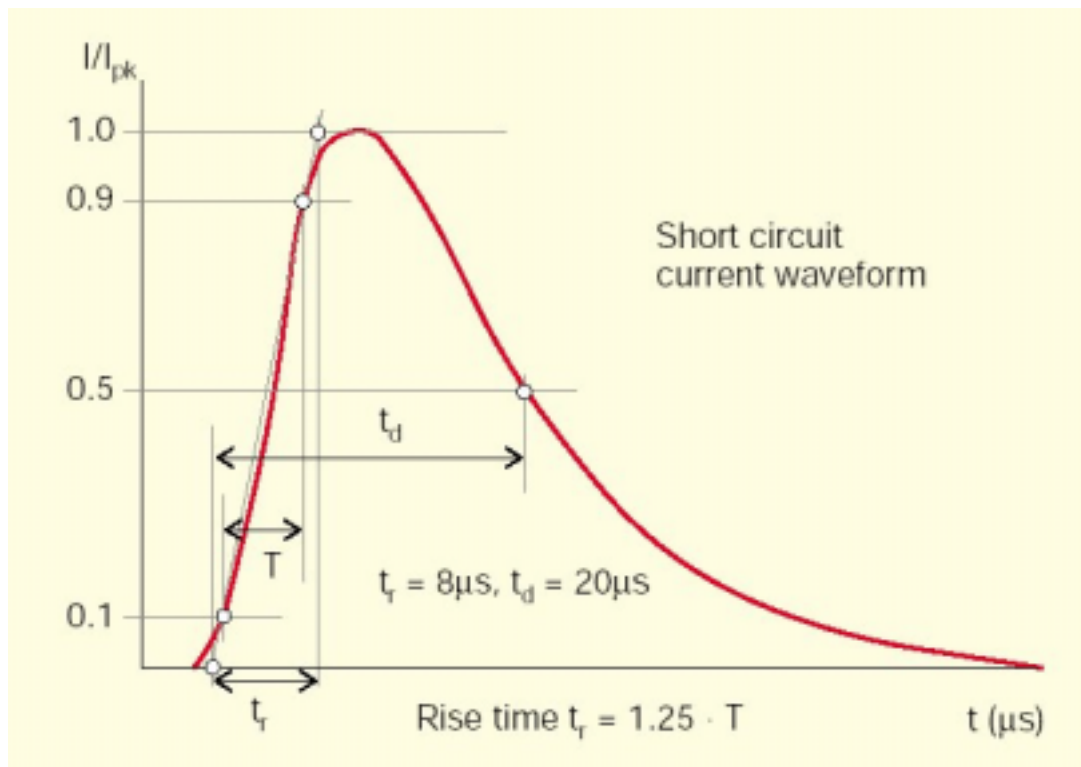


그림 38. 단락회로에서의 전류 파형($8/20\mu s$)

만 대부분의 순간적인 절연파괴로 장비의 고장을 초래하는 절연 항복을 가져온다.

4. 서지의 표준 시험 파형

가. 개방회로의 전압 파형 (1.2/50 μ s)

서지전압의 전시간 T_r 은 임펄스가 피크치의 30%일 때의 순간과 90%일 때의 순간 사이 T 의 1.67배로 정의되는 가상 파라미터이다.

$$T_r = 1.67 \times T = 1.2\mu s \pm 30\%$$

$$T_d = 50\mu s \pm 20\%$$

나. 단락회로 전류파형 (8/20 μ s)

: 서지전류의 전시간 T_r 은 임펄스가 피크치의 10%일 때의 순간과 90%일 때의 순간 사이 T 의 1.25배로 정의되는 가상 파라미터이다.

$$T_r = 1.25 \times T = 8\mu s \pm 20\%$$

$$T_d = 20\mu s \pm 20\%$$

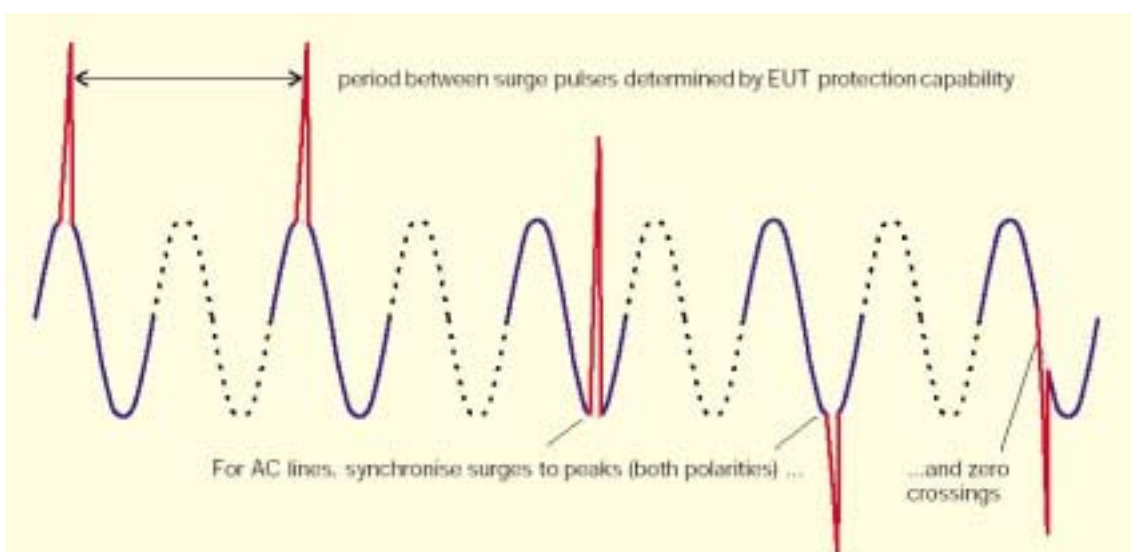


그림 39. 서지 인가시험시의 파형

5. Surge 시험기준 및 시험방법

가. 시험기준

- 서지전압 : 입력 교류전원 단자(선-선) $\pm 1.0 \text{ kV}$
(선-접지) $\pm 2.0 \text{ Kv}$
입력 직류전원 단자(선-접지) $\pm 0.5 \text{ kV}$
신호선 및 통신 단자(선-접지) $\pm 1.0 \text{ Kv}$
- 개방회로전압파형 : $1.2/50 \mu\text{s}$
- 단락회로전류파형 : $8/20 \mu\text{s}$
- 인가 회수 : 각 5회
- 위 상 : $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ (입력 교류전원 단자)
- 극성 : + / -
- 반복률 : 1회 / 1분
- 성능평가기준 : B

나. 시험방법

자세한 시험 방법은 전자파 보호시험방법(전파연구소고시 제 2000-183 호)를 참고한다. 여기서 중요한 사항만을 언급하면 다음과 같다.

- 특별히 명시되어 있지 않은 한, 서지는 제로크로싱과 교류전압파형(정 및 부)의 최대값에서 전압위상에 동기되도록 인가한다.
- 서지는 선과 선간 및 선과 접지간에 인가되어야 한다. 선과 접지간 시험인 경우에 특별한 조건이 없는 한, 시험전압은 각각의 선과 접지간에 연속적으로 인가되어야 한다.
- 시험절차는 시험품의 비선형 전류-전압특성을 고려하여 단계적으로 전압을 상승시키며 시험하여야 한다.

전원선	AC	사용장비 Surge Tester (PSURGE 6.1)
	DC	Impulse Module (PHV 30.2) Coupling Filter (FP SURGE 32.1)
신호선	비차폐 접속 회로	사용장비 Surge Tester (PSURGE 6.1)
	비차폐 비대칭적으로 조종되는 선로	Impulse Module (PHV 30.2) Coupling Network (IP 6.2)
	비차폐 대칭적으로 조종되는 선로	Decoupling Unit (DEC 1A) Decoupling Unit (DEC 3A)

표 6. 서지 시험 대상에 따른 사용 장비

다. Surge 시스템 사용방법

1) 전원선 (AC, DC)

Coupling Filter의 EUT전원 input에 수검기기 사용전원을 연결한다. Input 단자의 선로는 Output 단자와 1:1로 연결되어 있다. 케이블 연결이 정확히 되었는지 테스트기로 확인한 후 Impulse Module (PHV 30.2) 스위치를 설정한다.(EXT : PC로 제어, DIRECT : 신호선 시험시, COUPLING : 전원선 시험시) 설정이 다 되었으면 수동 또는 Controller PC의 프로그램을 사용하여 시험한다. 여기서는 수동 시험방법에 대하여 정리하였다.

- 서지시스템 전원을 ON한다.
- F4 키를 눌러 셋팅으로 들어간다.
- F1을 누르고 전압 및 극성, 테스트 시간, 위상을 설정한다.
- ↓를 누르면 화면이 아래로 내려간다. Range 및 경로(Direct or Filter), 단상 or 삼상, 인가할 단자(L-N, L-PE, N-PE), 극성 등을 설정한다
- Start 스위치를 눌러 서지를 인가한다.

2) 신호선

매뉴얼 및 프로그램 사용법은 전원선 방식과 거의 같다. 단, 서지 장비를 설정할 때 서지 전압 및 전류가 Coupling Network와 Decoupling Unit을 거쳐 수검기기 신호 라인에 인가하는 점이 틀리다.

Impulse Module (PHV 30.2) 스위치를 DIRECT(서지가 FP SURGE 32.1을 거치지 않고 바로 IP 6.2로 인가된다)로 설정하고 시험 하고자 하는 신호선로에 따라 저항, 캐패시터, 피뢰기(어레스터)를 설정한다. 예로 비차폐비대칭적으로 조종되는 선로는 Surge Generator에서 출력된 서지 파형이 각 신호라인에 40Ω 및 피뢰기를 거쳐 인가해야 하므로 IP 6.2를 다음 그림과 같이 설정하여 시험한다.

Contact socket을 1D(또는 2D,3D,4D)에 꽂으면 40Ω이 설정되어 서지가 이곳을 통과하고, 2F(또는 1F,3F,4F,5E)에 다른 Contact socket을 꽂으면 선-선 또는 선-접지 루프가 형성된다. 마지막으로 세 번째 Contact socket을 1G,2G,3G,4G에 꽂으면 가스 피뢰기가 선택되어 전체적으로 서지가 40Ω을 통과한 후 피뢰기를 거쳐 수검기기에 인가되고 선 또는 접지와 루프를 형성하게 되는 것이다. 여기서 주의할 점은 D와 F(or 5E)는 다른 위치에 있어야 한다.

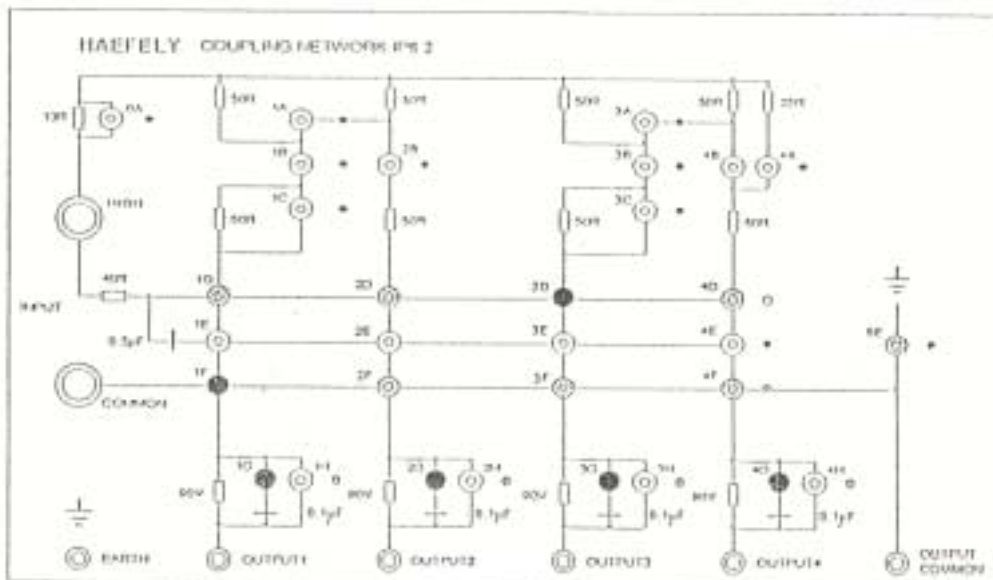


그림 40. 신호선 서지 시험을 위한 IP6.2 설정

6. Surge Calibration(서지 발생기 특성 검증)

서지 발생기는 2Ω의 실효 출력 임피던스를 갖고 있다. 이는 서지 발생기의 침두 개방회로 출력전압①과 침두 단락회로 출력 전류비②의 계산에 의해 정의된다.

$$\text{실효 출력 임피던스} = 1\text{kV}① / 0.5\text{kA}② = 2\Omega$$

이는 위에서 규정한 서지 파형과 함께 검증되어야 한다. 서지 Calibration에서 검증되어야 할 사항은 개방회로 출력 전압의 피크치, Tr, Td, +/- 극성변화, 단락회로 출력 전류의 피크치, Tr, Td +/- 극성변화이다.

우리 소가 보유하고 있는 장비를 이용하여 calibration을 하는 과정을 살펴보자. 일단 필요 장비를 준비한다. 오실로스코프, 100:1(또는 1000:1)프로브, 전류변환기, 동축케이블 등등. 우리소 보유장비는 장비 내에 Attenuator 및 전류변환장치를 내장하여 직접 오실로스코프에 연결하여 특성을 확인할 수 있다. 다른 방법으로는 Coupling Network 및 Filter를 거쳐 나온 최종 output단자에 고전압프로브를 연결하여 확인하는 두 가지 방식이 있다. KN 규격에서는 후자를 인정하고 있다.

가. 장비에서 직접 오실로스코프를 연결하여 확인하는 방식

- 디스플레이 Voltage output 단자를 동축케이블로 오실로스코프에 연결한다.
- OPEN socket(전류는 SHORT socket)을 HV-output단자에 꽂는다. 이는 회로를 개방 및 단락회로로 구성 시켜준다.
- Voltage Range를 10kV(전류는 10kA)로 설정한 후 서지를 인가한다.
- 오실로스코프 Voltage 및 Time 레인지를 적절히 조정하고 싱글트리거를 사용하여 파형을 잡는다.
- 피크치가 설정 값과 동일한지 여부와 Tr 과 Td는 기준에 적합한지 확인한다.

나. Coupling Network 및 Filter를 거쳐 최종 output 단자에서 확인하는 방식

- Filter의 전원 output 단자에 고전압프로브(100 :1, 1000 :1)를 연결한다. 여기서 특히 주의해야 한다. output 단자에는 AC 220V가 흐르고 있기 때문에 미리 테스터기로 L, N, PE를 확인하여 정확히 연결해야 한다. 잘못 연결하여 short가 되면 오실로스코프가 고장 날 수도 있다.
- 준비가 다 되었으면 1번 방식과 똑같이 수행하여 확인한다.

제 3 장 전자파 내성 시험방법 개선안

제 1 절 개 론

전자파 내성 시험 항목은 2000년 처음 도입될 당시는 정전기 방전, 전자파 방사, 전기적 빠른 과도 현상과 서지 4개 항목이었지만 2002년부터는 전자파 전도, 전원 주파수 자계, 전압 강하 및 순시 정전 내성 시험 등 3개 항목이 추가되어 총 7개 항목이 시험 중에 있다. 2000년에 전파연구소 기준 연구과에서는 문서번호 기연 93124-23(2000. 01. 12)를 통하여 컴퓨터 내장 구성품 및 외장형 주변기기에 대한 전자파 내성 시험 방법에 대하여 시험 세부 기준을 정하여 각 지정시험기관에 통보하였다.

정전기 방전과 전자파 방사 내성 세부 시험 방법에 대해서는 현재 아무런 문제점이 없으나 전기적 빠른 과도 현상과 서지 내성 시험의 일부에 대해서는 개선할 점이 있으며 추가 3개 시험 항목에 대해서는 시행 1년이 되었지만 아무런 기준 안이 없어 본 연구보고서에서 새롭게 시험 방법 안을 정리해보았다.

제 2 절 시험 방법의 개선안

내장 구성품 및 컴퓨터 본체로부터 전원을 공급받는 외장형 기기는 단독 시험이 불가능하여 시스템에 장착 또는 연결하여 시험을 한다. 외장형 시험품 중에서 판매시 어댑터를 지급하지 않지만 어댑터로 전원을 공급받는 DC형 기기의 경우에 전기적 빠른 과도현상 시험은 생략하지만 서지 시험의 경우에는 어댑터 입출력 전원 단자에 대하여 시험하도록 되어있다.

하지만 동일한 기기에 대하여 서로 다르게 시험 여부를 지정하는 것은 일관성이 부족하다고 여겨진다. 또한 판매시 어댑터를 지급하는 경우에는 교류 전원 단자에 대하여 시험하지만 판매시 어댑터를 지급하지 않는다는 이유로 일부 시험항목을 생략한다는 것은 적절하지 않다고 판단된다. 무엇보다도 IEC 61000-6-1, 2 문건 표3 내성-직류 입력 및 출력 전원포트부분에 이와 유사한 문구가 있다. 즉, “제조자의 규정이 없는 경우 전형적인 a.c.-d.c 전원 어댑터를 사용한다.”라고 되어있다.

따라서 어댑터가 없는 경우에는 시중에 흔히 있는 일반적인 어댑터를 사용하여 시험해야 한다. 소비자 입장에서 보면 어댑터 존재 유무와는 상관없이 기기는 정상적으로 작동해야 하며 또한 제품 공급자가 지급한 어댑터 이외의 다른 임의의 어댑터와 연결하여 사용하여도 전자파 내성 시험 기준에 적합한 제품이어야 한다. 그러므로 어댑터를 미지급하는 외장형 DC 기기일지라도 전기적 빠른 과도 현상과 서지 내성 시험의 경우는 일반 어댑터를 사용하여 교류 전원 단자에 대하여 시험해야 한다. 그리고 “입출력 교류 단자”, “본체의 입출력 교류전원단자” 또는 “입출력 교류 단자외”라고 하지 말고 직류 단자에 대해서도 시험하도록 교류라는 말을 생략해야 한다.

전기적 빠른 과도현상을 시험하기 위해 입출력 교류 전원 단자와 입출력 교류 전원 단자 외로 구분하고 있는데 이중 입출력 교류 전원 단자 외의 경우라고 하지 말고 분명하게 신호선 길이가 3m인 경우를 기준으로 시험 여부를 결정해야 한다. 따라서 “입출력 교류 전원 단자 외”라는 문구를 “신호단자”로 교체해야 한다.

별도의 전원장치가 있는 제품 중에서 AC 전원을 사용하는 외장형 기기의 경우 입출력 전원 단자에 대하여 전기적 빠른 과도 현상과 서지 내성을 시행하도록 되어있다. 여기서 사용되는 본체라는 말이 기기 구동용 컴퓨터인지 또는 시험하고자 하는 외장 기기인지 불분명하므로 “기기의 입출력 전원 단자”라는 문구로 변경해야 한다.

서지 내성 시험 항목에서는 신호 단자에 대한 언급이 전혀 없다. 서지 내성 시험을 하게된 가장 중요한 이유가 외부로부터 유입되는 급격한 전압 또는 전류 변화에도 정상적인 운용하는 것이 그 목적이므로 신호단자에 대한 언급이 있어야 한다. 옥외 외부 케이블에 연결되는 신호 단자에 대해서는 외부에 노출되지 않은 경우를 제외한 나머지 모든 경우에 대하여 서지 내성 시험을 진행해야 하며 그 외의 경우 즉, 내부 케이블에만 연결되는 경우에는 생략하도록 한다.

2002년부터 추가된 3개 시험 항목에 대해서는 아직 세부 시험 방법안에 대해 언급이 없어 가끔씩 민감한 부분에 대해서는 지정시험기관에서 연락이 오기도 한다. 이러한 실정에서 기존 4개 항목에 대해 전자파내성 시험방법안을 작성하였던 것과 마찬가지로 추가 3개 항목에 대하여 작성하였다.

대 상 기 기			내성시험 항목별 적용단자						비 고 (예시)
			정전기 방 전	전자파 방 사	전기적빠른 과도현상			서 지	
					입출력 교류 전원 단자	입출력 교류전원단자와			
						표면단자	표면단자		
내 장 형 구 성 품	외부에 노출된 부분이 있는것		노출된 부분의 표면단자	노출된 부분의 표면단자	본체의 입출력교류 전원단자	클램프 사 용	시험 생략	본 체 의 입 출력 전원단자	모뎀, VGA카드 등
	외부에 노출된 부분이 없는것		본체 표면단자	본체 표면단자	“	시험 생략	“	“	HDD 등
외 장 형	별도의 전원 장치가 없는것	본체로부터 전원을 공급받는 것	기기의 표면단자	기기의 표면단자	“	클램프 사 용	“	“	키보드, 마우스 'MP3 등
	별도의 전원 장치가 있는것	AC전원 사용기기	“	“	“	“	“	기기의 입출력전원단자	모뎀 등
		어댑터로 전원을 공급받는 DC형기기 (판매시 어댑터를 지급하는 경우)	“	“	어댑터 입출력 교류전원 단자	“	“	어댑터 입출력 교류 전원단자	
		어댑터로 전원을 공급받는 DC형기기 (판매시 어댑터 미지급하는 경우)	“	“	시험 생략	“	“	“	
		배터리를 사용하는 것	“	“	“	“	“	시험생략	디지털 카메라, MP3 등

표 7. 기존의 컴퓨터 내장 구성품 및 외장형 주변기기에 대한 전자파 내성시험방법(기연93124-23, 2000. 01.23 참고).

대 상 기 기			내성시험 항목별 적용단자								비고 (예시)
			정전기 방 전	전자파 방 사	전기적빠른 과도현상			서 지			
					<u>입출력 전원 단자</u>	<u>신호단자</u>		입출력 전원단자	<u>신호단자</u>		
						3m이상	3m이하		<u>외부케이 블에연결 (옥외)</u>	<u>그외</u>	
내 장 형 구 성 품	외부에 노출된 부분이 있는것		노출된 부분의 표면단자	노출된 부분의 표면단자	<u>본체의 입출력 전원단자</u>	클램프 사 용	시험 생략	본 체 의 입 출 력 전 원 단 자	<u>신호단자</u>	<u>시험 생략</u>	모뎀, VGA 카드 등
	외부에 노출된 부분이 없는것		본체 표면단자	본체 표면단자	“	시험 생략	“	“	<u>시험생략</u>	“	HDD 등
외 장 형	별도의 전원 장치가 없는것	본체로부터 전원을 공급받는 것	기기의 표면단자	기기의 표면단자	“	클램프 사 용	“	“	<u>신호단자</u>	”	키보 드, 마우 스'M P3 등
	별도의 전원 장치가 있는것	AC전원 사용기기	“	“	<u>기기의입출 력전원단자</u>	“	“	<u>기기의입 출력전원 단자</u>	“	“	모뎀 등
		어댑터로 전원을 공급받는 DC형기기 (판매시 어댑터를 지급하는 경우)	“	“	어댑터 입출력 교류전원단 자	“	“	어댑터 입출력 교류 전원단자	“	“	
		어댑터로 전원을 공급받는 DC형기기 (판매시 어댑터 미지급하는 경우)	“	“	<u>일반어댑터 교류전원단 자</u>	“	“	<u>일반어댑 터교류전 원단자</u>	”	”	
		배터리를 사용하는 것	“	“	시험생략	“	“	시험생략	“	“	디지 털 카메 라, MP3 등

표 8. 정전기 방전, 전자파 방사, 전기적 빠른 과도 현상, 서지 내성 시험 항목에 대한 전자파 내성 시험 방법 개선안

대 상 기 기			내성시험 항목별 적용단자					비 고 (예시)
			전자파전도내성			전원주파수 자계내성	전압강하 및 순시정전 내성	
			기기의 입출력 전원 단자	신호선 및 통신 단자		표면 단자	입출력 교류 전원단자	
				3m이상	3m이하			
내 장 형 구 성 품	외부에 노출된 부분이 있는것		본체의 입출력 전원단자	CDN, 클램프 사용	시험 생략	노출된 부분의 표면단자	본체의 입출력교류전원 단자	모뎀, VGA카 드 등
	외부에 노출된 부분이 없는것		“	시험 생략	“	본체표면단자	“	HDD 등
외 장 형	별도의 전원 장치가 없는것	본체로부터 전원을 공급받는 것	“	CDN, 클램프 사용	“	기기의 표면단자	“	키보드, 마우스 등
	별도의 전원 장치가 있는것	AC전원 사용기기	기기의입 출력전원 단자	“	“	“	기기의 입출력교류전원 단자	모뎀 등
		어댑터로 전원을 공급받는 DC형기기 (판매시 어댑터를 지급하는 경우)	어댑터 입출력 교류전원 단자	“	“	“	어댑터 입출력 교류전원단자	
		어댑터로 전원을 공급받는 DC형기기 (판매시 어댑터 미지급하는 경우)	일반어댑 터입출력 교류전원 단자	“	“	“	일반어댑터입출 력교류전원단자	
		배터리를 사용하는 것	시험생략	“	“	“	시험생략	디지털 카메라, MP3 등

표 9. 전자파 전도, 전원주파수 자계, 전압강하 및 순시정전 내성 시험 항목에 대한 전자파 내성 시험 방법 개선안

추가된 3개 항목에 대한 기본 방향은 앞서 제안한 기본 방향과 동일하다. 내장형 구성품과 외장형 중에서 별도의 전원장치가 없는 것에 대한 전자파 전도 내성 시험은 본체의 입출력 단자에 실시하며 외장형 중에서 별도의 전원 장치가 있는 것 중에서 AC 전원 사용 기기는 기기의 입출력 단자에 대하여 시험을 한다. 어댑터로 전원을 공급받는 DC형 기기에 대해서는 판매시 어댑터가 지급되는 경우에는 해당 어댑터의 입출력 교류 전원 단자에, 어댑터가 지급되지 않는 경우에는 일반적으로 사용되는 어댑터를 부착하여 입출력 교류 전원 단자에 대하여 시험을 한다. 이 사항은 앞글에서 언급한 배터리를 사용하는 경우에는 시험을 생략한다. 신호선 및 통신 단자에 대한 시험이 경우에 길이가 3m이하인 경우에는 모든 해당 시험을 생략하며 3m 이상인 경우에는 외부에 노출되지 않은 기기를 제외한 모든 경우에 CDN 또는 클램프를 사용하여 진행한다.

전원 주파수 자체 내성 시험의 경우에는 비교적 간단해서 EUT의 표면 단자에 대하여 시험을 하면 된다. 현재 이 시험 대상이 되는 품목은 CRT, 홀소자 등 자체에 민감한 기기에 한정되어있다. 전압강하 및 순시정전 내성 시험은 전자파 전도 내성 시험의 전원 입출력 단자에 대하여 시행하는 방법과 동일하다.

제 4 장 결 론

전자파 내성이란 전자파 방해가 존재하는 곳에서 기기, 시스템 또는 장비가 성능저하를 견디어 낼 수 있는 정도를 말하는 것으로 전자파 내성 시험이 2000년 처음 도입될 당시는 정전기 방전, 전자파 방사, 전기적 빠른 과도 현상 그리고 서지 항목에 대하여 내성 시험을 시행하다가 전자파 전도 내성, 전원주파수 자계 그리고 전압강하 및 순시정전에 대한 내성 시험을 2002년 1월부터 시행하였다. 이는 날로 전자파 내성 시험의 중요성이 증가하고 있다는 것을 반증하는 것이다. 우리나라의 규격은 IEC에서 발간한 IEC61000-4 시리즈를 기본 골격으로 하여 KN61000 시리즈를 만들어 시험 방법에 적용하고 있다. 하지만 실무 시험 적용에 있어서 기존에 작성한 세부 시험방법안을 개정 혹은 보완해야 할 필요성을 느끼게 되었다.

본 연구에서는 먼저 2000년부터 시행중인 4개 시험 항목에 대하여 전반적으로 살펴보았다. 그 중에서 전자파 방사 내성 시험을 위한 균일장 측정 방법에 있어서 TC/77에서 제안한 방법과 우리가 사용하고 있는 KN 균일장 측정 방법을 비교 분석하였다. 필드 균일장 측정 방법의 주요 개념은 동일한 출력을 가지고 16개 포인트에서 전계값을 측정하였을 때 16개중 편차가 가장 큰 4개 포인트를 제거한 다음에 나머지 12개 포인트가 평균치로부터 $\pm 3\text{dB}$ 안에 들어와야 균일장의 조건을 만족한다는 것이며 이것은 $-0\text{dB} \sim +6\text{dB}$ 의 조건을 만족하는데 충분 조건이 된다. 하지만 역으로 $-0\text{dB} \sim +6\text{dB}$ 의 조건을 만족한다고 해서 평균치로부터 $\pm 3\text{dB}$ 내에 존재하지는 않는다는 것에 주의해야한다. Forward 균일장 측정 방법은 이와는 달리 16개 포인트 각각에 대해 출력을 달리해 일정한 전계를 형성하게 했을 때 12개 포인트에 해당하는 출력 변화량이 $-0\text{dB} \sim +6\text{dB}$ 범위 내에 있어야 한다. 따라서 이 두 가지에는 접근 방식에 차이가 있음을 알 수 있으며 또한 $-0\text{dB} \sim +6\text{dB}$ 내의 분포와 평균치로부터 $\pm 3\text{dB}$ 분포라는 규정에는 차이가 있음을 실험을 통해서 알 수 있다.

또한 본 연구에서는 기존의 컴퓨터 내장 구성품 및 외장형 주변기기에 대한 전자파 내성 시험 방법상의 문제점을 파악하고 이를 개선하고자 하였다.

예를 들어 컴퓨터에 부착하는 내장형 구성품과 외장형 중에서 별도의 전원 장치가 없는 것에 대한 서지 내성 시험은 본체의 입출력 단자에 실시하며 외장형 중에서 별도의 전원 장치가 있는 것 중에서 AC 전원 사용 기기는 기기의 입출력 단자에 대하여 시험이 진행되어야 하고 어댑터로 전원을 공급받는 DC형 기기중 판매시 어댑터가 지급되는 경우에는 해당 어댑터의 입출력 교류 전원 단자에, 어댑터가 지급되지 않는 경우에는 일반적으로 사용되는 어댑터를 부착하여 입출력 교류 전원 단자에 대하여 시험을 해야 한다.

1년이라는 짧은 연구 기간동안에 전자파 내성 시험 방법에 대한 세부 사항에 대하여 미진한 점도 있고 또 모든 것에 대하여 다루지 못하였다. 이에 따라 개선방안에 대한 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것이다. 특히 2002년부터 시행중인 3개 항목에 대해서 좀 더 집중적인 연구가 있어야 한다고 생각된다.

참고 문헌

1. 산업기술시험평가 연구소, EMS 평가기술에 관한 연구, 1995
2. 한국전자통신연구소, 국외 EMS 규제 동향 연구, 1994
3. 중소기업진흥공단, CE/EMS 기술 세미나, 1998
4. 전파연구소 EMC 기준전문위원회, IEC/CISPR · TC77 국제규격동향, 2001
5. 한국무선국관리사업단, 국내 전자파 내성에 관한 시험방법 개발연구, 1995
6. 현재전자산업주식회사, EMI 및 정전기 실무, 1996
7. 김기채 외, 전자파환경공학, 대영사, 2001
8. 전파연구소, 전자파보호시험방법, 2000
9. 한국브리태니커 백과사전, 2000
10. 정삼영 외, EFT(Electrical Fast Transient) 내성 실험시 발생하는 전원선 복사 잡음에 관한 연구, p234, vol11, no2, 2000
11. 미국방성, MIL-HDBK-263
12. 한국전자파기술학회, 국제 전자기술 사전, 1993
13. 한국전자통신연구원, 전자파적합성 용어사전, 2000
14. IEC 61000-6-1, 1997
15. IEC 61000-6-2, 1999
16. (주)비사달기전 자료집, 2002