

PART V

5

건물의 써지보호시스템

김학무
김효진

(주)써지프리 상무이사/기술담당
(주)신화에프이씨 소장/건축전기설비기술사

목 차

CONTENTS

Electric Engineers Technology Information



당신의 전기설비와 전자제품을 보호하기 위해 서지억제기를 설치할 준비가 되었는가? 네트워크를 갖출 생각인데 당신의 투자가 그저 그런 것으

로써 교체비용이 과히 부담스럽지 않다면 서지억제기를 설치하지 않아도 된다. 그러나 당신의 시스템이 중요한 것이며 네트워크로 구성되어 있다면 선택은 하나, 서지억제기를 설치하는 것이다. 이제, 당신의 네트워크는 안전하게 유지될 것이다, 그 시스템이 필요 없어질 때까지.

가격?

물론 비싸고 생각할 수도 있다.

그러나 컴퓨터 네트워크보다는 훨씬 싸다.

이 글을 통해 건축물의 서지보호시스템에 대한 여러분의 이해를 돕고자 한다.

- 제1장 서지의 이해
- 제2장 접지
- 제3장 서지억제기
- 제4장 서지억제기에 사용되는 소자
 - 1. 서지억제기에 사용되는 소자
 - 2. MOV
 - 3. SPD용 퓨즈
- 제5장 서지억제 대책
 - 1. 서지억제에 들어가는 비용과 효과
 - 2. 카테고리별로 시험 파형이 다른 이유
 - 3. 카테고리 B의 Combination Wave제한 이유
 - 4. 경제적인 요소
 - 5. 위험 요소(RISK FACTORS)
 - 6. Loop에 유도되는 전압
 - 7. 통신선에 대한 서지억제
 - 8. 서지억제와 네트워크 계층
 - 9. LAN의 서지억제
 - 10. 차폐 케이블에도 SPD가 필요한가
 - 11. 다중접지에 의한 서지와 그에 대한 대책
 - 12. 서지억제기 설치 기준
 - 13. 서지억제기의 고장 형태
 - 14. 강조할 사항
- 제6장 자주 접하는 질문(FAQ)

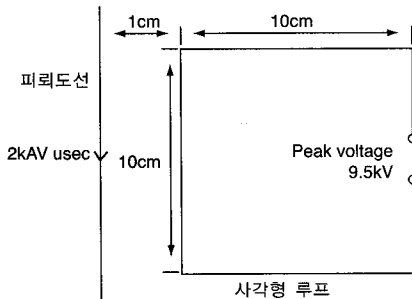
5. 위험 요소(RISK FACTORS)

보험이 그렇듯이, 서지역제에 있어서 확실한 것은 그 비용뿐이다. 위험요소는 확률로만 나타낼 수 있다. 똑 같은 장소에서 20년 넘도록 낙뢰에 의한 피해가 없을 수도 있고, 1주일 사이에 두 번 일어날 수도 있다. 영국규격 BS 6651: 1999, Appendix C는 위험요소를 다음과 같이 구분하고 있다.

- 낙뢰 빈도
- 건물의 크기와 노출 정도
- 대지의 저항(저항이 클수록 위험도가 높다)
- 건물에 들어오는 copper cable의 수량과 길이(전력선, 전화선, 데이터선 포함)
- 장비의 취약성

6. Loop에 유도되는 전압

피뢰에 대한 ERA 세미나에서, 전류가 흐르는 피뢰선에서 1m 떨어진, 빌딩 내부의 커다란 루프(large loop)에서 양 끝에 걸리는 전압에 대한 계산서(ERA Report no. 87-0328)가 발표 되었다. 그림은 다음과 같다.



Loop에 유도되는 전압

여기서, 커다란 루프는 전력선과 컴퓨터를 경유한 네트워크 케이블의 조합에 의해 구성되는데, 오늘날의 빌딩에서는 이러한 루프가 필연적으로 존재할 수밖에 없다. 또한, 2kA/μs는 특별히 큰 수치도 아니다.

BS 6651에 따르면, 전자장비는 빌딩의 중심부에 설치하고, 피뢰침에 가까운 꼭대기 층을 피하는 것이 좋다. 가능하다면, 전력선과 데이터 선을 이웃하고 있는 덕트(ducts)를 통해 배선해서, 루프가 이루는 면적

(loop area)을 줄이는 것이 좋다.

서지에 의한 피해를 평가하기는 쉽지 않다. 사용하지 않던 네트워크는 피해로 간주하지도 않으며, 어떤 손상은 나중에야 나타나기 때문에 낙뢰로 인한 피해에 포함되지도 않는다. 한 번은 Financial Times가 다음과 같이 보도했다.

"... Amstrad의 설계 팀 창가로 수평 번개(horizontal bolt of lightning)가 제아렸을 때 사무실 장비가 모두 reset 되었다..."

그러나 피해사항은 언급되지 않았다.

7. 통신선에 대한 서지역제

아주 오랜 동안, 통신선에 대한 서지역제가 무시되어 왔다. 그러나 이제 더 이상 무시될 수 없다. 데이터/통신 장비는 서지(voltage surges and transients)에 극도로 취약하다. 특히 RTU, SCADA, 디팬드메터, 기타 원격계측기 등이 서지에 민감하다.

IC 하나에 100,000개 이상의 메모리와 5,000개 이상의 logic gate가 들어있다. IC에 들어있는 매우 민감한 칩들은 서지에 의해서 급격히 열화 된다. 부품들이 작아지면서 절연 내전압이 상당히 낮아졌다. 사실 교환기(PBX)나 모뎀, 원격계측 장비들은 민감하고 낮은 전압에서 구동된다. RS-232 회로에 들어있는 TTL 드라이버는 40V의 서지에도 고장나고, CMOS chip은 17V에서도 고장난다.

대부분의 IC는 100mJ 이하의 낮은 에너지를 가진 서지에도 고장 나고, 당장은 고장 나지 않은 칩도 점차 열화 된다. 그 결과는, PCB 카드가 심하게 타고 자판이 잠기거나 메모리가 없어지고 데이터가 이상하게 바뀌는 현상 등으로 나타난다. 이 때, 사용자들은 이러한 현상들을 하드웨어 문제로 간주해 버린다.

대부분의 사람들이 서지는 전력선을 타고 들어오는 것으로 알고 있을 뿐, 통신선을 타고 들어온다는 것을 모르고 있다. 서지는 전화선, 전용임대선로, RS-232, RS-422, RS-423, 4mA-20mA 케이블, 동축케이블 등의 통신선을 통해서도 들어온다.

서지가 발생하는 원인은 매우 많지만, 통신선에 나

타나는 대부분의 서지는 낙뢰에 의해 근처에 있는 통신선에 유도되는 것이다. 또한, 산업설비에서 발생하는 서지도 매우 중요하다.

이 서지는 주로 전동기를 기동/정지 할 때 발생한다. 데이터 선로에는 가까이에 있는 전력선에 의한 전자유도현상(magnetic and electrostatic inductions)에 의해서도 서지가 발생한다.

통신회사들이 가스튜브 등으로 서지에 대한 일차적인 보호를 시도하지만, 이것으로는 데이터 선을 제대로 보호하지 못한다. 이들 보호 장치의 기동전압(firing voltage)이 너무 높기 때문이다. 이 보호 장치는 통신장비 보다는 운영하는 사람을 보호하기 위해 설계된 것이다.

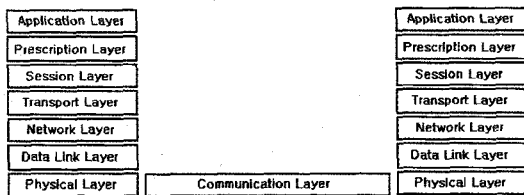
데이터 통신 장비는 반드시, 서지전압을 보호 대상 기기에 맞는 전압으로 제대로 낮추어 주는 surge suppressor로 보호해야 한다.

데이터 선로용 surge protector가 설치될 위치가 매우 중요하다. 여러 건물이 네트워크로 연결되는 모든 건물의 인입구(데이터선이 들어가는 곳)에는 반드시 surge protector가 설치되어야 한다. 그리고 모든 단자와 입구에서 150m 이상 떨어져 있는 장비에도 surge protector가 설치되어야 한다. 이 경우에 보호 대상 장비의 접지와 surge protector의 접지는 동일 접지로 처리되어야 한다.

데이터 장비에 대한 surge protector는 전력선과 통신선에 같이 설치하여야 한다.

8. 서지역제와 네트워크 계층

네트워크를 모두 정의한다는 것은 매우 엄청난 일이기 때문에 널리 알려진 OSI 7 계층에 대해서 언급한다.



OSI 7-layer model

서지역제기는 네트워크에 설치되고 전화선을 포함한 신호선과 전력선에도 설치된다. 기본적으로 물리

계층의 신호선에 서지역제가 설치되고, 제2계층인 데이터링크 계층에도 서지역제가 설치된다. 예를 들면, 물리계층인 모뎀, 전화선, LAN UTP 케이블 등에 서지역제가 설치되어야 하고, 제2계층인 HUB, LAN Card, Router 입출력 등에도 설치되어야 한다.

여기서는 서지역제(surge protection)에 투자할 때 고려해야 되는 몇 가지 사항에 대해 언급한다. 서지역제기 도입여부에 대한 결정은 시스템이 손상될 가능성과 그 때 주변에 미치는 영향을 고려한 경제적인 평가를 토대로 이루어져야 한다.

극단적인 예로써, 낙뢰가 잦은 지역에서 가연성, 폭발성 액체나 기체를 취급하는 석유화학공장을 생각할 수 있다. 이곳에서 원격검침설비나 제어설비가 고장 나면 엄청난 재앙이 일어날 수 있다.

또 다른 예를 들면, 낙뢰가 별로 없는 지역에서 TV 1대가 고장 나는 것. 이런 일은 일생에 한 번 있을 지도 모르는 일로써, 새 TV를 한 대 사면 그만이다.

9. LAN의 서지역제

서지는 가까운 곳에 있는 큰 부하를 켜거나 끌 때, 전력계통의 사고에 따른 대전류를 차단할 때에도 발생하지만, 가장 강력한 서지는 낙뢰이다. 특히, 빌딩을 때리는 직격뢰에 의해서 재앙이나 다름없는 피해를 입을 수 있다. 그러나 고압계도 이러한 일은 극히 드물게 일어난다. 일반적으로는 거리가 수 km 떨어진 곳에서 발생한 낙뢰의 영향을 받아 전자부품이 손상을 입는다. 동판이 부풀거나 검게 타버리는 것, 저항이 타서 없어지는 것, IC 칩이 망가져 버리는 것 등이 장비 안에 있는 PCB에서 나타나는 전형적인 손상이다.

또한, 데이터/통신선에 나타나는 서지가 프로그램이 수행되는데 오류를 야기하는 경우도 있다. 프로그램이 수행 도중에 멎어버리거나 키보드가 잠기는 현상 등이 데이터/통신선에 나타나는 서지에 의한 프로그램 오류의 전형적인 현상이다.

또한, 데이터/통신선에 나타나는 서지가 프로그램이 수행되는데 오류를 야기하는 경우도 있다. 프로그램이 수행 도중에 멎어버리거나 키보드가 잠기는 현상 등이 데이터/통신선에 나타나는 서지에 의한 프로그램 오류의 전형적인 현상이다.

강도는 약하지만 사람을 아주 곤란하게 하는 것은 서

지가 반도체에 미치는 잠재적인 손상이다. 이러한 손상은 여러 달 후에 나타나서 정전기 때문에 손상을 입은 것처럼 보인다.

이러한 손상을 피하기 위해서 설치하는 LAN용 서지역제기에는 다음과 같은 요소가 고려되어야 한다.

- 케이블과 접속단자(Cable and connector type)
- 신호의 크기
- 계통 임피던스
- 신호감쇠 허용치와 직렬삽입저항
- 통신 속도에 따른 주파수 대역
- 서지전류 용량
- 계통접지 방법
- 외형치수 제약 조건
- 설치 방법

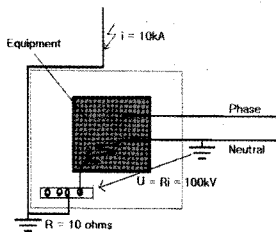
이 요소에 따라 여러 가지 제품을 적용할 수 있다.

10. 차폐 케이블(shielded cable)에도 서지역제기가 필요한가

IEC 61643-12: I.1.2(Sharing of surge current within a structure)에 따르면, 차폐 케이블의 양쪽 끝을, 직접 또는 SPD를 통해서, 접지에 본딩해야 한다. 차폐 케이블에서 낙뢰전류의 많은 부분(main part, 50%)이 쉴드를 통해 흐르고 나머지(lower part)는 심선을 통해 흐른다. 어떠한 경우든지 쉴드(screen)를 본딩한 지점 가까운 곳에 반드시 서지역제기를 설치해야 한다.

이것은 쉴드 케이블의 심선에 흐르는 낙뢰전류를 무시할 수 없으며, 그렇기 때문에 서지역제기가 필요하다는 것을 말한다.

다음 그림에서 낙뢰전류 10kA는 중간 값인 30kA에 비해 낮은 값이며, 10Ω 많은 규격이 피뢰설비 접지 저항으로 요구하는 값이다.



접지전위 상승

이 경우에 현장접지(local earth)와 원방접지(remote earth; 전력선접지 또는 중성점 접지; 정의에 따라 0V임) 사이의 전위차(U)는 100kV가 된다(저항 대신 임피던스를 적용하면 훨씬 더 나쁜 결과가 나온다).

이 전압 U가 현장접지(장비의 접지)와 전력선 사이에 인가된다. 전력계통을 예로 들면, 전력계통이 어떻게 구성되어 있든지(TT, IT, TN) 변압기에서 아니면 네트워크를 통해서 중성선(neutral)이나 상(phase)이 원방접지에 본딩된다. 그림에 나타나 있는 것은 중성선이 다중 접지된 TT 시스템이다.

그런데 전압 U는 장비가 견딜 수 있는 전압보다 훨씬 높다. IEC 60664-1에 따르면 400/230V 계통에서 장비가 견딜 수 있는 전압은 1.5kV에서 6kV이고, 건축물의 내부에 있는 장비의 상-접지 간(phase-earth) 내전압은 2.5kV 이하이다.

이렇게 되면 낙뢰전류의 일부가 현장접지를 통해 흘러들어가지 못하고 장비에서 절연이 파괴된 부분을 통해 들어와서 전력선 네트워크를 타고 원방접지로 흘러간다. KS에 따르면 최대 50%(이 경우에는 5kA)의 낙뢰전류가 전력선을 타고 흐른다(KS C IEC 61643-12: 2002 참조).

따라서 절연이 파괴되는 것을 막으려면 등전위 본딩이 필요하다. 충전된 전선을 접지에 본딩하는 장치가 바로 서지역제기이다. 서지역제기는 낙뢰전류의 50%를 감당할 수 있을 만큼 강력해야 하며, 이것은 Class I(KS C IEC 61643-1 참조)으로 시험 받아야 하며, 서지역제기는 반드시 수전단에 설치되어야 한다.

전화선 네트워크에도 같은 내용이 적용된다. 단지, 네트워크의 임피던스 때문에, 낙뢰전류의 5%가 흐른다는 것이 다를 뿐이다(KS C IEC 61312-1 3.4 참조).

컴퓨터나 PLC 등의 민감한 장비에는 장비 가까운 곳에 추가로 서지역제기를 설치해야 한다(IEC 61643-12 참조).

11. 다중접지에 의한 서지와 그에 대한 대책

11.1 다중접지에 의한 서지

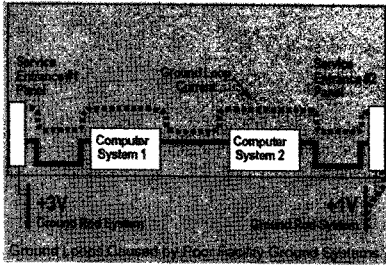
시스템이 제대로 접지 되어 있지 않으면 서지역제기가 정상적으로 동작할 수 없다. 이때, 모든 통신 시스

템은 전력계통과 같은 접지전극에 접지 되어야 한다. 접지가 서로 다를 경우, 접지간의 전위차에 의해 Flash Over가 일어날 수 있기 때문이다.

벼락이 내리칠 때 두 접지 사이의 전위차는 수 천 V에 이를 수도 있다. 이 결과로 Interface Chip이 손상되는 것은 서비스 엔지니어들이 흔히 볼 수 있는 광경이다.

한 설비 안에 있는 서로 다른 접지 시스템이나 별도 건물에 있는 접지 사이에 전위차가 생길 수 있는데, 이 경우에, 두 접지 사이에 전류가 흐르게 된다.

각자 서로 다른 접지를 가진 두 대의 컴퓨터가 데이터 선으로 연결되어 있으면 두 접지 사이의 전위차 때문에 피해를 입을 수 있다. 이러한 상황은 데이터 선이 서로 다른 두 건물을 연결하고 있을 때 흔히 볼 수 있다.



접지 전위차와 Loop

예를 들어, 2대의 컴퓨터가 설드된 0.05승IX 동축케이블로 연결되어 있고 두 컴퓨터 접지 사이의 전위차가 2V라고 하면 이 사이에 40A 전류가 흐르게 된다. 또한, 이렇게 큰 전류는 잘못 된 신호나 데이터 펄스로 작용할 수 있다.

또, 설비가 서로 다른 변압기에서 전력을 공급받으면, 한 건물 안에서도 이러한 문제가 발생할 수 있다.

서로 다른 두 접지 사이에서 평상시에는 개방된 상태를 유지하다가, 낙뢰 등에 의해 두 접지 사이에 큰 전위차가 발생하면 이 전위차를 낮추어 주도록 서지 억제기를 설치하여 계통을 보호할 필요가 있다.

11.2 다중접지에서 기인된 서지에 대한 대책

1) 공통접지(Bonding)

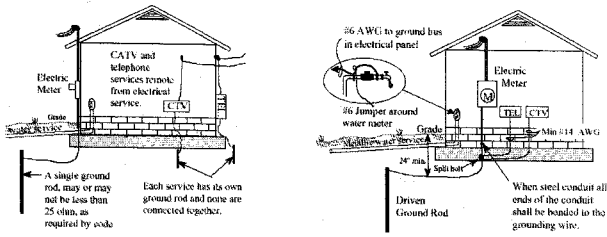
해마다 미국에서 낙뢰 때문에 입은 재산피해가 5억 달러에 이르는 것으로 추산된다. 이 추산은 국립낙뢰 검출네트워크(the National Lightning Detection Network)가 조사한 낙뢰 데이터와 보험청구 내용을 분석한 결과에서 나온 것이다. 1989년부터 이 네트워크 시스템은 미국 각 지역의 낙뢰 숫자와 위치, 낙뢰 빈도 데이터를 제공하고 있다. 많은 보험회사들이 이 데이터를 이용하여 보험 청구 내용이 낙뢰에 관련된 것인지 그렇지 않은지를 판정한다. 5500건의 청구 내용을 정밀하게 분석한 결과 절반을 훨씬 넘는 손실이 전화와 전자장비에 관련된 것이었다.

이 가운데 많은 것들이 예방할 수 있는 것이었다는 것을 감안하여, 서지나 낙뢰 때문에 입은 손실을 보상하느라 수백만 달러를 지불하는 보험회사들이 이러한 손실을 막기 위한 방안을 찾게 되었다. 서지에 의한 피해를 최소화하려는 첫 번째 방안으로, State Farm 보험사와 Illinois Power 그리고 EPRI가 협력하여, 서지역제, 배선, 접지공사에 대한 추천방안을 마련하였다.

보험 청구 내용을 분석한 결과 어느 집이나 multi-port 장치가 있었으며, 모든 청구 내용 안에 전력선과 신호선(signal wiring)에 같이 연결된 전자장비가 들어 있었다. 청구 기록으로 볼 때 가장 크게 드러나는 손실은 전화와 모뎀, 컴퓨터, TV, VCR 그리고 위성방송수신 장치였다. 그리고 이것들은 대개 multi-port 장치였다.

*1. multi-port 장치 : Home-theater나 방법설비처럼 전력선과 통신선, 전화선으로 서로 다른 여러 시스템에 연결되어 있는 장치

서지를 억제하는데 가장 기본적인 것은 접지이다. 낙뢰와 같이 대지를 타고 흐르는 서지에는 제대로 된 접지가 매우 중요(critical)하다. 그런데, multi-port 장치에서 접지보다 더 중요한 것은 서로 다른 port의 접지 사이에 나타나는 전위차이다. 이 문제는 NEC2에도 언급되어 있는데, NEC는 어느 한 설비에 연결되는 모든 접지도체를 본딩(bonding)하도록 요구하고 있다. 기존의 접지방식과 개선된 접지방식을 비교하면 다음 그림과 같다.



개별 접지

공동 접지

*2. NEC : the National Electric Code

FAX 고장오의 대부분은 두 port 사이의 접지전위차에 의한 사고로 설명할 수 있다. 두 서비스(전력선과 통신선)는 반드시 한 곳에서 인입되면서 본딩되어 있어야 한다. 실상, 여러 가지 접지계통을 본딩하는 것에 비하면 접지의 임피던스는 그 보다 덜 중요하다.

건물 안에서 발생한 서지로부터 설비를 보호하거나 수전단에서 전력선을 타고 들어오는 서지는 상대적으로 적은 비용을 들여 막을 수 있다. 그러나 멀티 서비스(전화, TV, 전력)나 다중접지가 있을 때에는 추가로 비용을 더 들여야 한다.

그래도 남은 문제는, 최선을 다해서 서지를 막는 다 해도 어느 정도의 위험은 항상 남는다는 것이다.

서지를 효과적으로 막아내기 위해서는 네트워크용과 신호용 서지역제기 뿐만 아니라 전력용 서지역제기도 같이 필요하며, 이들 서지역제기는 전원용 접지를 통해 같이 접지되어야 한다.

2) 서지역제기 설치

국내에서 5,000여 개의 아파트 단지를 대상으로 낙뢰피해를 조사한 결과 아파트에서의 낙뢰 피해가 해마다 증가하는 것으로 나타나고 있다. 최근에는 전체 단지의 5% 이상이 낙뢰피해를 입고 있는 것으로 추정된다.

피해 현장을 조사한 결과 공용설비에서는 승강기 제어 기관, 화재 수신반 모니터, TV 증폭기, 방송설비 등에 피해가 발생하였으며, 가정의 가전기기 중에서는 TV와 컴퓨터가 특히 높은 비율을 차지하고 있었다. 이는 TV와 컴퓨터의 전력선과 통신선이 별도로

접지되어 있어서 낙뢰 시에 접지 간의 전위차에 의해서 피해를 입는 것으로 분석된다.

기존 아파트의 저압 전원설비에는 뇌서지로부터 전자 설비를 보호하기 위한 소자인 서지역제기를 설치하지 않고 있었다. 그러나 뇌서지로부터 아파트의 전자 설비들을 보호하기 위해서는 저압 전원엔 서지역제가 설치되어야 한다. 다음호에 계속

금연과 건강과의 상관관계

12시간만 금연해도 심장마비 위험 감소

‘금연’을 주장하는 목소리가 높지만 금연을 하면 과연 우리 몸에는 어떤 이익이 생기는 것일까. 금연 후 시간별로 건강상 유익한 점들을 공개한다.

- *금연 20분 : 혈압이 정상으로 떨어진다. 맥박이 정상으로 떨어진다. 손과 발의 체온이 정상으로 올라간다.
- *금연 8시간 : 혈액 속 일산화탄소 양이 정상으로 떨어진다. 혈액 속 산소량이 정상치로 올라간다.
- *금연 12시간 : 심장마비 위험이 감소한다.
- *금연 48시간 : 말초신경이 되살아나기 시작한다. 후각과 미각 능력이 증가한다.
- *금연 72시간 : 기관지가 이완되고 호흡하는 것이 쉬워진다. 폐활량이 증가한다.
- *금연 2주 : 혈액순환 기능이 좋아진다. 걷는 것이 쉬워진다. 폐기능이 30% 증가한다.
- *금연 9개월 : 기침, 피로, 호흡부족증이 모두 감소한다. 폐의 섬모세포가 다시 자라고, 폐의 자체 정화 기능이 다시 정상화되고, 감염이 준다. 신체의 전반적인 체력이 증가한다.
- *금연 1년 : 심장마비 위험이 흡연자의 절반으로 줄어든다.
- *금연 5년 : 심장마비 위험이 비흡연자와 거의 같아진다. 폐암으로 죽는 확률이 흡연자의 절반으로 줄어든다.
- *금연 10년 : 폐암으로 죽는 확률이 10% 이하로 감소한다. 구강암, 후두암, 식도암, 방광암, 신장암, 췌장암 위험이 감소한다.

[출처: http://daezabo.com/sub_read.html]