

Part
I
1

건물의 서지보호시스템

김학무 (주)써지프리 상무이사/기술담당
김효진 (주)신화에프이씨 소장/기술사

당신의 전기설비와 전자제품을 보호하기 위해 서지역제기를 설치할 준비가 되었는가?

네트워크를 구축할 계획으로 당신의 투자가 그저 그런 것으로서 교체비용이 과히 부담스럽지 않다면 서지역제기를 설치하지 않아도 된다. 그러나 당신의 시스템이 중요한 것이며 네트워크로 구성되어 있다면 선택은 하나, 서지역제기를 설치하는 것이다. 이제, 당신의 네트워크는 안전하게 유지될 것이다, 그 시스템이 필요 없어질 때까지.

가격?

물론 비싸고 생각할 수도 있다. 그러나 컴퓨터 네트워크보다는 훨씬 싸다.



CONTENTS

- 제1장 서지의 이해
 - 1. 서지 및 낙뢰에 의한 피해
 - 2. 서지 억제 효과
 - 3. 서지란 무엇인가
 - 4. 서지가 있으면 어떠한 것들이 위험한가
 - 5. 서지는 어떻게 발생하는가
 - 6. 서지의 파형
 - 7. 서지 카테고리 구분
 - 8. 낙뢰전류의 분포
- 제2장 접지
- 제3장 서지역제기
- 제4장 서지역제기에 사용되는 소자
- 제5장 서지역제 대책
- 제6장 자주 접하는 질문(FAQ)

제1장 서지의 이해

1. 서지 및 낙뢰에 의한 피해

1.1 보험회사가 보상한 금액

1) St. Paul Insurance Co.

1992년부터 1996년까지 5년 동안, 우리는 낙뢰 피해에 대한 보상금으로 17억\$를 지불했다. 이 금액은 전체 피해 보상금의 8.7%였으며, 3.8%의 손실을 입었다.

2) State Farm Insurance Co.

해마다 우리는 낙뢰 때문에 30만 건 이상의 요구를 받아, 332백만\$를 배상한다.

3) Insurance Information Institute, NY

전체 보상 요구의 5%가 낙뢰에 관련된 것이며, 금액으로는 연간 10억\$ 이상이다.

4) Factory Mutual Companies

연간 평균으로 볼 때, 우리가 지불하는 금액의 3~4%가 낙뢰에 관련된 금액이다.

1.2 관련기관이 조사한 내용

1) EL&P

1993년 3월에 발간된 EL&P(Electric Light & Power)에 따르면, Fortune이 선정한 1,000대 기업의 설비가동중단 비용만 하더라도 연간 약 3.48백만 달러이며, 미국 산업체의 전기품질 문제에 의한 비용이 260억 달러로 추산된다.

2) Computer Technology Review

Computer 잡지 Computer Technology Review의 조사에 따르면, 미국에서 설비가동 중단으로 인한 손해비용이 시간당 78,000달러, 우리 돈으로 약 10억 원에 이른다. 또한, 최근에 발표된 내용에 따르면, 2001년, 미국의 산업설비가동 중단비용이 연간 약 260억 달러에 이른다.

3) IBM

IBM이 1974년에 조사하고 National Power Lab이

1994년에 다시 확인한 바에 따르면 전압품질이상의 약 90%가 Transient에 의한 것이다. 서지역제가 강조되는 이유가 이것이다.

4) MIS Week

MIS Week의 자료에 따르면, 업무용 건물에서 전기품질로부터 야기된 데이터 처리 중단 비용이 1980년에 5%에서 1990년 27%로, 2000년에는 47%로 증가했다. 가동 중단 시간이 이렇게 극적으로 증가한 이유가 전기품질에 관련된 환경이 매우 악화되었기 때문은 아니다.

1980년대의 컴퓨터 칩은 5V 이상의 상대적으로 높은 전압에서 구동되었는데, 1990년대에는 낮은 전압에서 구동되는 컴퓨터 칩에 의해 데이터 전송속도가 매우 빨라졌다. 그런데, 이 칩들은 전력선에 나타나는 약간의 전압변동이나 서지(transient)에 매우 민감하게 반응한다. 다시 말해, 컴퓨터 기술이 발전할수록 전기품질의 영향을 많이 받게 된다.

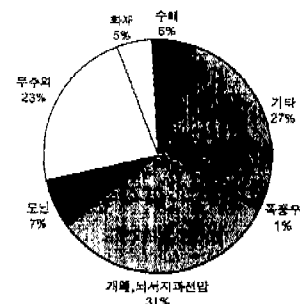
5) Infonetics Research

Infonetics Research의 조사에 의하면 1989년의 LAN 관련 설비고장에 따른 수입 감소가 생산성 감소의 일부에 지나지 않았지만, 불과 4년 후인 1993년에는 수입 감소가 생산성 감소를 초과하게 되었다.

6) Computer Security News

1997년에 PC가 낙뢰에 의해 피해를 입은 것이 100,000건 이상이었고 금액으로는 125백만\$였다.

1.3 전자기기 피해 원인별 비율



(전자기기 피해 원인별 비율(9,600건))

위에 있는 그림은 전기화학회가 발행하는 잡지인 전기의 세계(2003.4)에 실린 자료를 재구성한 것이다. 이 자료는 독일의 모 보험회사가 전자기기의 피해 9,600건을 분석한 결과를 나타내는데, 서지에 의한 피해가 전체의 30%를 넘는다.

2. 서지 억제 효과

조사결과에 따르면 장비의 신뢰성이 평균 79.2% 증가하였다. 사용 환경에 따른 다른 여러 가지 조건들도 장비의 수명에 영향을 미치겠지만 서지역제기를 설치하면 MTBF가 증가하여 장비의 수명이 획기적으로 증가한다. 따라서 장비의 가동중단시간이 감소하고 장비를 정비하거나 교체하는데 과 투입되는 인력이 감소한다. 해군 함정에서 투자회수 기간(pay back period)이 평균적으로 약 2년이었으며, 대부분은 반년을 조금 넘긴 기간에 투자를 회수할 수 있었다. 조명등 교체

- 1. MTBF : Mean Time Between Failure

3. 서지(Power Surge)란 무엇인가

서지란, 일반적으로 매우 짧은 시간(수 ms 이내) 동안 나타났다가 사라지는 고전압 대전류의 전기적인 동요현상을 일컫는다. 이 서지는 임펄스(impulse), 스파이크(spike), 트랜지언트(transient), 노이즈(noise) 등으로도 불리는 것으로서, 크기가 수 만 Volt에 이를 수도 있다. 서지는 발생한 원인과 크기에 따라 시스템이나 구성 부품에 단 번에 설비에 치명적인 손상을 입히기도 하고, 서서히 전기적인 열화를 가져오기도 한다. 우리 생활에서 매우 빠른 속도로 증가하고 있는 컴퓨터나 전화자동응답기 등과 같이 마이크로프로세서를 채택한 장비들이 이러한 서지의 영향을 받아, 우리에게 다음과 같은 손해를 가져온다.

- * 시스템이 초기화.
- * 데이터가 이상해진다..
- * 장비가 고장 난다..
- * 기판이 망가진다..
- * 저장해놓은 데이터가 사라진다..
- * 전원장치에 문제가 생긴다..
- * 시스템이 몇어버린다..

위와 같이 장비에 문제가 생기면서 궁극적으로는 생산성이 떨어지고 기타 경제적인 손실을 입게 된다.

서지가 존재하는 시간은 짧지만 그에 따른 피해는 아주 오래가며, 때로는 서지가 재난을 불러오기도 한다.

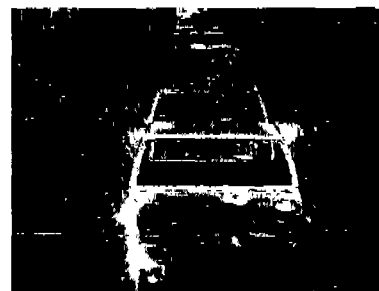
4. 서지가 있으면 어떠한 것들이 위험한가

가정이나 사무실 등 주변에서 볼 수 있는 몇몇 취약한 장비를 들면 다음과 같다.

- 산업 장비 - 기계류, 모터, 공조설비, 금전등록기, PLC
- 사무용 장비 - 메인 컴퓨터, PC, 프린터, FAX, 복사기, 모뎀
- 가전제품 - Home theater, 전화기, 자동응답기
- 방법설비
- 스프링클러
- 투명 담장
- 조정용 조정

5. 서지는 어떻게 발생하는가

서지는 일반적으로 낙뢰에 의해서 발생하는 것으로 알려져 있다. 그러나 형광등을 켜거나 끌 때, FAX나 복사기가 동작할 때, 아크 용접기로 작업할 때, 전동기를 기동하거나 정지시킬 때에도 발생하며, 콘덴서뱅크 스위칭, 사이리스터(thyristor) 스위칭, 전력계통의 단락사고 등에 의한 스위칭에서도 발생한다.

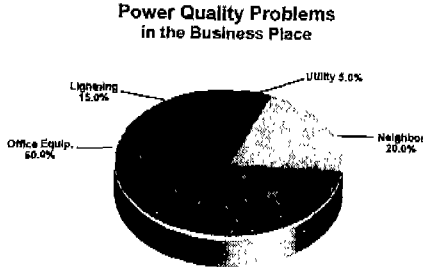


〈아크 용접〉

비상대기전원(UPS 등)이 필요한 설비에는 비상전원을 설비에 연결하기 위한 스위칭이 필요하고, 이 스위칭이 서지를 발생하여 비상전원이 필요한 민감한 설

비에 영향을 주기도 한다.

100kA와 200kA의 낙뢰전류가 자주 이용된다.

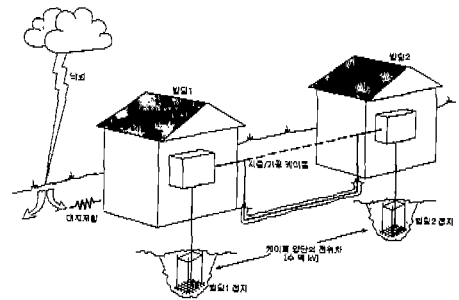


(원인별 Transient 발생비율)

위의 그림은 1993년에 Florida Power가 산업현장에서 나타나는 전력품질 문제를 조사한 것이다. 여기서 주목할 것은 60%의 transient가 바로 사무실 안에 있는 사무용 기기에서 발생하며, 20%는 같은 전원을 사용하는 옆 사무실에서 발생한다는 것이다. 즉, 80% 이상의 transient가 내부 전원에서 발생한다는 것이다.

외부에서 발생하는 서지는 낙뢰나 전력계통 스위칭에서 유도되는데, 세계적으로 볼 때 낙뢰를 동반한 폭우가 증가(1994년, 영국에서 420,000번 이상)하고 있으며, 낙뢰에서 100m 떨어진 곳에 있는 케이블이나 전물에 5kV, 1.5kA의 서지가 유도될 수도 있다.

대지는 완전한 전기 도체가 아니기 때문에 낙뢰전류가 흐를 때 지표면의 여러 지점 사이에 극도로 높은 전압이 유기된다. 예를 들어, 상당히 낮다고 할 수 있는 접지저항 2 ohm에 100kA의 전류가 흐르면, 대지에서 수 m 또는 수 십 m 사이에 200kV의 전압이 유기된다. 이것이 접지 사이에 나타나는 서지로서 저항결합에 의해 유도된 것이다. 낙뢰에 의해 유도되는 서지 가운데 저항결합에 의한 것이 가장 많다. 두 빌딩이 낙뢰지역에 있으면서 어느 정도 떨어져 있다면, 두 빌딩 사이에 큰 전위차가 작용한다. 동봉이나 메쉬(rods and mats)를 통해 대지(local ground)에 접촉되어 있는 서로 다른 접지(electrical earth)에서 둘 사이에 큰 전위차가 나타나기 때문이다.



(낙뢰에 의해 발생하는 접지 사이의 서지)

5.1 외부에서 오는 서지

1) 낙뢰에서 유도되는 서지

낙뢰에서 유도되는 서지에는 크게 3가지가 있는데, 각각 저항결합¹⁾, 유도결합²⁾, 정전결합³⁾에 의해서 유도된다. 다음 그림은 각각의 서지유도 방식(mechanism)을 나타낸 것이다.

- *1. 저항결합 : Resistive(Galvanic) Coupling
- 2. 유도결합 : Inductive Coupling
- 3. 정전결합 : Capacitive Coupling



벼락이 칠 때, 뇌운(thundercloud)의 정전기 에너지가 방전되면서 수 십kA의 전류가 지표면의 바위와 흙등을 타고 흐른다. 최악의 직격뢰를 설명하는데

각 빌딩의 전기 시스템이 완전히 자기 빌딩 안에 수용되어 있다면, 이 전위차가 아무런 문제도 야기하지 않는다. 그러나 LAN 케이블 등이 두 빌딩을 연결한다면 한 빌딩에 있는 장비는 다른 건물에 있는 장비에 비해 상대적인 대지전위를 겪게 되는데, 이 전위차는 LAN 장비의 절연을 파괴하기에 충분하다. 위의 그림은 이 내용을 나타낸다.

오늘날의 빌딩은 필연적으로, 전기나 통신을 위해, 여러 가지 케이블로 상호 연결될 수밖에 없다. 그런데, 케이블이 건물 상호간을 연결하고 있으면, 서지역제를 설치하는 데 상당히 주의해야 한다. 빌딩에는 수많은 신호용 케이블이 있는데, 이 케이블은 빌딩의 전기 접지에 연결되어 있지 않은 상태이다. 이 신호용 케이블에는 FAX와 모뎀이 연결된 전화선, 안테나, 보

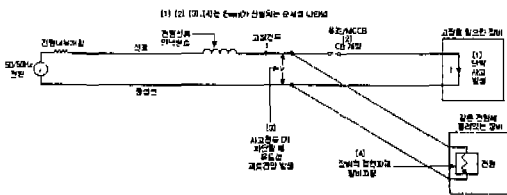
안용 비디오카메라 회로 등이 포함된다. 이 모든 케이블이 대지 전위차에 따른 위험을 가져오기 때문에 각각에 대해서 서지억제대책을 고려해야 한다.

2) 스위칭에 의한 서지

전력회사의 전력계통에서 지락사고나 단락사고가 일어나서 그 부분을 계통으로부터 분리될 경우, 또는 계통에 연결된 수용가의 큰 부하가 기동되거나 계통에서 차단될 경우에 전력계통에 순간적인 전압변동(sag 또는 swell)과 함께 서지가 발생한다. 이 경우에는 계통의 전류가 순간적으로 크게 변화하는 과정에서 계통의 전류변화와 선로 리액턴스의 곱(L*(di/dt))에 의해 서지가 발생하게 된다.

5.2 내부에서 발생하는 서지

서지가 외부에서만 발생하는 것은 아니다. 많은 서지가 빌딩 내부에서 발생하는데, 내부 전력계통에서 엘리베이터와 같은 큰 부하가 기동 또는 차단될 때, 내부의 지락전류나 단락전류가 차단될 때 발생한다. 이 과정을 그림에 나타낸다. 사고가 발생하면 전원에 단락전류가 흐른다. 퓨즈나 차단기에 의해 단락전류가 갑자기 차단되면 유도성 과도전압(inductive transient voltage)이 발생한다. 이 때, 파형은 대개 감쇠 진동하는 형태이며 전압의 최고치는 전력선의 인덕턴스와 전류의 변화율에 따라 달라진다

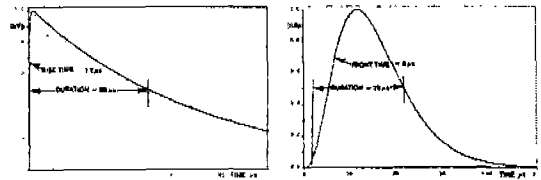


〈사고전류 차단 시 전력선 서지 발생 과정〉

전압파형과 8/20us 전류파형을 발생하는 장치로서, 불꽃방전이 일어나는 개방회로(open circuit)에는 전압을 인가하고, 불꽃 없는 방전이 일어나는 단락회로(short circuit)에는 전류를 인가한다.

불꽃방전 : sparkover

불꽃없는 방전 ; dscharge



전압(1.2/50)

전류(8/20)

(Combination Wave)

1) 개방회로용 전압(1.2/50us)

상승 시간(파두장) : 1.2us

지속 시간(파미장) : 50us

최고치의 오차 : ±10%

2) 단락회로용 전류(8/20us)

상승 시간(파두장) : 8us

지속 시간(파미장) : 20us

최고치의 오차 : ±10%

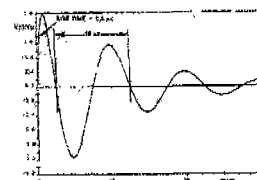
6.2 감쇠진동파(Ring Wave)

서지가 건물에 들어갈 때는 1.2/50usec 파형과 매우 비슷하다. 그러나 서지가 전원케이블을 따라 흐르면서 케이블 임피던스에 의해 파형이 크게 변해 100kHz의 감쇠 파형으로 바뀐다. Category C에서는 서지 파형이 케이블 인덕턴스의 영향을 받는다고 보기에는 원형(Origin)에 너무 가까우므로 Category A, B에만 감쇠진동파 시험을 실시한다.

6. 서지의 파형

6.1 조합파(Combination Wave)

시험받을 대상이 불꽃방전을 일으킬지 안 일으킬지 알 수 없는 경우가 많다. 이러한 경우를 대비하여 개발된 것이 조합파 발생장치이다. 이 장치는 1.2/50us



〈Ring Wave(100kHz)〉

다음호에 계속 →