

과도이상전압 서지 보호장치의 선정

강인권 대우엔지니어링(주) 기술고문
박호석 (주) 세민 E & S 대표
김종연 (주) 세민 E & S 기술과장

1. 서언

최근, 인텔리전트화 및 자동화 추세에 따라 정보통신, 신호 및 영상 시스템 등에 컴퓨터, 마이크로프로세서를 포함한 반도체 응용기기의 보급설치가 급속히 증가되고 있으며, 이에 따라 공급전력의 품질이 매우 중요시되고 있다.

이러한 계통 또는 장비에 과도이상전압 및 서지 전류와 같은 전기적 과도현상이 산발적으로 발생, 침입하여 전자부품의 파손, 전기/전자 장비의 심각한 고장 또는 소프트웨어의 오동작 및 2차 장애/재해 등을 야기해 왔으며, 이는 공급전력의 품질에서 매우 중요한 문제가 되고 있다.

따라서, 낙뢰, 전력계통의 개폐서지, 유도부하의 개폐서지, 전원선 장애(Noise)와 같은 과도이상현상 및 서지의 침입으로부터 이러한 장비들을 보호하기 위해 과도이상전압 서지 보호장치(TVSS)가 설치되는 추세에 있다.

즉, 저압측 회로/선로에 대한 확실한 보호대책으로 과도이상현상 및 전원선 장애(Noise)를 완벽하게 흡수하여 저압측 기기 및 장비를 보호하는 과도이상전압 서지 보호장치(TVSS)의 설치 필요성이 절실했으며 또한 널리 설치되고 있다.

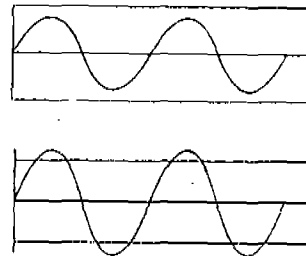
이에 과도이상전압 서지의 보호 기준, 보호장치의 선정 기준, 설치에 및 최신 보호장치에 대해 서술한다.

2. 전원 이상 현상 및 대책

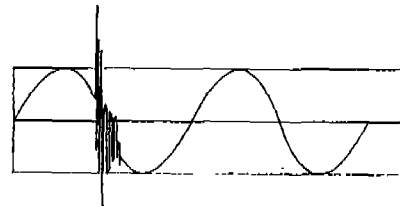
가. 이상 현상의 종류

일반적으로 전원 공급 계통에서의 대표적인 전원이상 현상으로는 계통사고에 의한 정전

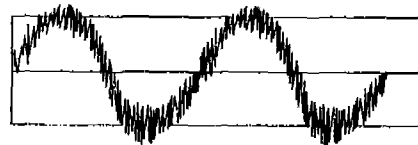
○서지 및 새그



○과도 이상 현상



○전원선 장애



<그림 1>

(Outtage), 서지 및 새그 파형(Surge & Sag), 과도이상 현상(Transient) 및 전원선 장애 즉 노이즈(Electrical Line Noise) 등이 있다. 이들의 대표적 전원이상 현상을 보면 그림 1과 같다.

전술한 대표적 전원이상 현상의 원인에는 낙뢰, 전력계통의 개폐 서지, 계통상 유도부하의 개폐 서지, 계통 인입의 전원선 장애 등이 있으며 그 원인 및 영향은 다음과 같다.

○낙뢰

낙뢰는 극단적으로 큰 서지전류 및 서지전압을 발생시킨다. 뇌격 방전시에는 600만V, 30만~50만 A의 전류가 발생한다. 그리고 직격되만이 계통장비의 파손을 가져오는 것이 아니라 노출 가공 배전선에 3.2km(2Mile) 떨어진 곳의 뇌방전시에도, 자기유도에 의해 20kV의 서지가 생성되며 이는 전자 장비의 심각한 파손 또는 고장을 유발시킨다.

○전력계통의 개폐 서지

전력 배전 계통은 종합적인 제어가 어려운 여러 종류의 부하에 연결된다. 다양한 종류의 부하를 제어하기 위해서 전력 배전 계통에서는 부하개폐를 수시로 수행한다. 선로개폐와 콘덴서의 개폐는 순시단락과 점점 개폐를 수행하므로 전자/컴퓨터 장비에 매우 위험한 상황이 된다.

○유도부하의 개폐 서지

최근 많은 건물의 배전계통에서 발생하는 빈번한 전력고장은 유도 부하의 과도전압에 기인하는 것이 많다. 이러한 고장은 민감한 장치 부근에서 중부하 전기기기를 개폐조작한 결과로 발생한다. 이와 같은 중부하 전기기기는 개폐조작시 영향을 받게 되는 민감한 장비와 동일계통에 접속되어 있는 경우가 많다.

이들의 개폐조작에 의한 과도 이상전압은 그 부하의 공급전류 및 전원축과 부하전류에 달려 있다. 예를 들면, 진공청소기는 그 동작상태가 변함에 따라 서지전압을 발생시킨다. 대형 모터도 마찬가지이나, 이 모터는 전원축 공급 전류와 부하전류 수요에 따라 보다 큰 과도 이상전압을 발생시킨다. 이 과도 이상전압 서지는 전력계통을 통하여 전

자/컴퓨터장비에 전달된다.

○전원선 장애

일반적으로 전원선장애(ELN: Electrical Line Noise)는 계통 정상 최대전압의 2배 미만의 전압을 포함한다. 전원선 장애는 회로내에 존재하는 필요한 신호가 아닌 어떤 전자기 에너지 및 고조파의 형태이며 특히 컴퓨터 소프트웨어의 오동작을 야기할 수 있다.

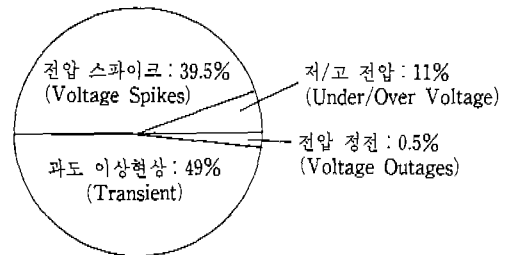
대표적 전원이상 현상의 원인인 서지의 상세한 종류 및 특성은 다음과 같다.

계통 발생 서지에는 직격뢰 또는 유도뢰에 의해 발생 전파되는 외뢰, 선로 지락 사고시 이상전압에 의한 지속성 이상전압, 계통고장 또는 선로 개폐시에 발생하는 과도이상전압 등의 내뢰, 그리고 고장 전류 재단 서지, 유도성 소전류 차단서지, 무부하 선로의 개폐 및 3상 비동기 투입시 서지 등이 있으며, 이들은 계통에 심각한 영향을 미칠 수 있다.

계통 내외부로부터 파급 또는 침입한 서지는 대부분 단시간 지속, 고에너지의 특성을 가진다. 다음으로 각종 전원이상 현상에 기인한 전원공급 장애를 원인별로 분류한 예(미국)는 다음 그림 2와 같으며 진동 및 감쇠형의 과도이상 전압 및 전압 스파이크가 전체의 88.5%에 이르고 있다.

나. 이상 현상의 대책

전원 이상 현상으로부터 계통 또는 장비를 보호하기 위한 해결책의 대표적인 것으로는 서지 보호장치(Surge Suppressor), 무정전 전선 공급장치(UPS), 절연변압기(Isolation Transformer), 필



<그림 2>

<표 1>

ORGANIZATION	CODE ARTICEL OR STANDARD NO.	SCOPE
ANSI/IEEE	C62	Guides and Standards on Surge Protection.
	C62.41-1991	IEEE Recommended Practice on Surge Voltages in Low-Voltage AC Power Circuits
	C62.1	IEEE Standard for Surge Arresters for AC Power Circuits
	C62.45-1992	Guide on Surge Testing for Equipment Connected to Low Voltage AC Power Circuits
IEEE	Green Book STD 142-1991	Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.
	C74.199.6-1974	Monitoring of Computer Installation for Power Disturbances. International Business Machines Corp.(IBM)

터(Filter), 전원조정 장치(Regulators)의 설치 등이 고려될 수 있다.

이러한 전원 이상 현상에 대한 해결책 중에서, UPS, 절연변압기, 전원 조정기 등은 통상 특수한 경우에 설치되며, 어떤 경우에서도 설치가 가장 합당한 방법은 필터를 갖는 서지 보호장치가 된다. 이는 또한, 대부분의 고장이 서지와 스파이크에 기인한다는 것에 대한 가장 합당한 해결방법이 될 것이다.

3. 서지 보호의 기준

과도이상 전압 서지 보호 및 장치의 기준은, 장비 제작자의 요구, 객관적 신뢰도의 확보 필요성 및 시험장비의 가능성 제한 등을 이유로 산업 표준의 필요성에 따라 수립되어 최신적용되는 대표적인 국제적 표준은 다음과 같다.

- 미국 국립표준국/미국 전기전자통신학회 (ANSI/IEEE C62.41)
- 미국 국립표준국/미국 전기전자통신학회

<표 2>

U.L.	UL 1449	Transient Voltage Surge Suppressors
NEC	Article 250 Article 280 Article 645 Article 800	Grounding Surge Arresters Electronic Data Processing Equipment Communications Circuits
NFPA	NFPA-75-1989 NFPA-78-1989 NFPA-20-1990	Protection of Electronic Data Processing Equipment. Lightning Protection Code. Centrifugal Fire Prmps.
MIL-STD	MIL-STD-220A MIL - H N D B K -419A/B	50 Ohm Insertion Loss Test Method. Grounding, Bonding & Shielding for Electronic Equipment and Facilities.
FIPS	FIPS PUB 94	Guideline for Electrical Power in ADP Installations.(Chapter 7)

(ANSI/IEEE C62.45)

- 보험업자 연구소 (UL 1449)
 - 국방부 산업실험실 표준 (MIL-STD 220)
 - 국가전기규정 (NEC)
- 상기 국제적 표준의 적용 범위를 보면 다음 표 1, 2와 같다.

4. 서지 보호장치의 적용

가. 서지 보호회로의 종류

서지 보호회로 소자로는 대표적으로 인덕터(Inductor), 가스관(Gas Tube), 셀레늄 정류기(Selenium Rectifier), 산화금속 바리스터(Metal Oxide Varistor), 실리콘 애벌란쉬 다이오드(Silicon Avalanche Diode), 커패시터(Capacitor) 등의 소자가 사용되고 있다.

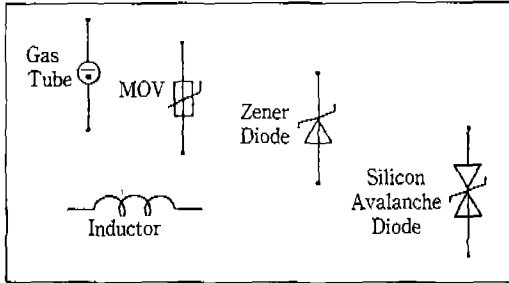
참고로, 상기회로 소자의 기호표시는 그림 3과 같다.

그리고 상기의 서지 보호소자를 사용한 서지 보호 회로 구성은 단일/복수 소자회로, 다단계 조합 회로 등이 있고 계통 설치 방법에 따라 직렬 및

병렬 보호회로가 있으며 그 구성 회로도도 다음 그림 4와 같다.

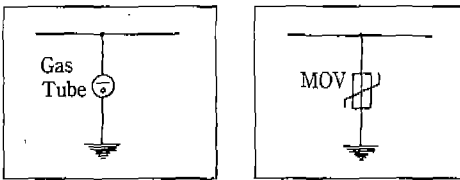
나. 서지 보호장치의 적용

전원 시스템에서 서지 보호장치는 전원인입선,

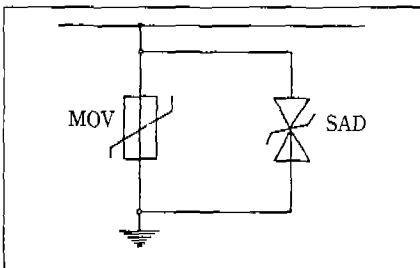


<그림 3>

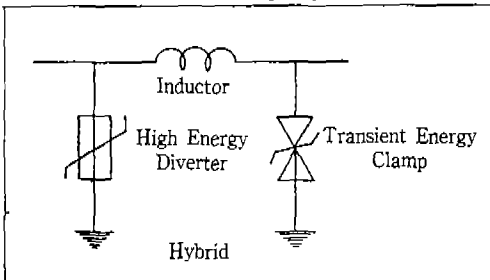
○ 단일 소자 회로 (Single Element Circuit)



○ 복수 소자 회로 (Multi-Element Circuit)



○ 다단계 조합 회로 (Multi-Stage Hybrid Circuit)



<그림 4>

전력 수배전 선로, 전력 배분전반회로, 전력수구 회로 및 각 기기 또는 장비의 전단에 적용 설치되어, 이하 회로 또는 기기를 보호한다.

신호 및 정보통신 시스템에서 서지 보호장치는 전화, 정보통신 및 신호 시스템 선로, 컴퓨터 시스템 선로, LAN시스템 그리고 화재경보 또는 보안 시스템 선로에 적용되며 설치된다.

실제로 신호·정보·통신 회로에 서지 보호장치가 설치된 경우에 서지 보호범위는 그림 5와 같다.

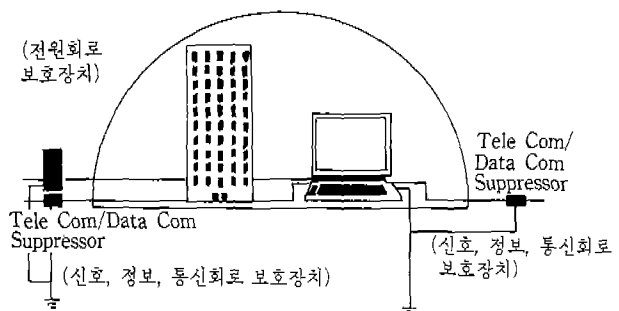
5. 서지 보호장치의 선정

서지 보호장치의 성능은 접지 및 내외부 결선의 길이에 영향을 받으며 동작 상태를 감시하기 위한 발광 보호소자가 필요하며 완벽한 동작 성능을 위해 가청 경보기, 서지 계수기와 원격감시용 점점이 필요하게 된다.

서지 보호장치의 선정시에는 서지 침입 또는 발생 빈도, 지형적 위치, 장비의 기능 중요도(즉, 파손시 손실의 대소), 장비의 중요도(즉, 파손시 장비 수리비의 고가 여부) 및 보호등급 등을 고려하여야 한다.

가. 서지 보호장치의 선정기준

실제로 서지 보호장치를 선정하는 기준으로는 서지 용량, 위치범주(Category), 보호방식, 실용성, 보증 및 예산 등의 항목이 고려되어야 한다.



<그림 5>

그리고 위의 각 선정기준에 대한 설명은 다음과 같다.

- 서지 용량은 보호장치의 정격 최대 전류용량을 의미한다.
- 위치범주(Category)는 A(수구 및 장구간 분기회로), B(간선 및 단구간 분기회로), C(인입구)로 분류된다.
- 보호방식(Mode)은 상-대지(L-G), 상-중성선(L-N), 중성선-대지(N-G), 및 상-상(L-L) 등이다.
- 실용성/호환성(Modular) 면에서는 보호방식에 따라 보호모듈(Module)의 대체설치가 가능해야 한다.
- 보증면에서는 장비들은 최소 5년 동안 보증되어야 한다.
- 예산면에서 보면 피보호 장비의 총 교체비용이 보호장치의 비용에 대비하여 고려되어야 한다.

다음으로 서지 보호장치의 선정시에는 서로 다른 보호장치들의 비교·검토 또한 필요하다. 서지 보호장치의 비교에서는 다음과 같은 기술자료(Data)상의 공통요소를 비교, 검토하여 선정하여야 한다.

- 최대 서지전류 정격
이 자료는 IEEE 또는 UL 시험의 일부가 아니고, 과도 이상 전류(A)로 제조자들에 의해 제공된다.
- 제한전압(Peak Let Through Voltage: Clamping)
제한전압은 UL 1449 및 ANSI/IEEE C62.41-1991에 의거한 시험과형에 대해 부하가 받는 최대전압이다.
- 보호방식(Mode)
보호방식은 Y결선에서는 상-대지(L-G), 상-중성선(L-N), 중성선-대지(N-G), Δ 결선에서는 상-대지(L-G), 상-상(L-L)으로 된다.
이 보호방식은 또한 Common Mode 및 Normal

Mode로 표현될 수 있다.

- 응답시간
응답시간은 의미없는 기준이다. 가장 중요한 요소는 얼마나 많은 과도 이상전압 서지가 서지 보호장치를 통과할 수 있는가 이다.
- 동작실패 양상(Mode)
동작실패 양상은 중요하고, 모든 서지 억제 경로에 퓨즈가 설치되어 있는 것을 확인함으로써 결정될 수 있다. 이것은, 소자의 과열이탈 및 급격한 동작실패를 방지한다.

6. 최신 TVSS의 소개

TVSS 산업에서 최신 기술의 매우 효율적인 과도 이상 전압 서지 보호장치로 볼 수 있는 L.E.A Dynatech사의 'WAGON WHEEL' 제품을 간략히 소개한다.

○기술개요

특허를 받은 이 서지 보호회로는 개별 퓨즈부 MOV의 병렬, 동축배치(Array) 구성으로 되어 있다. 전류는 각 MOV에 의해 효과적으로 분류되어 99% 이상의 성능 효율을 가진다. 이는 기존의 서지 보호회로와 비교해서 본질적으로 더욱 낮은 제한전압레벨(Clamping Level) 및 매우 높은 과도 이상 고장 전류 정격의 성능을 가진다.

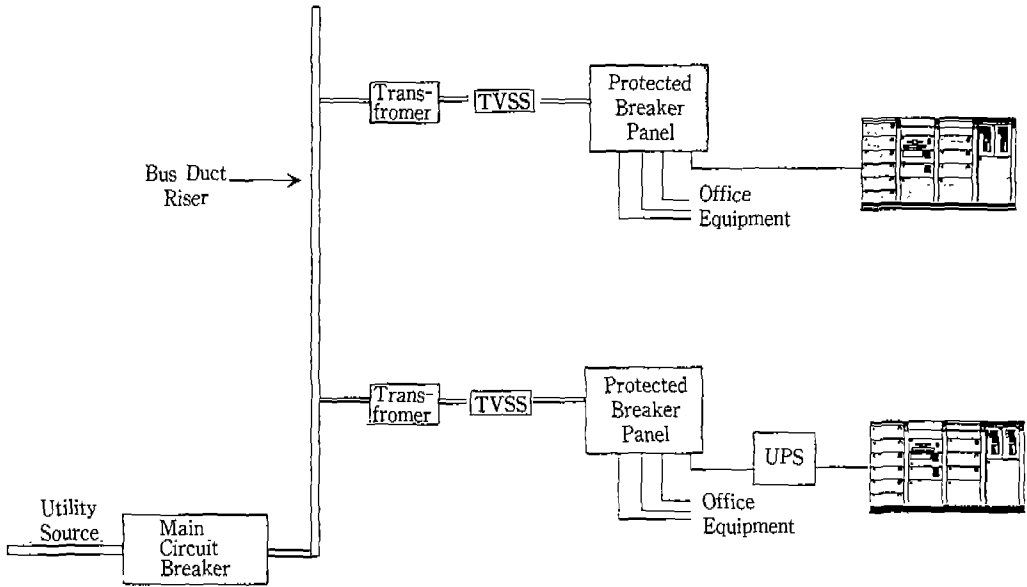
이 중요한 소자의 개별적인 선정과 회로조합, 즉 동작성능 균형을 일치시킨 MOV는 각 서지 보호장치의 전체 서지 정격을 넘는 최적제한전압(Clamping) 및 과도 이상 고장전류 동작성능을 가지게 한다.

이 회로의 또다른 특성은 안정성이다. 작거나 중간 크기의 개별 퓨즈를 MOV에 설치하여 정격을 초과하는 극히 큰 과도 이상 고장전류 침입시에 가벼운 동작실패만 하도록 되어 있다. 이것은 대형 블록화, 캡슐화, 또는 다른 비효율적 보호회로의 중대한 파괴적 동작 실패 특성과 직접적으로 대조가 된다.

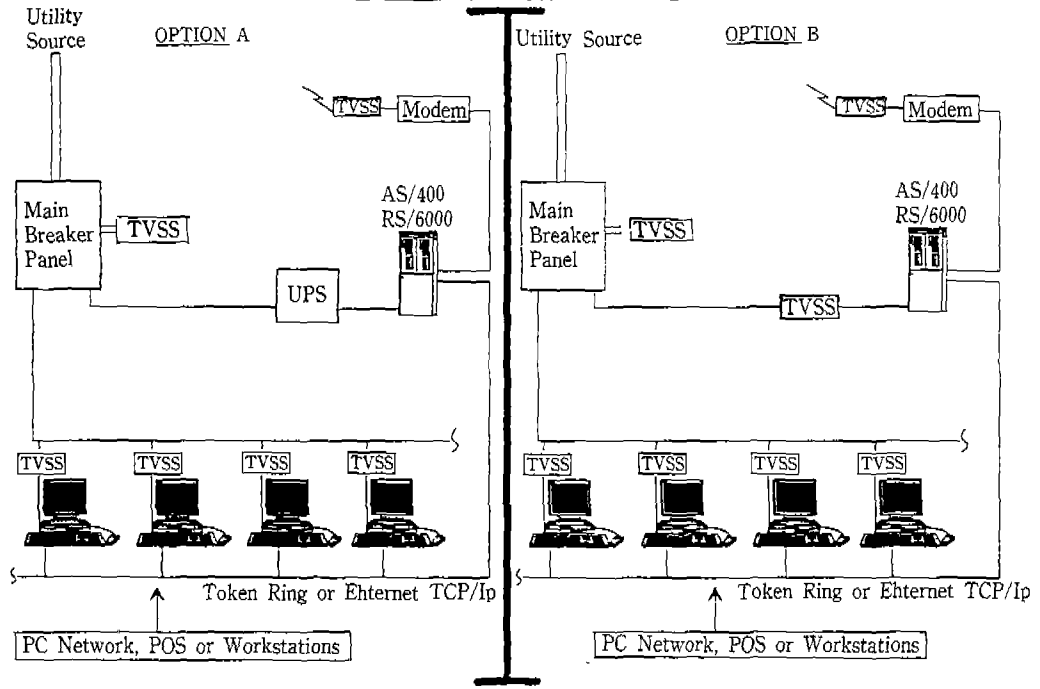
이 보호장치 모듈은 개별적으로 100,000A를 초

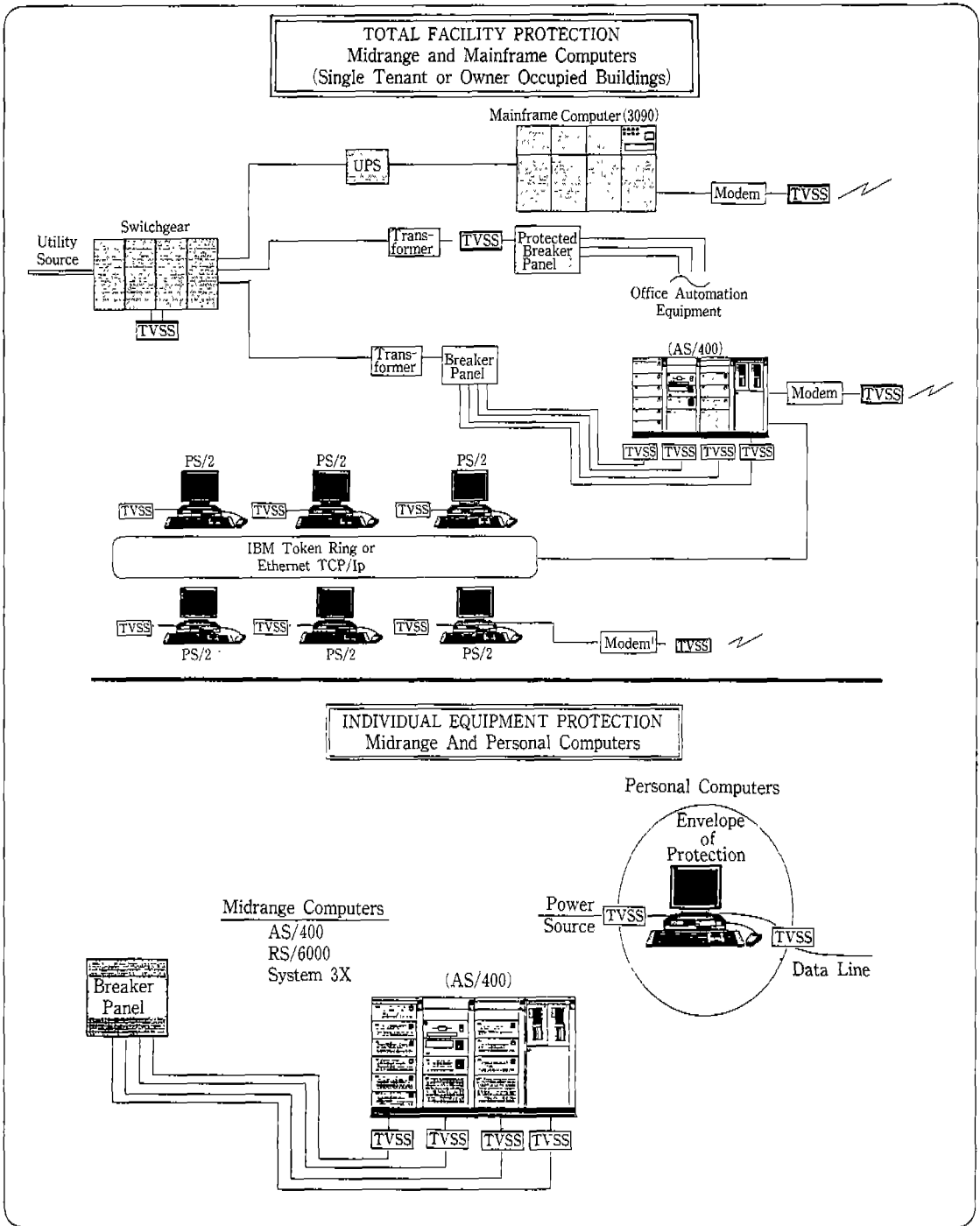
● 컴퓨터 보호 회로 구성 (TVSS 설치 사례) ●

BRANCH CIRCUIT PROTECTION
Midrange and Mainframe Computers
(Multi-Tenant Office Building or Leased Space)



TOTAL SYSTEM PROTECTION
Branch Automation Applications





과하는 서지 전류시험을 받으므로 이러한 가벼운 동작실패 성능이 명확히 입증된다.

이 회로의 수명시험 결과는 매우 우수한 것으로 입증되었다.

IEEE C62.41, 1991년판, 범주(Category) C 시험조건하에서(AC 전압인가 또는 비인가) 1000회의 연속 충격(Shot)인가 결과에서 첫회와 1,000번째회 인가 사이의 제한전압(Clamping Voltage)은

4% 변동 이하로 나타났다.

그리고 모든 회로구성에는 특별한 처리가 되어 있다. 극히 짧고 중부하용 등 리드선의 길이에 의해 모든 전류회로에서의 유도성 임피던스를 최소화하고 제한전압 레벨(Clamping Level)을 더욱 감소시킨다.

적정배치되어 피복 도포된 회로의 용접 또는 볼트 접속은 회로수명에 걸쳐 동작성능의 안정성을 보장해 준다.

○기술특성

표준 격자 또는 사다리 형태로 이루어진 향상된 MOV의 병렬 접속방법을 사용한 이 보호회로는 일련의 직렬 또는 병렬 서지 보호 장치에 적용되고 있으며, 그 상세 기술 특성을 보면 다음과 같다.

- MOV의 동축배치로 소형이면서 고 에너지를 처리한다.
- 중소형 MOV 사용으로 최대 정격 초과시, 대형 MOV에 비해 아주 경미하고 안전하게 동작실패 양상을 보인다.
- 개별 MOV에 퓨즈가 장착되어 MOV의 안전한 해제를 허용한다.
- 극히 짧은 중부하용 등리드선 길이는 모든 전류통로의 최소 인덕턴스를 보장한다.
- MOV를 회로기관에 정착하므로 균일한 인덕턴스 및 MOV 병렬배치의 균일성을 보장한다.
- 모든 회로소자간에 확실한 전류 분류가 발생한다.
- IEEE C62.41 및 C62.45에 의거, 서지 전류 및 수명시험에서 4% 미만의 제한전압 레벨을(Clamping)수행한다.

7. 컴퓨터 시스템에서의 서지 보호

여기에서는, 실제적인 시스템 즉, 컴퓨터 시스템에서의 실제적인 서지 보호 시스템을 알아보기로 한다.

과도 이상 전압 및 서지 전류에 의해 컴퓨터 장

비가 작동불능 상태가 되고 전자부품이 심각한 고장을 겪게 되며, 컴퓨터 소프트웨어의 오동작이 발생해 왔다.

이같은 문제는 컴퓨터장비 사용자의 직접경험과 여러 연구를 통하여 상세히 기록되어 왔다. 과도 이상전압 서지 보호장치(TVSS)는 이같은 상승적인 사고로부터 컴퓨터 장비를 보호할 수 있는 것으로 증명되었다. 다음에 컴퓨터 시스템을 과도 이상전압 서지의 위해 영향으로부터 완벽하게 보호하는 해결책 즉, 설치예를 제시한다(컴퓨터 보호구성회로(TVSS설치 사례) 참조).

8. 결론

이상 서술한 바와 같이, 전원, 전화, 신호, 정보통신 시스템 등에 과도 이상전압 서지 보호장치(TVSS)의 설치 필요성은 명백하다. 그리고, 서지 보호장치의 선정시에는 매우 신중을 기해야 하며, 가능한 과도현상 서지 노이즈로부터 장비를 완벽하게 보호할 수 있는 제품을 선정하여야 한다. 또한 서지 보호장치는 침입 서지 용량, 보호 범주, 보호 방식, 효율성 등에서 확실한 제품을 선정하여야 한다.

이러한 면에서 산화금속 바리스터(MOV) 소자를 병렬 동축 배치한 구조의 최신개발 서지 보호장치는 매우 우수한 성능을 가지고 있어 전압 과도현상, 서지, 노이즈 등으로부터 장비의 보호에 완벽을 기할 수 있을 것이다.

·참고문헌·

1. 노이즈 종합대책(성안당)
2. 전기설비 기술진단 Handbook(기다리)
3. 전기 안전공학(연학사)
4. IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)
5. NEPA(National Fire Protection Association)
6. NEC(National Electrical Code)
7. TVSS Catalogue & Technical Data(Dynatech)