

# Surge Protection ①



글 / 허광무

수년전 까지만 해도 국내에서는 서지에 관한 관심이 거의 없었다. 그러므로 국내의 경우도 수출만을 전념하고 내수쪽은 관심을 갖지 않았었다. 그러나 근래 국내의 서지에 관한 관심이 고조되고 있으며, 대부분이 필요성을 느끼기 시작하고 있다. 하지만 서지에 관한 관련서적이 거의 없는 관계로 서지에 관한 연구나, 실무에 도움이 될만한 자료가 없는 실정이다. 이에 그 동안 제품개발 및 실수요 현장을 방문하며 실무자들이 필요하다고 느끼는 점들을 지면이 허락하는 범위내에서 기술하고자 한다.

## 1. 서지의 발생

### 1.1 서지의 개요

서지란 line 또는 회로를 따라서 전달되며, 급속히 증가하고 서서히 감소하는 특성을 지닌 전기적 전류, 전압 또는 전력의 과도파형이다(IEC IEV 161-02-01).

서지는 우리 주변에서 흔히 발생하는 현상이다. 예를 들어 벼락이 떨어질 경우, 뇌(雷, Lightning) 서지는 전기·전자·통신 기기를 파괴 시키며, 스위치·릴레이·용접 등의 Arc와 단락에 의한 개폐 서지, 모터·엘리베이터 등의 구동서지 등 우리 주변에서는 끊임없이 서지가 발생한다.

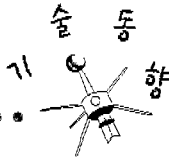
첨단 과학이 우리의 주위를 점하며 우리 주변에는 첨단 반도체가 전기, 전자 분야에 광범위 하게 사용되고, 그에 따라 서지에 의한 피해가 급속도로 커지고 있다.

반도체의 집적도가 커질수록 반도체 내부의 회로 선폭이 좁아지고, 저전압으로 동작시키기 위해 전도성이 우수한 소재를 사용하게 되므로 인하여 단락(短絡, Short circuit)현상의 최고치가 낮아져, 반도체를 많이 내장한 시스템은 내압에 약해지고, 그에 비례하여 서지에 취약해 지고 있다.

서지가 시스템에 미치는 영향은 인체에 생기는 병과 같아서, 작은 서지의 반복은 소자를 열화시켜 만성적으로 파괴시키며, 강한 서지는 일거에 회생불능 상태로 파괴시킨다. 특히 근래의 시스템은 기기와 기기의 결합에서, 시스템과 시스템이 결합되는 토탈 시스템을 구축하는 것이 일반화 되어 가고 있다. 이는 한 지점에서의 피해가 전 시스템의 마비를 가져오며, 극한적인 경우 전 시스템이 연쇄적으로 파손되는 경우도 초래할 수 있다. 따라서 서지의 피해가 발생한 지점에서 타지역으로 서지의 피해가 전이되는 것을 차단할 서지 보호 시스템을 구축하는 것이 필요하다.

### 2.2 서지의 피해현황

국내의 경우 아직 서지로 인한 피해에 관하여 정확한 연구가 없지만, 미국의 경우 고압과 과전류로 인하여 전자화한 자동화 시스템의 장애가 발



<표 1> 전자장비 원인불명의 원인

Power Disturbance	월 평균 발생 횟수	백분율(%)
Oscillatory Transients	62.2	48.8
Voltage Spike	50.7	39.5
Undervoltage	14.4	11.2
Overvoltage	00.0	00.0
Blackout	00.6	00.5
Total	127.9	100

\* Transactions on "Power Apparatus and Systems" July - August, 1974 issue 1974 IEEE (IEEE: 전기전자기술자협회)

<표 2> 뇌격의 전기적 특성 및 발생 빈도

전기적특성	발생빈도		
	50%	10%	1%
뇌격 전류의 최고치(KA)	30	80	200
최대전류의 상승률(KA/μs)	20	90	100
방전 전하(AS)	10	80	400
(전류) <sup>2</sup> × (시간) [A <sup>2</sup> S]	10 <sup>8</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>

생하여 시간과 경비의 피해 규모가 산업계에서만 매년 260억 달러에 이르는 것으로 추정하고 있다.

표 1에서 보는 바와 같이 전자장비의 경우 원인불명의 고장 중 88.3%는 서지에 의한 것이다.

### 1.3. 서지의 종류

#### 1.3.1. 발생 원인에 의한 분류

##### 1) 자연현상에 의한 서지

###### 1.1) 직격뢰(Direct Strike)

: 낙뢰가 구조물이나 장비, 또는 전력선에 직접 뇌격하는 것으로, 보통 20,000V 이상의 고압과 200,000A 이상의 과전류가 발생하여 접지를 통하여 상당부분은 대지로 흡수되지만, 일부는 전력선을 통하여 인입선으로 들어온다.

###### 1.2) 간접뢰

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

###### 1.3) 유도뢰(Indirect Lightning) :

낙뢰 지점에 근접한 대지에 매설된 전원선, 통신선, 접지, 수도 파이프 등 도체를 통하여 유도된 고압의 전류로 인하여 접지 전위의 급상승으로 서지가 발생한다.

###### 1.4) 방전(Bound Change)

: 지상과 구름, 구름내, 구름과 구름 사이의 방전으로 유도된 전하가 전력선, 금속체 또는 지표로 흘러 장비를 손상 시킨다(표 2).

### 2) 개폐 및 기동에 의한 서지

: Inductive Switching. 내부적으로 발생하는 서지로 75~90%가 여기에 속한다.

#### 2.1) 개폐 서지

: Inductive load의 On/Off시 발생하는데, 계통 전력 공급선의 개폐나 사고 등으로 인한 전위차이나, Inductive motor, Compressors (Turn Off/6,000V), Pump, Welding machines(용접기), Furnace igniter(점화기) 등의 switch On/Off시 발생하는 Spike로 인하여 250~6,000V의 서지가 50~500ms로 발생한다.

## 2.2) 기동 서지

: Induction motor, DC motor drives, Inverters(or VVVF), Power switching, Elevators, 발전기, Compressors, Pump motors, 역률개선용 Capacitor, Relay, Tr, IC 등의 작동 중에 250~1,000V의 서지가 발생한다.

3) 정전기 의한 서지 : ESD(Electro-Shortic Discharge)

4) 핵에 의한 서지 : NEMP(Nuclear Eletro-Magnetic Pulse)

### 2.3.2. 전이 과정에 의한 분류

#### 1) 전도성 서지

: 송전선로, 금속배관, 전원 및 신호, 접지, 회로 등과 같은 도체를 통하여 유입되는 서지를 말한다.

#### 2) 유도성 서지

: 갑작스런 전류의 변화로 인하여 인접회로에 유도되는 서지로 대표적인 것으로 낙뢰시 전원 Cable과 인접한 Signal Cable 사이에 발생하는 것이다.

#### 3) 전파성 서지

: 공중파의 형태로 회로에 유입되며 대표적인 것이 RFI(Radio Frequency Interference)다.

#### 4) 복합성 서지

: 상기 3가지가 복합적으로 전이 되는 것으로 대부분의 서지가 이러한 형태를 취하고 있다.

### 2.3.3.서지 형태에 의한 분류

#### 1) 전류형 서지

: 다량의 전류가 일시에 유입됨으로 인하여 열이 발생하고, 이로 인하여 IC 등 부품이나, 기판과 부품의 soldering 부위가 손상 된다. 전류형 서지는 low impedance 회로에 많은 영향을 미친다.

#### 2) 전압형 서지

: 반도체소자의 절연내압 보다 큰 서지전압이

침투하게 되면 절연파괴에 의해 기능을 상실하게 되며, MOS 소자가 손상을 입기 쉽다.

전압형 서지는 high impedance 회로에 많은 영향을 미친다.

### 2.3.4.전원선에 의한 분류

#### 1) Normal Mode

: 서지가 Line과 Line 사이, 또는 Line(Hot)과 Neutral 사이에 발생하는 것으로 controll system이나, 전자기기의 전자회로에 사용되는 반도체 소자를 파손 시킨다.

#### 2) Command Mode

: 서지가 Line과 Ground 사이, 또는 Neutral과 Ground 사이에 발생하는 것으로 Processor의 Memory Logic을 파손 시킬 수도 있다.

Microprocessor or Digital Logic Controll System에서는 Neutral과 Ground 사이를 이론상의 Zero Voltage로 설정하기 때문에 Neutral과 Ground 사이에서 발생하는 서지는 많은 문제를 일으킨다.

Command Mode 서지는 소프트웨어 문제, 즉 Memory Loss를 발생시켜, 각종 데이터의 출력에 이상을 초래할 수 있다.

Command Mode 서지는 부적절한 접지에 의해서도 발생한다.

## 3. 피뢰침과 접지

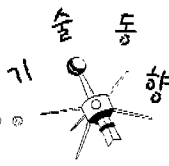
### 3.1 피뢰침

#### 3.1.1 피뢰침의 역할

뇌운(雷雲)의 음전하와 대지의 양전하 사이에 형성되는 전계강도가 대지의 절연파괴강도(약 30kV/cm) 이상이 되면 뇌방전이 시작된다.

뇌방전은 뇌운방전(구름-구름) 또는 대지방전(구름-대지)의 두가지 형태로 나타난다.

선구방전이 대지에 접근함에 따라 대지의 전계강도는 급격히 상승하게 되며, 특히 대지의 돌출부와 같은 특정구역에 전하가 집중되어 뇌운의 상향방전이 일어난다.



상향방전과 선구방전이 마주치면 뇌운과 대기 사이에 전하통로가 형성되어 뇌방전이 일어나게 된다. 이것이 낙뢰(벼락 Lighting Strike)다.

피뢰침은 선구방전이 시설물에 도달하기 전에 도전성이 우수한 도체를 이용하여 전류를 대지로 유도하여 방전 시킴으로 낙뢰를 방지 한다.

\* 선구방전(Down Leader) : 뇌운으로부터 대지로 향하는 뇌전하의 흐름.

\* 상향방전(Upward Streamer) : 대지로부터 뇌운을 향하여 흐르는 대지전하의 흐름.

### 3.1.2 뇌격거리(Strikeing Distance)와 뇌 보호범위

뇌격거리란 대지로부터 상향방전과 선구방전이 만나는 점 까지의 거리를 말하며, 뇌격거리는 전계강도가 크고, 대지에 축적된 전하량이 많을수록 길어진다.

피뢰침의 보호범위는 뇌격거리와 밀접한 관계가 있으며, 일반적으로 뇌격거리를 반경으로 하는 반구의 내부가 피뢰침의 보호 영역이 된다.

지상의 물체에 근접한 선구방전이 지상물체의 어디에 먼저 도착하는가는 선구방전으로부터 거리가 가깝고, 도전성이 우수한 물체에 우선적으로 유도된다.

근래 정립된 회전구체법(Rolling Sphere Method)에 따르면 보호각의 개념이 종래와는 큰 차이점이 있다.

그림 1에서와 같이, 지금까지는 45°, 60°등을 기본적인 보호각으로 보았으나 선구방전이 피뢰침

보다 시설물의 돌출 부분이 가까운 경우 돌출 부분에 낙뢰가 발생할 수 있다.

이처럼 보호각 내에 들어있는 부분은 낙뢰가 측면으로 떨어질 때를 감안하여 피뢰 설비를 세워야 한다.

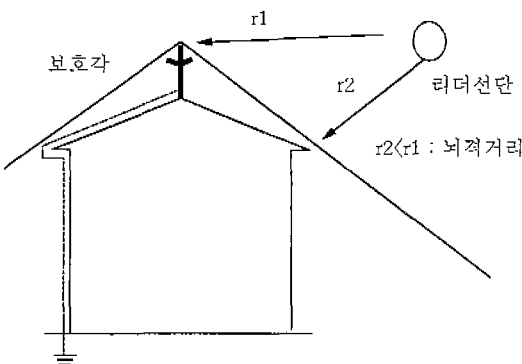
이처럼 회전구체법을 염두에 두지 않으면 보호각 내에 있는 건축물도 측면에 뇌격이 있을 수 있다.

### 3.1.3 신형 피뢰침들

근래 펄스방식이다 이온방식이다 하여 외국의 제품이 나오고 있으며, 이들은 기존의 피뢰침보다 보호범위가 다소 넓다. 그러나 외산인 관계로 기존의 피뢰침과 비교가 되지 않는 고가로 유통되고 있다. 따라서 기존 피뢰침이 설치되어 있는 경우는 추가로 보완하는 것이 교체하는 것보다 월등히 경제적이며, 신설의 경우도 미관상이나 설치가 난해한 경우가 아니면 가격대 성능비에서 효율적이라 할 수 없다.

### 3.1.4 피뢰침과 서지의 관계

건물이나 구조물을 직격뢰로부터 보호하기 위해서는 피뢰침의 설치가 필수적이지만, 서지의 측면에서 보면 피뢰침이 있으므로 인하여 훨씬 많은 서지가 유입되며, 피뢰침의 성능이 우수할수록 서지의 유입은 많아진다. 그 이유는 피뢰침이 구름에 형성된 전하를 지면으로 유도하게 되고, 유도된 전하는 점지를 통하여 전기·전자기기의 대지전위를 높이기 때문이다. 대지의 전위가 상승한다는 것은 반대로 실효전압이 하강하는 것을 의미하므로 이로 인하여 부품의 파손을 일으킨다.



<그림 1>

## 3.2 접지

### 3.2.1 접지의 목적

: 접지는 인체를 전기적 충격으로부터 보호해 주는 역할을 하며, 모든 전기의 기준 전압을 제공하게 되므로 매우 중요한 전기적 요소 중의 하나다.

접지의 중요한 2가지 목적은 인체의 안전 및 기기의 정상적인 동작이 가능하게 하는데 있다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 올바른 접지의 구성이 매우 중요하며 또한 서지로부터 기기를 보호

하기 위해서도 매우 중요한 역할을 하게 된다.

### 3.2.2 접지의 종류

#### 1) 전원접지(Main Ground)

· 전원접지는 전원의 인입단에 접지를 하여 전원의 기준 전위를 제공하며, 모든 전원은 전원접지를 계로(zero)전위로 하여 상대적 전압이 걸리게 된다.

전원접지는 모든 접지의 기준점이 되어 분기하게 되며 변압기의 중심점과 접속하여 접지와 동일 전위를 형성하도록 해 주어야 한다

#### 2) LOCAL 접지

· 분전반의 접지단자에 MAIN 접지로부터 분기된 접지선을 접속시켜, 분전반 전원을 사용하는 모든 기기를 분전반 접지와 접속시킨다.

#### 3) 통신·신호접지

· 통신·신호접지는 과거 공통접지를 사용하였으나, 그 후 별도의 개별접지를 권장하였다. 그러나 최근은 다시 공통접지가 더 합리적이라는 것이 밝혀지며 공통접지쪽으로 바뀌고 있다.

#### 4) UPS 접지

##### 4.1) 전원접지 :

입력전원이 공급되는 분전반의 접지와 연결되는 UPS 외함에 접속되는 보안용 접지다.

##### 4.2) 신호접지

· UPS 제어신호에 대한 기준점을 제공하기 위한 접지로서 별도의 접지를 하거나 외함 접지를 신호접지로 사용할 수 있다.

##### 4.3) 출력접지

· UPS 출력 전원에 대한 접지로 전원 접지와 접속되어야 하며, 입,출력 분리형 UPS인 경우에는 UPS 출력 중심점을 접지에 접속 시켜야 하며, 비분리형 UPS인 경우에는 중심점을 접지해서는 안 된다.

#### 5) 장비접지

· 장비에 접속되는 접지는 피뢰기의 접지단자를 통해 하나의 접지에 병렬로 접속되어야 한다.

#### 6) 보안접지(Frame Ground)

· 보안접지는 분전반 또는 전기가 흐르지 않는 모든 금속체 외함에 접지하는 것으로 전기적인 이상이 발생시 누설전류를 접지선을 통하여 신속히 대지로 방류하도록 하여 인체가 금속체와 접촉 되더라도 전기적 충격을 받지 않도록 하는 역할과 공중과 또는 유도장애를 차단하여 기기를 보호한다. 보안 접지는 전원접지점으로부터 분기하여 접속되는 전원접지의 일종이다.

### 3.2.3 접지의 접속 방법

건축물이나 구조물의 경우 망상(Mesh)접지를 하고, 철구조물에 접속을 시키면 전극의 확대로 저접지저항을 얻을 수 있다.

#### 1) 직렬접지

· 접지점으로부터 각각의 기기로 접지선을 직렬로 접속하는 것으로 시공이 간편하고 경제적이지만 각 장비 사이에 접지전위차가 발생할 수 있다.

#### 2) 병렬접지

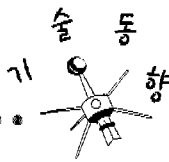
· 주접지점으로부터 접지선을 병렬로 각각의 기기에 접속하는 것으로 각 장비간 등전위를 형성할 수 있으며, 장비 상호간 영향을 받지 않아 양호한 접지를 구성할 수 있으나, 시공이 복잡하고 비용이 많이 든다.

#### 3) 직·병렬접지

· 분전반 단위로 병렬접지를 하고 전체를 직렬 접지하는 것으로 경비대 성능비에서 권장할 만한 방법이다.

### 3.2.4 접지와 서지의 관계

인명이나 기기의 보호를 위해서 접지는 설치가 필수적이지만, 서지의 측면에서 보면 접지가 있으므로 인하여 훨씬 많은 서지가 유입되며, 접지의 성능이 우수 할수록 서지의 유입은 많아 진



다. 그 이유는 낙뢰 등으로 지면에 형성된 강한 서지가 접지선을 타고 들어가 전기·전자기기의 대지 전위를 높이기 때문이다. 대지의 전위가 상승한다는 것은 반대로 전원의 전압이 하강하는 것을 의미 하므로 이로 인하여 부품의 파손을 일으킨다.

## 4. 서지 유입 경로와 영향

### 4.1 낙뢰의 침투 경로 (그림 2)

피뢰침으로 유입된 낙뢰가 지면으로 방류하는 동안 전기의 인입구 또는 벽면을 통과하는 전력선에 유도되므로 전원선을 따라 서지 전압이 전기제품에 곧바로 들어오게 된다. 따라서 피뢰침만으로는 전자·전기 설비가 완전히 무방비 상태가 된다.

물론 직격뇌와 같은 강한 에너지는 피뢰침을 통하여 보호를 해야 하지만 직격뢰로 인한 유도뇌와 같은 것은 별도의 방지시설을 갖추어야 한다.

뇌전류 방전시 대지의 전위상승을 최소화하기 위해 접지저항을 최소화하고 전기설비 Ground와 20m 이상 최대한 멀리 떨어진 곳에 매설을 해야 피뢰침의 Ground가 접지된 대지가 방전으로 인하여 전류 및 전압이 급상승 했을 경우 Ground를 통하여 뇌전류가 육대로 역류하는 것을 줄일 수 있다.

### 4.2 피뢰설비가 없을 경우 유입경로 (그림 3)

### 4.3 전자부품에 미치는 영향

서지 전압은 부품을 태울 정도의 큰 열에너지를 발산하는데 반해, 반도체의 집적도가 높아지고, 속도가 높아지면서 입력 impulse의 rising time이 높아지게 되고, 이는 반도체의 에너지 수용 능력이 급속히 떨어지게 되어, 서지에 대한 대처 능력이 현격히 떨어지게 되었다.

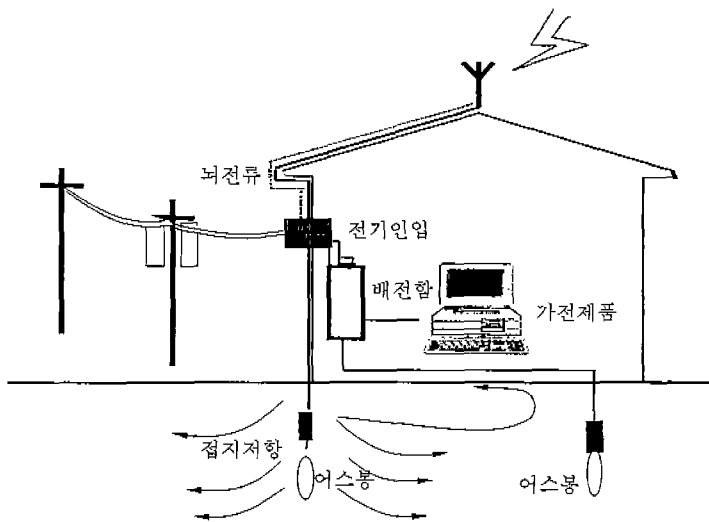
따라서 반도체 소자를 내장한 장비들은 과도전압에 매우 약해 수십  $\mu s$  짧은 과도전압 유입시에도 소자를 파괴 시키거나 열화시켜 수명 단축, 기능 저하 등을 초래한다.

특히 접합점이 많은 반도체소자는 접합점 파괴를 야기하여 소자의 과잉 누설전류를 흐르게 하므로 low impedance 회로를 형성하게 된다.

절연체인 경우 일시적인 과도전압은 절연체에 따라 정도의 차이는 있지만 대부분 순간적인 절연파괴로 장비의 고장을 초래하는 절연항복을 가져온다(표 3).

## 5. 서지의 특성과 크기

서지는 뇌운의 활동으로 일어나는 것으로 직접



<그림 2> 낙뢰의 침투 경로

# ..... SURGE PROTECTION .....

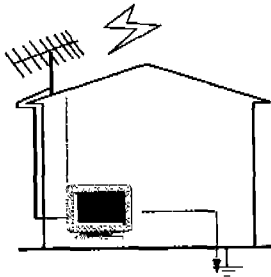
적으로 피해를 보는 것과 간접적으로 피해를 입을 수 있는 경우 두 종류로 분류할 수 있다. 직접적으로 피해를 주는 경우는 보호 대책에서 설명하기로 하고 이곳에서는 간접적인 유도되에 대하여 알아 보기로 한다.

## 5.1 서지의 특성

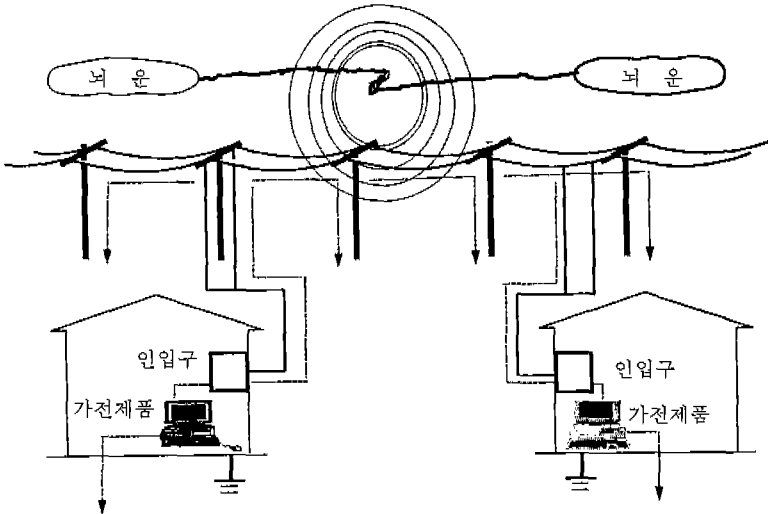
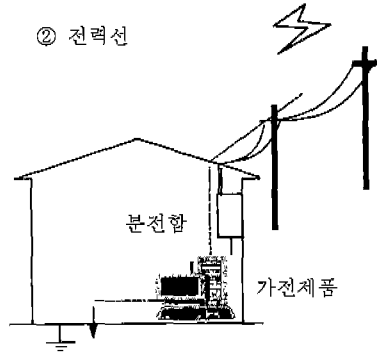
### 5.1.1 서지의 구분

#### 1) Impulse 서지

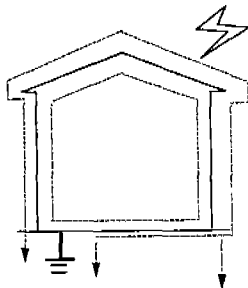
① TV 안테나



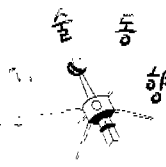
② 전력선



③ 건축물



<그림 3> 피뢰설비가 없을 경우 유입경로



<표 3> 반도체의 피손한계 (Failure Threshold)

Semiconductor Device Type	Disruption(Joules)	Destruction Energy(Joules)
Digital Integrated Circuits	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-1</sup>
Analog Integrated Circuits	10	10 <sup>-1</sup>
Lower Noise Transistor & Diodes	10	10 <sup>-1</sup>
High Speed Transistor & ICs	10 <sup>-1</sup>	10
Lower Power Transistor & Single Diodes	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-1</sup>
Medium Power Transistors	10 <sup>-1</sup>	10
Zener & Rectifiers	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-1</sup>
High Power Transistors	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-1</sup>
Power SCRs and Power Diodes	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-1</sup>

\* Disruption Energy : 소자의 전기적 허용 범위 내에서 기능적인 성능이 점차로 떨어지는 에너지 내량을 말하며, 소자의 열화 및 memory error, 오동작 등이 일어나며, 지속될 경우 소자의 절연파괴를 초래한다.

\* Destruction Energy : 소자가 절연 파괴되는 에너지 내량을 말하며, system의 hard-ware를 직접적으로 손상시킨다.

상승 시간이 매우 짧고, 급속히 하강하며, 높은 에너지를 함유하고 있다.

단극성(Unipolar)으로 수백 V에서 수천 V까지 전위가 올라간다.

지속시간은 수msec부터 200msec 까지다. Impulse 서지의 크기는 0V에서 부터가 아니라 nc-wave상에서 부터 측정된 수치다.

Positive Impulse 서지는 "Spike"라 부르기도 하며, Negative Impulse 서지는 "Notch"라 부르기도 한다.

## 2) Oscillatory 서지 or Ringwave 서지

상승 시간이 빠르고 수백Hz~수십MHz의 주파수로 oscillation을 하며 지수 함수적으로 감쇄한다. Impulse 서지 보다 낮은 에너지를 함유(250~2500V) 하며, 보통 1cycle 이상의 지속 시간(16.7msec)을 가진다.

## 5.2 유도뢰로 인해 발생하는 Impulse

낙뢰에 있어서 중요한 것은 뇌전류며 그 파형은 8x20μs라는 것이 밝혀져 1957년경 부터 유럽에서 서지 Protector의 Test Waveform으로 사용하기 시작하여 오늘날에는 각 국제규격(IEC, IEEE, UL, NAME 등)에서도 표준 시험파형으로 사용하고 있다.

유도뢰로 유입될 수 있는 Surge의 크기는 석계는 수십 볼트(V)에서 수천 볼트(V) 까지 되기 때

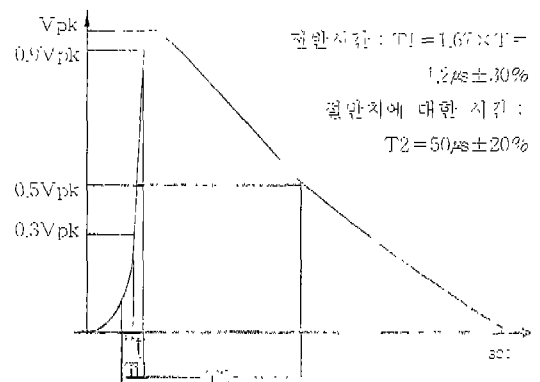
문에 상승시간이나 지속시간이 매우 빠르고, 높은 에너지를 함유하고 있어 전력선, 신호선에 침투했을 경우에는 그 피해가 막대하다.

국제적 기구인 IEC, IEEE, UL, NEC등에서 다음과 같이 impulse를 규정하고 있다.

### 521 전압파형 (Open-Circuit Voltage) (그림 4)

전압파형의 경우 유도된 Impulse가 상승하기 시작부터 그 당시 유도된 최고치의 30%에서 90%까지 올라가는데 1.2μs, 하강할때 50%까지 도달되는 시간 50μs가 소요된다.

전압파형은 전류파형에 비해 상승시간은 짧은 편이나 지속되는 시간은 전류에 비해 두배 이상 지속된다.



<그림 4> 전압파형 (Open-Circuit Voltage)

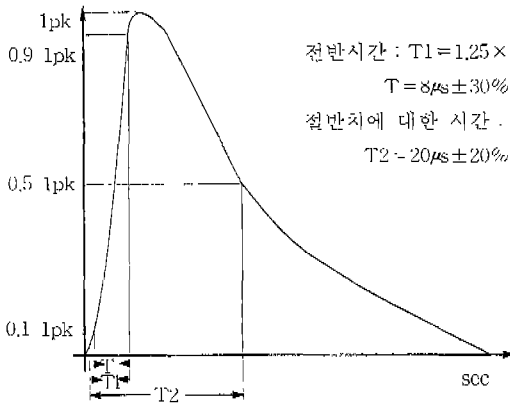


### 5.2.2 전류파형 (Open-Circuit Current) (그림 5)

전류파형은 상승곡선 10%에서 최대전류치(1pk)의 90% 까지 소요시간은 8 $\mu$ s, 하강곡선의 50%까지 떨어지기까지는 20 $\mu$ s가 소요된다.

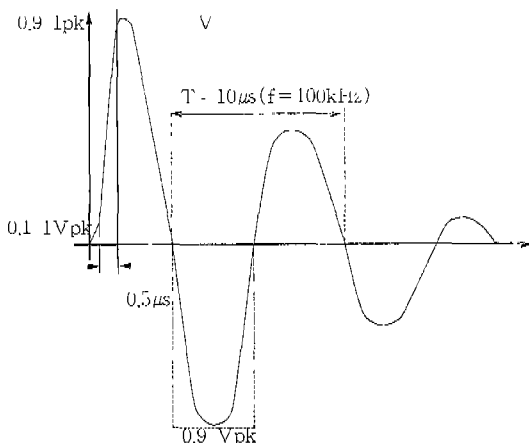
### 523 Ring Wave (0.5 $\mu$ s - 100kHz) (그림 6)

1.2 $\times$ 50 $\mu$ s와 8 $\times$ 20 $\mu$ s의 파형이 외부적인 서지



<그림 5> 전류파형 (Open-Circuit Voltage)

(예 : 낙뢰, 전기사고, 대용량 설비의 On/Off 등)에 의한 것이라면 0.5 $\mu$ s - 100kHz는 내부 발생 서지에 관한 것이다.



<그림 6> Ring Wave (0.5 $\mu$ s - 100kHz)

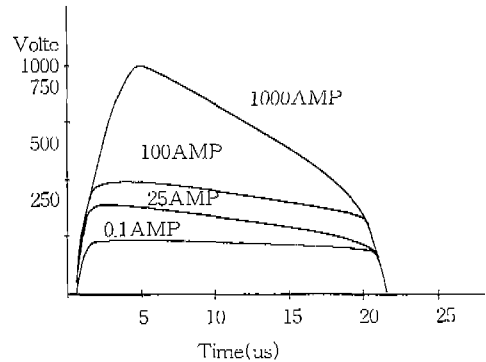
## 6. 서지에 사용되는 보호소자

서지와 같은 과도전압을 억제하는 소자는 여러 종류가 있지만 그 대표적인 소자 몇 가지만 소개한다.

### 6.1 Varistor

전극 양단에 걸리는 전압과 전류에 따라 변화하는 가변저항형 부품이며 비직선적인 저항 특성을 나타낸다.

전류, 전압 특성을 살펴보면 그림 7과 같다.



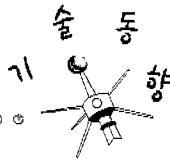
<그림 7> Varistor

Varistor에도 여러 종류가 있지만 산화아연으로 만든 MOV(Metal Oxide Varistor)가 전기, 전자회로에서 4V 이하의 소용량에서부터 대용량에 이르기까지 다양한 전압, 전류 범위에서 과전압억제 회로에 많이 쓰이고 있다.

그림 7에서 보듯이 breakdown voltage까지는 high impedance를 유지하나 threshold를 넘으면 급격히 impedance가 저하되어 서지 전류가 ground 등 주어진 경로로 흐르게 된다. 따라서 병렬로 접속되어 있는 부하는 서지로 부터 안전하게 보호된다.

반응 속도가 1ns(nano-second) 이하의 고속이며, 비교적 큰 서지 에너지를 handling 하며, 전원용 대용량 서지 Protector는 module 형태로 조립되어 서지 내량을 증가 시킨다.

MOV를 선정할 때는 다음 사항을 필히 고려하



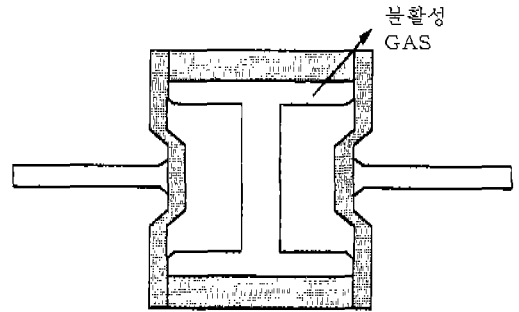
여야 한다.

첫째는 정격과 에너지내량이고, 둘째는 clamping 전압이 얼마인가를 알아야만 효과적으로 보호할 수 있다.

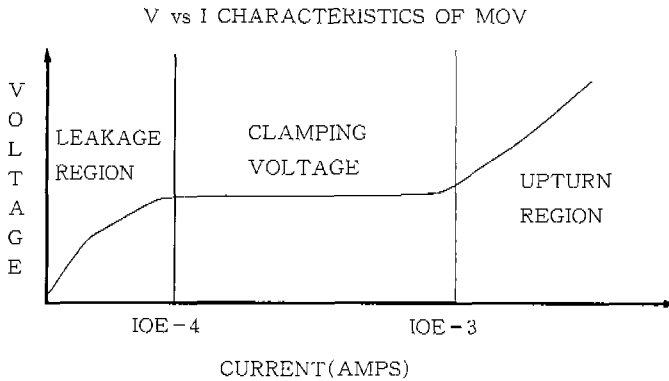
그외 누설전류, 반응속도, 비직선지수등을 고려해야 할 것이다(그림 8).

## 6.2 Gas Tube (Spark Gap Arrester) (그림 9)

전극을 일정 간격으로 밀착시켜서 양단에 인가

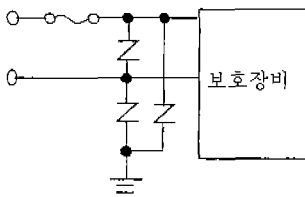


<그림 9> Gas Tube (Spark Gap Arrester)



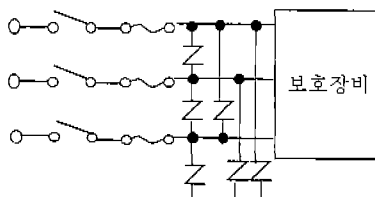
실제 VARISTOR의 응용 예

(A)



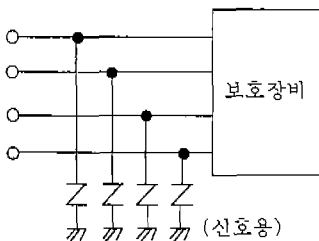
(전원단상)

(B)



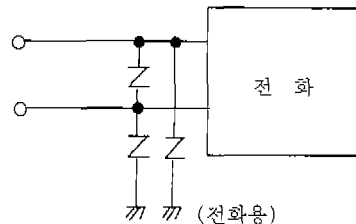
(전원삼상)

(C)



(신호용)

(D)



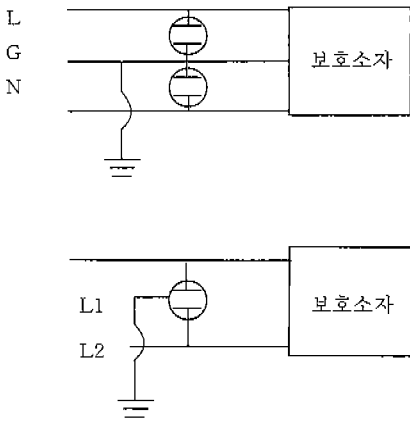
(전화용)

<그림 8> V vs I CHARACTERISTICS OF MOV

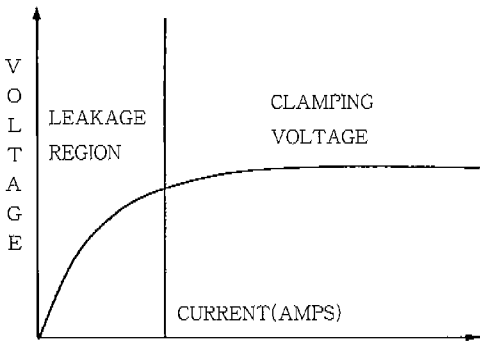
# \*\*\*\*\* SURGE PROTECTION \*\*\*\*\*

되는 전압에 따라 방전을 유도하는 형태의 소자로 서 전극을 보호하기 위해 밀폐시킨 후 진공상태에 Neon · Argon 등의 불활설 Gas를 적정비율로 주입 시켜 전극을 보호하여 방전을 원활히 한다.

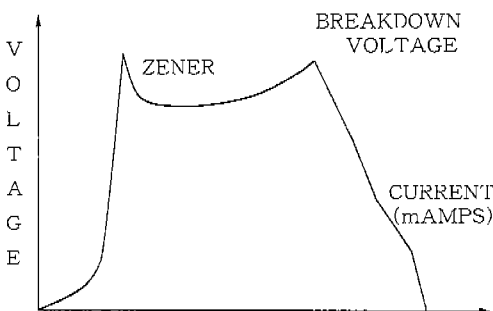
2~3극으로 clamping voltage가 90V~1,000V 까지



<그림 10> Gas Tube (Spark Gap Arrester) 응용 예



<그림 11> Zener Diode



<그림 12> SCR

다양하며, 여러가지 보호소자 중 서지 Current Capacity가 가장 높아서 300,000A 까지 서지 Current를 Handling 할 수 있다.

높은 서지까지 방전시킬 수 있는 장점이 있는 반면 응답속도가 느리기 때문에 요즘에는 특수한 경우에만 사용하고 있다. 하지만 Threshold 전압이 인가되어야 동작하고, 평상시에는 누설전류가 거의 없다는 장점때문에 통신계통에서 고속의 정보 처리를 원하는 경우에 다른 소자와 결합하여 사용한다.

선정할 때는 Breakdown Voltage를 고려하여 Clamping 전압을 최소화 할 필요가 있다(그림 10).

### 6.3 Zener Diode (그림 11)

특징으로는 반응속도가 상당히 빠르고 누설전류가 적기 때문에 통신신호계통에 많이 사용한다. 단점으로는 서지 내량이 적다.

### 6.4 SCR (그림 12)

Zener Diode와 마찬가지로 반응속도가 100nsec 이하이며 누설전류가 적어 고속 데이터용으로 적합하다.

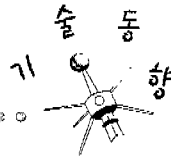
### 6.5 TransZorb (그림 13)

TransZorb Suppressor (TVS, 과전압억제기)는 과전압(Transient Voltage)에 적용하고자 설계된 P형 반도체소자로서 서지 제어능력이 좋고 응답시간이 빠르고 ( $1 \times 10^{-12}$ sec) 직렬 저항이 낮은 PN 실리콘 전압 억압소자이다.

TransZorb 과전압 억압소자는 유도성 및 스위칭 현상이 나타나는 항공기의 항공전자 장치와 제어 장치, 이동하는 통신장비, 컴퓨터 전원장치, 수치제어기 등에 매우 유용하다.

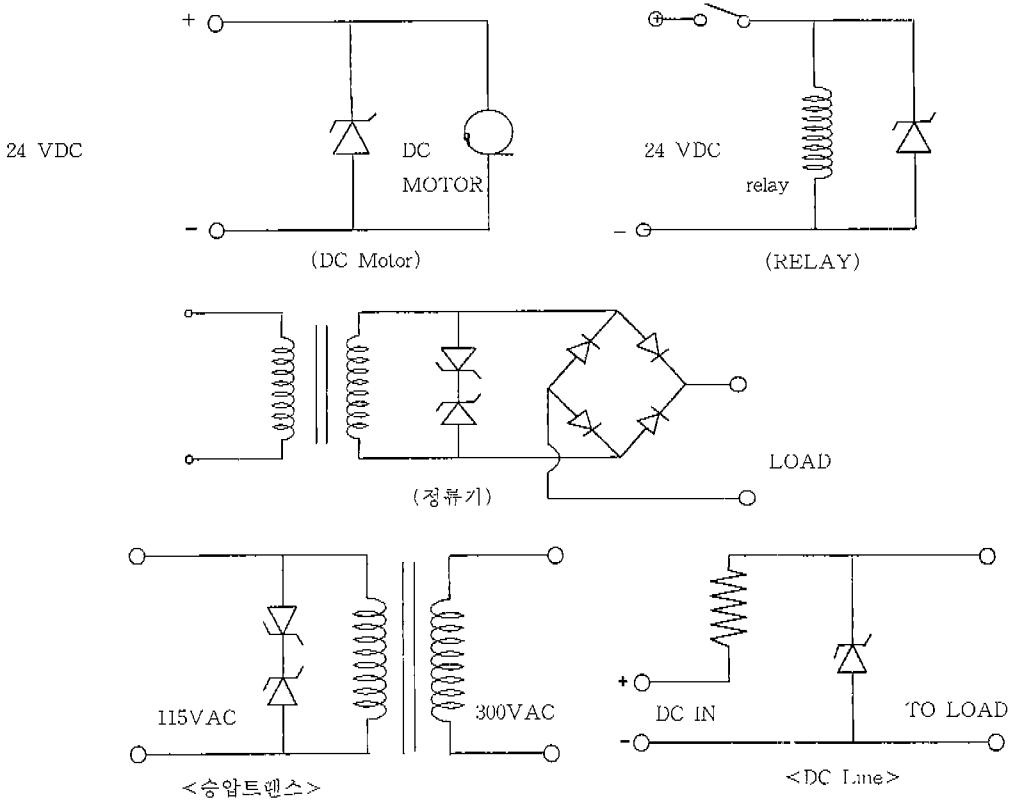
빠른 응답시간과 낮은 Clamping Factor 들 때문에 TransZorb 소자는 IC, MOS소자 Hybrids와 다른 전압반응소자들을 보호할 수 있다.

Peak Power 정격을 높이기 위하여 직렬 또는 병렬로 사용한다.



SCR, Zener diode

TRANSZORB를 사용한 예



<그림 13> TransZorb

▶ 다음호에 계속됩니다

**전력기술인지는 회원여러분의 참여로 ...**

올해부터 표지는 컴퓨터그래픽으로 향상화한 작품으로 꾸미고자 합니다.  
 회원여러분께서 좋은 아이디어를 제공해주시면 표지 작업시 반영하겠습니다.  
 채택되신 분께는 아이디어 제공자로 게재됨과 동시에 도서 상품도 받을 수 있습니다.  
 아울러 지부 또는 각 지부 관내에 소개할 만한 업체, 회원, 직원, 자랑거리 및 미담 등을 취재하고자 하오니  
 소재를 제공하여 주시기 바랍니다.

- ★ 보내실 곳: 협회 교육훈련실 출판과
- ★ 기 간: 매월 20일까지
- ★ 표지내용: 협회 설립목적에 부합되는 내용, 전력기술문화를 창달하는 전력기술인의 기성과 역할·  
 이미지 표현, 전력기술인의 고정관념을 탈피한 미래상과 희망의 이미지 표현, 미래사회를 지  
 향하는 전력기술인의 이미지 표현