

고도정보화 사회를 지탱하는 내부 뇌보호시스템

■ 강성만 / 인하대학교 전기공학과
■ 김호진 / 한국전기공사협회 기술경영연구소

서 론

초소형 전자기기 및 정보화 설비의 보급과 더불어 낙뢰로부터의 건물이나 인명의 보호는 물론이고 건물의 기능과 전자기기를 동시에 보호하여야만 효과적인 뇌보호가 이루어지도록 되었다. 따라서 낙뢰로부터 건축물이나 인체를 보호하는 외부 뇌보호설비에 못지 않게 정보화 건물의 유지관리와 내부의 모든 전자장비를 뇌서지로부터 보호하는 내부 뇌보호설비가 중요한 요소가 되었다.

내부 뇌보호시스템의 필요성

내부 뇌보호란 뇌격전류에 의해 생기는 전자계가 건축물 내에 있는 전기설비의 동작에 영향을 주는 장애의 방지를 말한다. 건축물 내에 설치된 전자·통신기기 등의 전자기기는 과전압 내량이 작고 동작 전압·전류가 작기 때문에 기기의 파손, 오동작, 잡음 발생 등의 장애에 매우 취약하다. 따라서 낙뢰에 의해서 발생한 뇌서지의 건물 내부로의 침입경로와 각 부트를 통하여 침입한 뇌서지의 효과적인 차단기법이 내부 뇌보호대책기술의 핵심적 사항이다.

간접되는 낙뢰가 장비를 포함하고 있는 건축물로 인입되는 전력선 또는 신호/통신회로를 통해 건축물로부터 거리가 떨어진 곳으로부터 뇌방전 에너지

가 외부 인입선을 따라 장비로 침입하는 경우로서 직격뢰에 비해 뇌격전류 에너지는 적은 편이나 뇌서지의 대부분을 차지하고 있다. 낙뢰가 지상건축물 주변의 나무나 지표에 떨어지거나 근거리에서 뇌운간의 방전시 뇌격전류 통로 주변에 전자유도 또는 정전유도에 의해 발생하는 유도뢰가 건물내로 인입되는 전력선 또는 통신/신호선로에 유입되는 형태를 그림 1에 나타내었다.

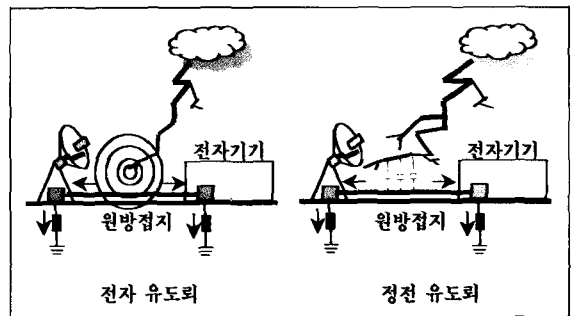


그림 1 뇌방전에 의한 유도 뇌서지의 양상

근래의 뇌보호설비는 건물 내부의 설비, 특히 운송설비나 방재설비 등의 전기설비에 대한 보호는 거의 고려하지 않았지만 지능형 건물이나 정보화 건축물에서는 이에 대한 비중이 대단히 크게 되었으므로 뇌보호설비의 구축에 대한 개념의 전환이 반드시 필요하다. 이와 같이 낙뢰에 의한 건축물과 인명의 보호, 전자기기의 손상과 경제적 피해를 최

소화시키는 궁극적인 방안 중의 하나가 내부 뇌보호 설비이다.

뇌보호영역의 정의

건축물내의 금속 구조물에 뇌격전류가 흐르면, 그 주위에는 전자유도에 의해 과전압이 발생한다. 그 정도에 따라 영역 $0_A/0_B$, 영역 1, 영역 2라고 하는 전자 환경을 구분하여 내부 뇌보호시스템을 평가하고 있으며 뇌보호영역 (lightning protection zone : LPZ)의 적용 방법을 그림 2에 나타내었다.

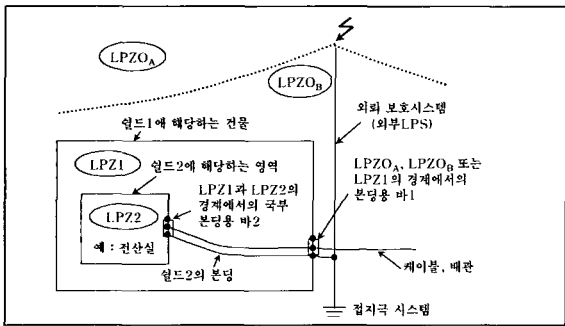


그림 2 LPZ의 개념도

직격뢰를 맞는 공간으로 모든 뇌전류가 흐르며 낙뢰에 의한 전자계가 감소되지 않는 외부 뇌보호시스템의 보호 범위에 있는 영역을 LPZO_A라 하고, 직격뢰를 맞지는 않았지만 낙뢰에 의한 전자계가 감소되지 않은 영역을 LPZO_B, 영역 LPZ1은 직격뢰를 맞지 않으며 적절한 쉴드에 의해 낙뢰에 의한 전자계를 LPZO_B 내보다 감소시킬 수 있는 공간이다. 전자계를 더욱 감소시킬 필요가 있는 건물내의 실내를 LPZ2라고 정의한다. 건물의 외부로부터 피보호 공간(LPZ1)으로 인입되어지는 전력선과 통신선은 LPZO_A, 0_B, 1의 경계 부분에서 본딩(접속)용 바1에 본딩하고, 이들 인입선은 LPZ1과 2의 경계면에서도 내부 본딩용 바2에 본딩할 필요가 있다. 더불어 건물의 외부 쉴드1은 본딩용 바1에 본딩되며, 내부 쉴드2는 본딩용 바2에 본딩한다. 그리고 케이블의 경

우 어느 한 LPZ으로부터 다음 LPZ으로 들어갈 때는 각 경계점에서 본딩할 필요가 있다.

뇌보호영역에서의 EMC/EMI

뇌전류에 의한 전자유도 영향을 감소시키기 위한 각종 배선에 대한 기본 방법을 그림 3에 나타내었다.

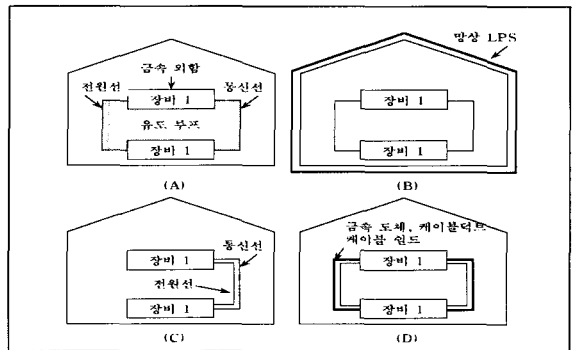


그림 3 쉴드 및 배선방법

그림 3에서 (A)의 경우에는 보호되지 못하는 경우를 나타내고, (B)는 외부쉴드 방법을 통해 유도효과를 줄이는 방법, (C)는 유도루프를 형성시키지 않도록 적절히 배선한 방법을 나타낸다. 그리고 (D)는 금속도체 또는 케이블 쉴드를 통해 유도효과를 줄이는 방법이다. 각종 배선은 유도루프가 형성되지 않도록 배선할 필요가 있으며 쉴드 케이블을 건물 내에서 사용하고 있을 때는 쉴드 양끝과 LPZ 경계에서 본딩해야 한다.

뇌서지에 대한 전자환경의 분류

IEC 60364에 규정되어 있는 카테고리리를 그림 4에 나타내었다. 카테고리 IV에는 인입가공선과 케이블 인입의 2가지 방식이 있으나, 특히 가공선 방식의 경우의 보호가 중요하다.

- Category I : 옥내 콘센트에 접속되는 기기.
- Category II : 옥내 콘센트 혹은 고정된 전기 설비에 접속되어 있는 기기.

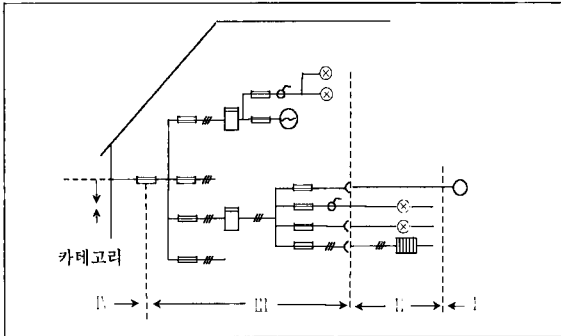


그림 4 IEC에 의한 뇌전자(雷電磁) 환경의 분류

- Category III: 옥내에 고정된 전기 설비에 접속되어 있는 기기, 케이블, 부스 덕트, 접속함, 스위치, 콘센트 등의 배선계통, 공장 등에서 영구 접속된 기기.
- Category IV: 전기 설비 인입점, 전력량계, 과전류 보호 장치를 포함한 가공선 및 지하 케이블 인입방식.

ANSI/IEEE 규격 「저압 회로에 대한 서지 전압의 지침」(C62.41~1980)에서는 그림 5에 나타낸 바와 같이, 건축물내의 뇌서지에 의한 전자 환경을 3가지의 카테고리리로 분류하고 있다.

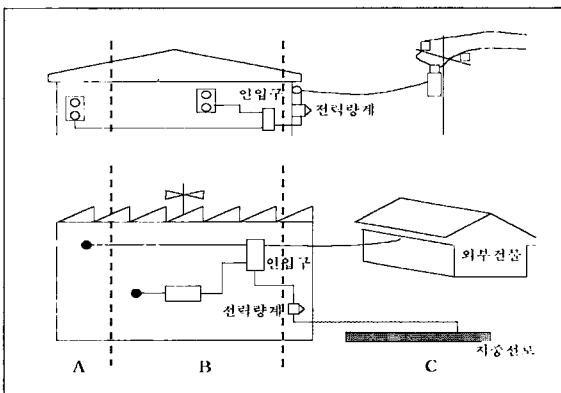


그림 5 IEEE에 의한 뇌전자(雷電磁) 환경의 분류

- Category A : 원거리 분기회로, 옥내 콘센트.
- Category B : 주요 간선 및 근거리 분기회로, 분전반.

- Category C : 가공선, 인입점, 전력량계, 지하 케이블, 건물 외부.

내부 뇌보호기법

(1) SPD의 적용

SPD는 크게 보면 반도체형과 갭형이 있다. 그리고 기능면으로 보면 억제형과 차단형으로 구분할 수 있다. SPD의 구비조건으로서는 상시에는 정전용량이 작아 전압강하나 손실이 작고 정상신호에 대한 요란을 주지 않아야 한다. 그러나 이상전압에 대해서는 가능한 낮은 동작 전압과 빠른 응답시간으로 이를 차단하고 계통을 원래 상태로 회복시키는 능력

을 가지고 있어야 한다. 최근에는 큰 서지 내량과 우수한 제한전압 특성 등의 특징을 갖는 산화아연 바리스터를 옥내의 및 기기의 입·출력부에 설치한다. 또한 터널 효과를 이용한 지너다이오드와 전자 사태효과를 이용하는 다이오드 등은 동작 전압이 낮고 응답속도가 빠르다는 특징을 갖고 있어 주로 기기 내부에 설치하여 사용한다.

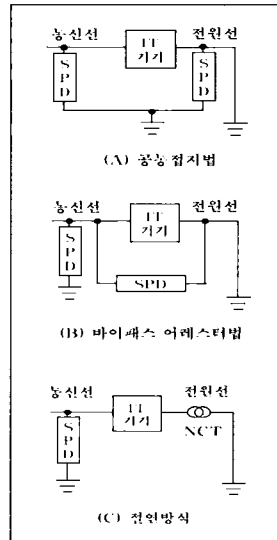


그림 6 뇌서지보호기의 적용 방법

SPD의 설치시 유의하여야 할 사항은 뇌서지의 전자 환경의 카테고리 및 뇌보호영역을 고려한 후에 뇌서지의 1차 보호(개략 보호), 2차 보호라고 하는 단계의 보호 협조가 필요하다. 또한 보호 대상 기기의 특성과 SPD의 규격의 적합성을 도모하는 것이 필요하므로, SPD의 접지는 가능한 한 공통접지하는 것이 요망된다. 그림 6(a)의 공통접지방식은 전력선과 통신선의 접지와

공동화하여 기기에서의 과전압을 방지하는 보호방식이고, 그림 6(b)의 Bypass 어레스터방식은 전력선과 통신선 간에 갭형 SPD를 설치하여 SPD를 동작시켜 과전압을 방지하기 위한 방식이다. 한편 그림 6(c)와 같이 등전위화에 대한 전위 분리화방식으로 전원선에서는 절연변압기를, 신호선에서는 절연변압기나 광파이버를 이용하는데 상대적으로 비싼 경우가 많아 경제적으로 불리하다.

(2) 등전위화

전원선과 통신선, 안테나선과 접지선간에 설치된 각 SPD의 접지극을 공동접지화하고 접지가 필요한 전자기기 접지선도 공동화해 전체적으로 대지로 1점 접지함으로써 건축물 전체의 등전위화를 이룰 수 있다.

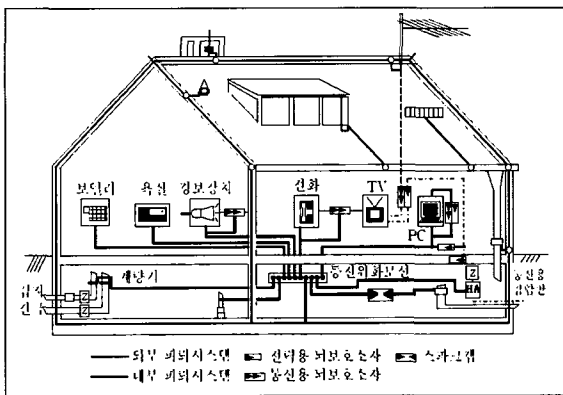


그림 7 건축물에서의 등전위화

뇌서지로부터 건축물 내부의 전자기기를 보호하기 위해 방전갭, 바리스터, 제너다이오드 등 비선형 소자를 이용한 뇌서지보호장치를 그림 7에 나타난 바와 같이 피보호 기기의 가까이에 설치한다. 그리고 뇌서지보호장치의 단자와 기기의 외함을 접속하며 그의 접속점에 접지선을 접속하여 등전위화시킨다. 따라서 접지도선의 전위가 상승하여도 기기의 외함과 전원과의 상대적 전위차는 보호장치의 제한

전압에 상당하는 낮은 값을 유지할 수 있게 된다.

건축물의 집중제어선과 원격감시제어선, 인터넷 처럼 패러데이 케이지 피보호영역에 마치 구멍이 뚫린 것처럼 공동접지가 이루어지지 않은 외부신호선이 들어오는 경우가 있으므로 반드시 등전위화 대책이 필요하다.

결론

지금까지의 뇌보호설비는 건축물과 건축물 내부에 있는 사람을 감전으로부터 보호하는 것을 주안점으로 하고 있으며, 유도 뇌서지에 의한 전자기기의 파손과 손상에 대한 보호에는 거의 무방비상태이었다. 따라서 최신의 지능형 건물이나 정보화 건축물을 중요성을 감안할 때 건축물의 내부에까지 침입하는 뇌서지를 차단하여 과도전압에 대한 내력이 약한 전자기기 및 가전기기를 보호하기 위한 전자환경친화형 내부 뇌보호시스템 관련된 연구와 적용이 요구되고 있다.

[참고 문헌]

- [1] IEC 61312-1, Protection against lightning electromagnetics impulse- Part 1 : General principles, First edition, 1995-02, pp.9~49.
- [2] IEC 61312-3, Protection against lightning electromagnetics impulse- Part 3 : Requirement of surge protective devices (SPDs), First edition, 2000-07, pp.25~31.
- [3] IEC 61024-1-2, Protection of structures lightning- Part 1-2 : Design, installation, maintenance and inspection, of lightning protection systems, First edition, 1998-05, pp.253~265.
- [4] IEEE C62.41-91 IEEE Recommended Practice on Surge Voltages in Low-Voltage AC Power Circuits, pp. 39~52, 1991