

건축물에서의 SPD와 최신 기술

김연석<한국전기연구원 전기시험연구소 팀장>
이기용<대한주택공사 책임연구원>

1 서 론

정보화 시대로 접어들면서 빌딩은 전자화 가전기기나 전기설비들이 많이 설치되고 있다. 통신 시스템의 발달 및 보안, 방재 시스템의 발달로 빌딩들은 통신이나 신호 케이블들이 설치되어 있다. 이들 건축물과 외부의 통신회사들과도 동축케이블 등으로 연결되어 있다. 낙뢰나 과도서지가 전원 및 통신케이블을 타고 빌딩 내부로 유입되어 전자기기나 통신기기들을 파괴시키거나 오동작하는 사례가 많다. 독일의 경우 도심 빌딩에 낙뢰가 떨어진 경우 반경 3(km) 떨어진 건물에서 피해가 발생된 것으로 보고 되고 있다.

기존 건축물의 낙뢰보호 시스템은 주로 화재나 인명 피해 대책이 중심이었다. 최근에는 빌딩내부에 설치된 컴퓨터나 가전제품과 같은 전자기기 보호 목적이 추가되었다. 전자기기를 과도서지로부터 보호하기 위한 대책으로 IEC 국제규격에서는 서지보호장치(SPD) 설치를 규정하고 있다. 본고에서는 건축물의 저압 SPD에 대한 최신 기술 및 국제규격 동향을 다루었다.

2. SPD 분류

SPD 분류 및 특징은 다음과 같다.

(1) 사용용도

전원용과 신호, 통신 및 데이터용으로 구분한다. 전원용은 다시 교류용과 직류용으로 나누어진다. 전압 범위는 교류 1000(V) 또는 직류 1500(V) 이하이다.

(2) 설치방법

직렬연결과 병렬연결 방식이 있다. 직렬방식은 과도전압을 미세하게 억제하는데 효과적이어서 통신이나 신호용에 주로 사용한다. 설치방법은 케이블을 단절하여야하므로 병렬방식보다 어렵다. 병렬방식은 전류용량 한계가 없어 보통 전원용에 많이 활용한다. 설치방법도 병렬로 연결하므로 직렬방식보다 용이하다. 과도서지를 미세하게 제어하기는 곤란한 단점이 있다. 일반적으로 전류용량이 수 A(암페어) 이상인 경우 병렬연결방식을 선호한다.

(3) 구성방법

직렬방식, 병렬방식 및 직렬과 병렬을 혼합한 복합방식이 있다.

(4) 포트 수

1포트 및 2포트 방식이 있다.

(5) 동작방식

전압제한(voltage limiting)과 전류제한(current limiting) 방식이 있다. 전압제한은 다시 전압

클램핑(voltage clamping)과 전압스위칭(voltage switching) 방식으로 구분한다. 전류제한은 다시 전류차단(current interrupting), 전류감소(current reducing) 및 전류전환(current diverting) 방식으로 구분한다.

- (6) 사용 장소
옥내용과 옥외용이 있다.

3. SPD 보호소자와 동작원리

3.1 전압제한 소자

(1) 전압클램핑 소자

이 소자들은 병렬로 연결하는 비선형소자이다. 이들은 규정된 전압 이상의 과도전압을 제한한다. 종류는 배리스터와 실리콘반도체가 있다. 동작개념은 그림 1과 같다.

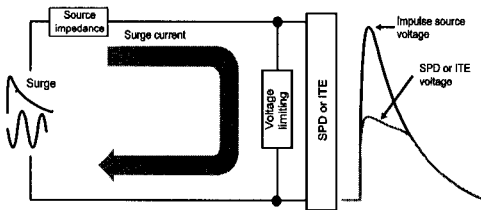


그림 1. 전압클램핑 소자 회로

(가) 배리스터(MOV)

배리스터는 금속산화물로 만들어진 비선형소자이다. 배리스터의 제한전압(U_C)은 약 5[V]부터 가능하며 허용오차는 $\pm 10(\%)$ 이다. 큰 임펄스 전류에서 배리스터의 제한전압은 크게 증가할 수 있다. 배리스터의 응답시간은 매우 작아 과도전압을 제한하는데 적합하다. 또한 큰 열적용량을 가지고 있어 상당히 큰 에너지를 흡수할 수 있다. 배리스터는 정격 임펄스전류에 많이 노출되거나 소자정격을 조금이라도 초과하는 것이 반복되면 성능이 저하된다. 성능저하는 제한

전압(U_C) 감소로 나타난다. 배리스터 부품은 매우 큰 정전용량을 가지고 있으며, 정전용량 때문에 고주파 회로에 사용하는데 제한이 있다.

(나) 실리콘 반도체(Silicon semiconductor)

이들 보호소자는 단일 또는 다중 PN 접합으로 구성되었다. 일반적으로 이 소자는 에너지 처리 용량은 상대적으로 작으며 온도에 민감하다. 이 소자는 매우 빠른 전압제한 성능이 필요한 경우 사용한다. 제한전압은 약 1[V]부터 가능하다.

- Forward biased PN junction

순방향 바이어스 PN은 약 0.5[V]의 순방향전압(V_f)을 가진다. 대부분의 전압제한 영역에서 인가전압이 증가할 때 다이오드 전류는 급작스럽게 증가한다. 매우 큰 전류에서 순방향 전압은 10[V] 이상까지 올라간다.

- Avalanche Breakdown device(ABD)

ABD는 역 바이어스 PN접합이며 한계 또는 파괴전압은 약 7[V] 이상이다. 대부분의 전류동작범위에서 ABD의 단자전압은 거의 일정하다. ABD는 매우 빠른 응답시간을 가져 급작스럽게 변화하는 과도전압을 제한하는데 적합하다.

- 제너 다이오드(zener diode)

제너 다이오드는 약 2.5[V]에서 5[V]의 파괴전압을 가진다. ABD와는 달리 제너 다이오드의 단자전압은 전류가 증가함에 따라 크게 증가한다. 어떤 경우 파괴전압의 2배까지 도달한다.

- Punch-through diode

Punch-through 다이오드는 NPN 또는 PNP 접합구조이다. 파괴전압은 1[V]도 가능할 정도로 낮다. 이것은 낮은 전압 및 작은 정전용량을

가져 제너 다이오드 대체용으로 사용할 수 있다.

(2) 전압스위칭 소자

전압스위칭 소자들은 병렬로 연결하는 비선형소자이다. 이들은 규정된 전압 이상의 과도전압을 제한한다. 종류는 가스방전관, 에어 갭 및 TSS가 있다. 동작개념은 그림 2와 같다.

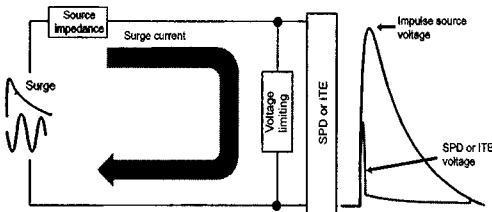


그림 2. 전압스위칭 소자 회로

(가) 가스방전관(GDT)

가스방전관은 2개 또는 그 이상의 금속전극으로 구성되었다. 금속전극은 약 1[mm] 정도의 간극을 가지고 있으며 세라믹 등으로 지지한다. 갭 사이에 천천히 상승하는 전압이 규정 전압에 도달하면 이온화 과정이 일어난다. 이온화 과정은 전극사이에 아크형성을 유도하며 이때 전극사이의 잔류전압은 약 30[V] 정도이다. 이 과정이 발생하는 전압을 스파크오버(파괴) 전압이라고 한다.

만약 인가전압이 빠르게 상승하면 이온화 및 아크형성 시간은 스파크오버 과정에 소요된 시간을 초과한다. 이 전압을 임펄스 파괴전압이라고 정의하며, 인가전압의 상승시간에 비례한다. 가스방전관은 다른 소자보다 전류용량이 크다. 대부분의 가스방전관은 10[kA] 8/20[μs] 서지를 쉽게 다룬다. 가스방전관은 매우 낮은 정전용량을 가지며 일반적으로 2[pF] 이하이다. 이 특성 때문에 고주파회로에 응용가능하다. 가스방전관이 동작할 때 고주파를 방사하며 이것은 민감한 전자회로에 영향을 줄 수 있다. 그러므로 가스방전관은 민감한 전자회로에 멀리 설치한다.

(나) 에어 갭(Air gap)

동작원리는 가스방전관과 유사하다. 다만 가스 대신에 공기가 들어 있다. 파괴전압은 최저 약 350[V] 정도이다. 가스방전관의 약 70[V]와 비교하여 큰 편이다.

(다) TSS(thyristor surge suppressor)

고정전압 TSS는 한계전압을 설정하기 위하여 NP 접합 내부의 파괴전압을 이용한다. 특정 파괴전류 이상에서 NPNP 구조는 재-발호되고 저-전압 상태로 전환된다. 파괴전압의 피크를 파괴전압(V_{BO})이라고 부른다. TSS를 소호시키기 위해서는 보호시스템에서 인가하는 전류를 TSS 유지전류보다 작게 한다. 보통 유지전류는 수 100[mA]이다. TSS의 정전용량은 수 10에서 수 100[pF]이다. TSS 파라미터는 온도에 민감하다.

3.2 전류제한 소자

(1) 전류차단 소자

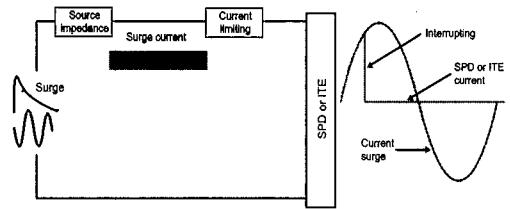


그림 3. 전류차단 소자 회로

이 소자는 회로의 전류를 통전하는 직렬요소이다. 이 소자는 과전류 조건에서 회로를 개방하여 전류를 차단한다. 일반적으로 이 소자들은 리셋이 불가능하다. 종류는 용단저항, 퓨즈 및 열 퓨즈가 있다. 동작개념은 그림 3과 같다.

(가) 용단저항

이 소자는 과전류에서 용단하는 기능을 포함한 선형저항이다. 대표적인 종류로는 후막(thick film) 저

항 및 권선(wire-wound) 용단저항이 있다.

(나) 퓨즈

이 소자는 과전류에서 전기회로를 보호하는 자체동작 차단요소이다. 이것은 퓨즈 배선을 용단시켜 전류 흐름을 차단한다.

(다) 열 퓨즈

이런 소자는 열 차단소자로 알려져 있다. 주위온도가 상승함에 따라 전류를 차단하여 과부하로부터 보호한다.

(2) 전류감소 소자

이 소자는 회로전류를 통전하는 직렬 요소이다. 과전류 조건은 소자의 저항을 증가시켜 전류 흐름을 감소시킨다. 일반적으로 정-온도계수 서미스터(PTC)를 전류-감소 소자로 사용한다. PTC는 저항소자이며 지정된 물체의 온도가 트립온도(전형적으로 130℃)를 넘으면 저항이 크게 증가한다. 임펄스 전류에 의한 열은 매우 작아 PTC를 동작시키지 못한다. 기준온도(보통 25℃)로 냉각되면 PTC의 저항은 트립되기 전의 저항 값으로 감소한다. 일반적으로 폴리머 PTC는 도전성 폴리머를 도전성 재료와 혼합하여 제조한다. 저항은 전형적으로 0.01[Ω]에서 10[Ω] 사이이다. 폴리머 PTC는 세라믹 PTC보다 열적 용량이 작다. 세라믹 PTC는 강유전성 반도체 재료로 만들며 저항은 10[Ω]에서 50[Ω] 사이이다. 동작개념은 그림 4와 같다.

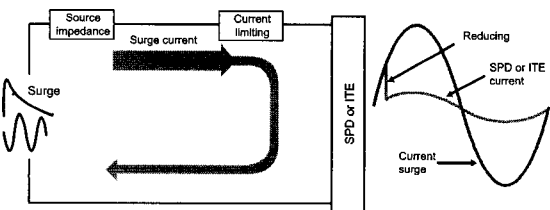


그림 4. 전류감소 소자 회로

(3) 전류전환 소자

전류전환은 실질적으로 부하 양단을 단락시키는 것이다. 소자의 온도상승이나 부하전류감지로 동작한다. 대표적인 소자는 히트코일이다. 히트코일은 보호회로 양단에 위치하는 열적으로 동작하는 기계적인 소자이다. 이 소자의 기능은 전류를 접지로 전환시켜 보호대상기기로 유입되는 것을 방지한다. 열을 발생시키는 요인은 저항배선의 코일을 통하여 흐르는 원하지 않는 전류이다. 통신형식 히트코일의 저항은 일반적으로 4[Ω]이지만 21[Ω] 및 0.4[Ω]도 사용한다. 히트코일은 일반적으로 한번만 동작하는 소자이다. 그러므로 동작 후에는 교체하여야 한다. 동작개념은 그림 5와 같다.

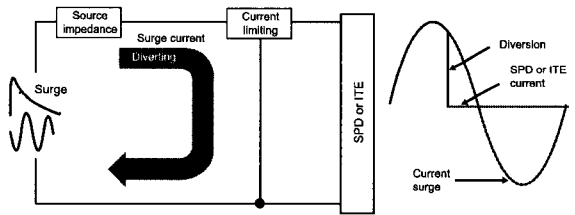


그림 5. 전류분로 소자 회로

4. 과도종류와 SPD 효과

4.1 SPD 기본요건

SPD의 기본요건은 생존(survival), 보호(protection) 그리고 적합성(compatibility)이다.

(1) 생존(survival)

SPD는 설계된 환경조건에서 잘 견디어야 한다. 단 한번의 낙뢰서지에 의해 파괴되면 곤란하다. 생존시험은 매우 큰 서지전류로 확인한다. 가끔 SPD는 설계레벨 보다 낮은 수준에서 파괴되는 경우가 있다. 이것은 설계나 규격구조의 잘못 때문이다. 다른 한편으로 모든 SPD는 자체수명이 있음을 인정하여야 한다. 영원한 수명을 가진 SPD는 없다.

(2) 보호(Protection)

SPD는 보호대상기기가 파괴되지 않을 정도로 과도를 감소시켜야 한다. 한번의 낙뢰로 보호대상기기가 파괴되어서는 안 된다. 보호성능 관련 유용한 판단수단은 서지제한전압이다. 보호대상 기기는 손상한계 전압이 있다. 만약 SPD의 서지제한전압이 보호대상 기기의 손상한계전압보다 작다면 보호는 보증된다. 과도전압은 모든 도체사이에 존재한다. 그러므로 SPD는 모든 도체의 조합에 대하여 낮은 서지제한전압을 가져야 한다.

(3) 적합성(Compatibility)

SPD는 보호대상 시스템에 대하여 물리적 및 법률적 요구조건을 만족하여야 한다. SPD가 시스템의 동작을 방해해서는 안 된다. 통신라인의 저항이 너무 높으면 통신 품질이 떨어지거나 두절된다. 적합성은 고주파용 SPD에 특히 중요하다.

4.2 전원장해와 SPD 효과

(1) 전압서지에 대한 응답

SPD의 서지응답은 3가지 특징이 있다. 첫째, SPD는 서지전류를 전환시킨다. 둘째, SPD는 아래단계 기기로 건너가는 피크전압을 제한한다. 셋째, 서지에너지 일부는 비선형 소자에서 열로 변환된다. SPD의 기본 서지 응답전압 특성은 전압제한 또는 전압스위칭 방식과 같은 사용된 비선형 소자의 종류에 의존한다. 전압제한 소자의 서지 응답전압은 낮은 전류에서 매우 낮고 높은 전류에서는 어느 정도 증가한다. 전압스위칭 소자의 서지 응답전압은 소자가 통전할 때 작은 전류에서 큰 전류로 갑자기 전환되며, SPD 양단의 전압은 전류가 흐를 때 감소한다. 또한 SPD의 서지응답은 서지 자체의 특성에 의존한다. 서지 응답전압은 최대 서지크기, 전류상승률 및 전압상승률의 함수이다.

(2) Swell에 대한 응답

Swell에 대한 SPD의 응답은 크기와 지속시간 및 장치의 보호특성에 의존한다. 만약 swell 동안 전압 피크가 SPD의 동작전압을 초과하지 않으면 SPD는 영향을 받지 않는다. Swell의 전압이 동작전압을 초과하는 경우 SPD는 swell을 억제하려고 한다. 전압제한 소자를 사용한 SPD는 고-저항 영역에서 동작하기 때문에 영향은 미미하다. 전압스위칭 소자를 사용한 SPD는, 만약 SPD의 스파크오버전압 또는 동작개시전압을 초과하게 되면, swell은 매 반주기마다 매우 크게 감소하게 된다. 만약 swell의 크기 및 지속시간이 서지보호소자의 에너지-흡수 용량을 초과하면 SPD는 손상을 받거나 파괴된다. SPD 고장은 낙뢰를 포함한 다른 어떤 서지보다도 swell이 더 큰 요인일 것으로 생각한다.

(3) 순간과전압(TOV)에 대한 응답

순간과전압에 대한 응답은 전압서지 또는 swell과 비슷하다. 만약 전압이 SPD의 turn-on 전압을 초과하면, SPD는 자기능력을 다하여 과-전압(over-voltage)을 억제하려고 할 것이다. SPD 관점에서 전압서지 및 swell보다 더 긴 순간과전압은 대부분의 서지 및 swell보다 더 파괴적인 에너지를 가지고 있을 수 있다.

(4) Sag에 대한 응답

병렬연결 SPD는, 만약 이들이 단지 비선형 소자만 포함하고 있다면, 저전압 조건에 응답하지 않을 것이다. 더욱 복잡한 직렬연결 SPD는 병렬 및 직렬 비선형 소자를 사용하고 있다. 직렬연결 SPD가 일정 전력 부하를 보호하기 위하여 사용된 경우 SPD는 영향을 받을 수 있다. 전압이 감소하면 전류는 증가하여야 한다. 이때 SPD를 흐르는 부하전류가 전류정격을 초과할 수 있기 때문이다.

(5) 순간저전압(TUV)에 대한 응답

SPD의 저전압에 대한 응답은 sag에 대한 응답과 같다. 대부분의 경우 SPD는 전혀 응답을 하지 않을 것이나, 특별한 경우, 직렬연결 SPD는 손상을 받을 수 있다.

(6) 노치(Notch)에 대한 응답

비선형소자만 포함한 SPD는 교류전압파형의 노치에 반응하지 않는다. 콘덴서를 포함하는 SPD는 콘덴서의 용량, 전력시스템의 [kVA] 정격 그리고 노치 각에 따라 영향을 받는다. 일반적으로 SPD는 노치에 효과가 없다.

(7) 고조파(harmonics)에 대한 응답

일반적으로 고조파 문제를 발생시키는 요인은 고조파 전류이다. 직렬연결 SPD는 콘덴서를 포함하지 않아 고조파 전류에 반응을 하지 않는다. 고조파 전압의 크기가 보호소자의 한계 또는 동작개시 전압을 초과하면, 보호소자는 통전상태로 되고 전압을 억제하려고 한다. 몇몇 SPD에 있어서 전류는 고조파 전압이 존재하면 증가할 수 있다. 증가된 전류는 SPD의 수명을 단축시킨다. 일부조건에서 콘덴서가 포함된 SPD는 고조파에 의해 콘덴서가 파괴된다. 콘덴서 임피던스($X_c = 1/2\pi fC$)는 인가된 전압의 주파수가 증가함에 따라 감소하게 된다. 높은 고조파에서 필터링을 위하여 SPD에 추가된 콘덴서의 임피던스는 매우 낮아 가상의 단락회로로 작용한다. 만약 이런 주파수에서 가능한 전류가 매우 큰 경우 콘덴서는 고장이 발생할 것이다. 만약 고조파가 콘덴서 회로에서 병렬공진 조건을 형성하면 드물지만 매우 큰 전류가 발생할 수 있다.

(8) 잡음(noise)에 대한 응답

잡음에 대한 응답은 SPD의 설계 및 잡음펄스의 크기 및 지속시간에 의존한다. 단순히 비선형 소자만 사용한 SPD는 보호소자의 스위칭 또는 제한전압을 초

과하지 않은 크기의 잡음에는 거의 응답하지 않는다. 배리스터와 같이 자체 정전용량이 큰 소자는 잡음펄스를 약간 감소시킬 수 있다.

4.3 SPD 설치 부작용

(1) 전압스위칭 소자의 순간 전력손실

에어 갭이나 가스방전관과 같은 전압스위칭 소자는 점화(firing) 전압에서 20~30[V]인 아크전압으로 전압이 갑자기 변하기 때문에 서지를 전원 측으로 반사할 수 있다. 전압스위칭 소자의 양단전압은 일정시간 동안 아크전압을 유지한다. 전압스위칭 소자 양단의 낮은 전압은 간선전압을 반주기 동안 감소시킬 수 있다. 이와 같이 낮은 감소 전압크기에서 계전기가 떨어질 수 있으며 어떤 부하들은 정전을 겪을 수도 있다.

(2) 설비로 서지전류 유입

SPD가 인입구가 아니라 부하내부 또는 부하 측에 설치된 경우 매우 큰 서지 전류가 설비 케이블로 유입된다. 대부분 전자기기들은 배리스터를 포함하고 있기 때문에 이런 현상이 발생한다. 이러한 기기들은 텔레비전, 비디오, 전자레인지, 세척기, 건조기 등을 포함한다.

SPD가 인입구와 전기기기 근처 또는 내부에 설치된 경우 부작용이 발생 할 수 있다. 부하 측의 SPD는 인입구에 설치된 것보다 낮은 서지응답전압을 가지고 있다. 높은 서지응답전압의 SPD 다음에 낮은 서지응답전압의 SPD를 설치하는 경우, 전기기기 측의 낮은 응답전압 SPD 쪽으로 큰 서지전류가 흐를 수 있다. 이런 서지전류가 전력케이블 근처의 통신 및 신호케이블에 해로운 영향을 줄 수 있다.

(3) 전압발전

SPD 동작할 때 후단에서 전압발전이 일어나는 경우가 있다. 전압발전의 크기는 서지파형 및 케이블의 파라미터에 의존한다. 특별한 경우, 최대 전압은 서지

응답전압의 2배까지 된다.

(4) SPD 사이의 인덕턴스 영향

나란히 연결된 SPD 사이의 인덕턴스는 간선에 연결된 SPD의 위치별로 서지응답전압에 영향을 준다. 전류가 증가하는 서지 전반부에 첫 번째 SPD는 두 번째 SPD 전압에 인덕턴스 양단 전압이 더해진다. 서지 후반부에 첫 번째 SPD는 역시 두 번째 SPD 전압에 인덕턴스 양단 전압이 더해지지만, 이 시점에서 인덕턴스 양단 전압은 음(-)이 되어 첫 번째 SPD 양단 전압은 두 번째 SPD 양단 전압보다 작게 된다. 그러므로 두 번째 SPD는 첫 번째 SPD의 양단 전압에 영향을 준다. 결과적으로 두 번째 SPD는 설계치보다 더 많은 에너지를 흡수하게 된다.

(5) 전력시스템에서 SPD 고장모드 영향

병렬연결 SPD는 개방회로, 높은 임피던스 고장 또는 낮은 임피던스 단락상태로 고장이 발생할 수 있다. 고장은 과도한 또는 반복적인 서지전압 또는 서지전류의 결과, 장시간의 순간과전압 또는 불규칙한 소자의 고장 결과이다. 이러한 고장들은 전류를 동반하는 단락회로 고장, 전력시스템의 부분 또는 전체 정전은 물론이고 전력 시스템에 서지전압 및 저전압을 야기할 수 있다. 개방-회로 고장은 당장 해당 소자에 의한 SPD 기능을 상실하는 것 이외에 전력시스템에 영향을 주지 않는다. 높은 임피던스의 단락회로 고장은 수 암페어 정도의 전류를 흐르게 하므로 몇 시간 동안 알지 못하고 지속된다. 이러한 현상은 만약 SPD의 저항이 비정상적인 누설 전류가 흐를 정도로 충분히 낮아지면 발생하게 된다. 그러나 SPD는 즉시 열 폭주 현상까지는 가지 않는다. 이런 조건은 만약 적절한 과전류 또는 과열보호 방법이 SPD에 적용되지 않았다면 잠재적인 연기나 화재 위험을 유발할 수 있다. 낮은 임피던스의 단락회로 고장은 전력시스템에서의 다른 단락회로 또는 고장과 유사하다. 과전류 보호장치

가 동작할 때 전압 순간(dip)이 발생한다. 전압서지는 고장해제 직후 발생한다. 정전은 과전류 보호소자 후단의 부하에 발생한다.

(6) 전력 시스템에서 SPD 주변기기의 영향

전력시스템은 때때로 전력을 전달하는 것 이외의 목적으로도 사용한다. 어떤 전력시스템은 부수적으로 설비 내에서 신호 또는 데이터를 전송하는데 사용한다. 이러한 전송은 간선에 고주파 신호를 추가하여 하고 있다. 고주파 신호의 사용은 큰 병렬 정전용량 또는 직렬 인덕턴스가 있는 SPD가 없을 때 가능하다. 몇몇 SPD는 잠음감소를 위하여 콘덴서를 포함하고 있다. 이렇게 추가된 정전용량 값은 SPD 시방서에 언급하지 않는다.

5. SPD 에너지 협조

동일선로에 2개 또는 그 이상의 SPD가 설치되는 경우가 많다. 빌딩의 경우 건물 인입구에 설치되고 각 세대 분전반의 누전차단기에 설치되며 전자기기 내부에도 설치되어 있다. 일반적으로 인입구 쪽에 설치된 SPD의 서지용량이 가장 크고 전자기기에 설치된 것이 가장 작다. 에너지 협조는 설치된 SPD가 과도한 스트레스를 받지 않도록 하는 것이다. SPD에서 소비된 에너지가 설계치보다 작거나 같으면 에너지 협조는 이루어진 것이다. 그림 6에서 SPD 1의 출력 보호레벨은 SPD2 또는 ITE 입력 저항레벨을 초과하지 않아야 협조가 된 것이다. 그림에서 2개의 직렬연결 SPD의 협조조건은 $U_p < U_{IN}$ 및 $I_p < I_{IN}$ 이어야 한다.

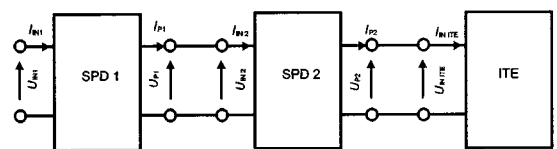
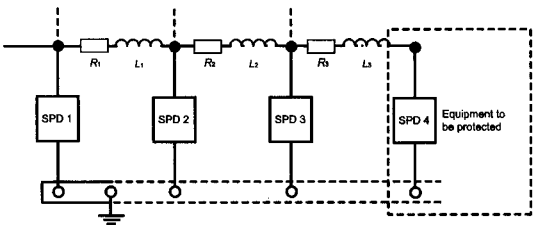


그림 6. 2 SPD의 협조

SPD 협조방법은 4가지가 있다. 처음 3가지는 1포트 SPD에 해당하고 마지막 4번째는 2포트 SPD에 해당한다.

(1) 협조방안 I

모든 SPD는 연속적인 전압/전류 특성(배리스터, 다이오드 등)을 가지며 동일한 잔류전압 U_{RES} 을 가져야 한다. 그림 7과 같이 SPD와 보호대상 기기의 협조는 이들 사이의 선로임피던스로 달성할 수 있다.

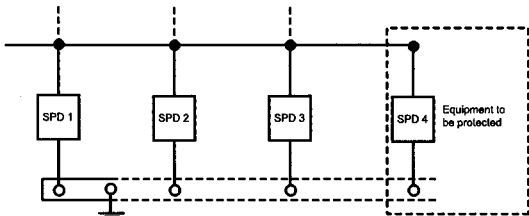


$$U_{RES}(SPD1) = U_{RES}(SPD2) = U_{RES}(SPD3) = U_{RES}(SPD4)$$

그림 7. 협조방안 I (전압제한 타입 SPD)

(2) 협조방안 II

모든 SPD는 연속적인 전압/전류 특성(배리스터, 다이오드 등)을 가지고 있다. 잔류전압 U_{RES} 은 SPD1에서 SPD3으로 갈수록 점점 커진다. 이 협조는 전원시스템에 적합한 방안이다. 그림 8에서 보호대상기기 내부 SPD4의 잔류전압은 직전에 설치된 SPD3 잔류전압보다 커야한다.

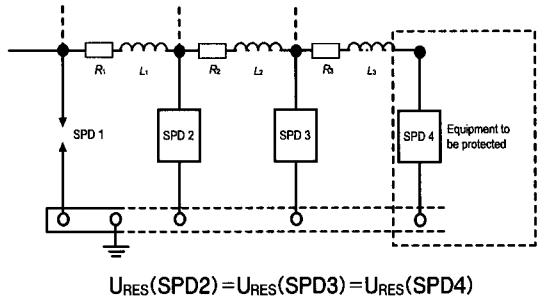


$$U_{RES}(SPD1) < U_{RES}(SPD2) < U_{RES}(SPD3) < U_{RES}(SPD4)$$

그림 8. 협조방안 II (전압제한 타입 SPD)

(3) 협조방안 III

SPD1은 불연속 전압/전류 특성(예, 가스방전관)을 가지고 있다. 나머지 SPD들은 연속적인 전압/전류 특성(배리스터, 다이오드 등)을 가지고 있다. 그림 9에서 모든 SPD들은 동일한 잔류전압 U_{RES} 을 가진다. 이 협조는 통신, 신호 및 데이터용에 적합하다.



$$U_{RES}(SPD2) = U_{RES}(SPD3) = U_{RES}(SPD4)$$

그림 9. 협조방안 III(스위칭 및 전압제한 타입 SPD)

(4) 협조방안 IV

이 방안은 내부에 직렬 임피던스 또는 필터로 협조된 직렬 스테이지의 SPD를 포함하는 2포트 SPD에 적합하다. 성공적인 내부 협조는 최소한의 서지가 기기 또는 후단 SPD로 전달되는 것을 의미한다. 시스템 내부의 SPD들은 다른 SPD들과 완전히 협조되어야 한다.

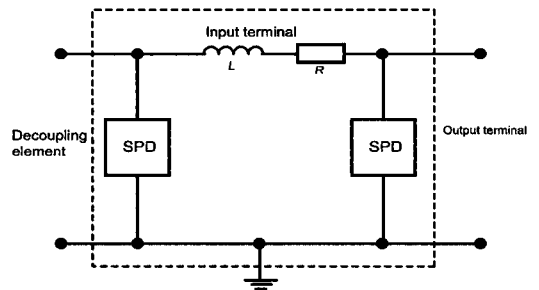


그림 10. 협조방안 IV(하나의 요소 안에 여러 개의 SPD)

6. SPD 성능

6.1 저압 전원용

(1) 서지 응답전압 측정

시험목적은 SPD의 출력단자 전압이 서지 주입 동안 및 후 정상적이고 안정상태에 도달할 때까지 주어진 세기레벨에 대하여 규정된 최고치를 확인하는 것이다. 서지응답전압 측정 서지는 조합파형(combination wave), 100[kHz] Ring 파형 또는 IEEE C 62.41에 의한 파형이다.

(2) 최대연속동작전압(MCOV)

이것은 양 단자에 연속적으로 인가되는 상용주파전압의 최대 규정된 실효 값이다. 시험목적은 장치가 제조자 또는 사용자에 의해 명시된 신뢰성보증 요구조건을 만족하는지를 입증하는 것이다. 규정된 최고 온도에서 최대연속동작전압(MCOV)을 인가한다. 특별한 요구조건이 없으면 주위온도 85(°C)에서 1000시간을 추천한다.

(3) 최대 단일 내구 서지전류

이것은 정격 피크단일펄스를 지정된 터미널에 인가하여 SPD 소자의 보존 및 생존성능을 확인하기 위한 고-전류 임펄스 시험이다. 규정된 8/20(μs)의 단일 서지를 모든 터미널에 인가하여야 한다.

(4) 전압 인가상태에서 최소 서지수명

시험목적은 일정기간 동안 고장 나지 않는다는 것을 확인하는 것이다. SPD의 선로 측 터미널을 충분한 단락회로 용량을 가진 교류전원에 연결한다. IEEE Std C62.45에서 제시한 시험방법을 이용하여 서지를 인가한다.

(5) 부하전류용량

시험목적은 직렬 연결된 SPD가 정격 부하전류를

통전시킬 수 있는가를 확인하는 것이다. 시험은 4시간 동안 또는 열적평형이 도달될 때까지 실시한다.

(6) 보호 상태표시

이것은 보호소자의 고장발생 또는 저하된 성능을 표시해준다. 표시수단은 시각적, 청각적 또는 다른 적절한 방식이다. 일반적으로 선택사양이며 SPD의 동작을 방해하면 안 된다.

6.2 통신, 신호 및 데이터용

(1) 전압제한 성능

· 정격전압

이 특성은 SPD의 전압제한 터미널에 전송특성을 저하시키지 않고 절연저항을 규정치 이하로 떨어뜨리지 않으면서 연속적으로 인가할 수 있는 최대전압 값(직류 또는 정현파의 피크)을 명시한다.

· 정전용량

이 사양은 케이블도체 사이 및 도체와 공통접지 사이의 최대 정전용량을 명시한다. 측정은 시험 신호 1[V] 및 1[MHz]에서 실시한다.

· 임펄스제한전압

이 특성은 SPD가 전압임펄스를 제한하는 최대 전압을 명시한다. SPD의 임펄스제한전압은 3가지 파형으로 측정한다. 시험파형은 100 [V/s]와 100[kV/s] 사이의 파형, 100[V/μs] 및 1000[V/μs] 이다.

· 임펄스복귀

이 특성은 SPD가 임펄스를 제한한 후 규정시간 안에 안정된 상태로 되돌아오는 것을 입증한다. 이 규격은 낮은 전원용량의 저압 데이터, 통신 및 신호회로를 포함하기 때문에 임펄스복귀성능은 150[VA] 미만에 사용하는 SPD에 적용한다.

- 교류수명
이 특성은 SPD가 규정된 교류전류에 대하여 지정된 반복 횟수만큼 통전 할 수 있음을 입증한다. 전원주파수는 50(Hz) 또는 60(Hz)로 한다.
- 임펄스수명
이 특성은 SPD가 규정된 임펄스전류에 대하여 지정된 반복 횟수만큼 통전 할 수 있음을 입증한다. 전류파형은 보통 10/1000[μ s] 또는 10/250[μ s]이다.
- 최대 단일임펄스 방전
이 특성은 SPD가 지정된 전류임펄스를 고장 없이 통전 할 수 있는가를 검증하는 것이다. 이 성능은 금속성 차폐를 가지고 있지 않은 외부케이블에 연결된 SPD에만 적용한다(예, 차폐가 없는 케이블).

(2) 전류제한 성능

- 정격전류
이 특성은 SPD가 정상적인 회로기능을 저해하지 않으면서 연속적으로 통전 할 수 있는 전류 크기를 지정한다.
- 직류직렬저항
이 특성은 SPD의 터미널 사이의 저항 값을 명시한다. 측정은 10[mA] 실효 값의 1(MHz)로 실시한다. 최대인덕턴스는 0.5 및 1.0[μ H]이다.
- 트립 내구성
이 특성은 자체 회복하는 전류제한 소자를 포함하는 SPD에 규정된 시간동안 저지전압(blocking voltage)을 인가한 후에 기능을 계속하는지를 정하기 위한 것이다.

- 저지 사이클 수명
이 특성은 자체 회복하는 전류제한 장치를 포함하는 SPD가 지정된 전류 및 지속시간의 반복된 트립 사이클을 인가 한 후에 기능을 유지하는지 확인한다. 이것은 저지전압을 인가하는 것이다.
- 교류수명
이 특성은 만약 SPD의 전류보호 장치가 전류제한 장치의 천이전류 이하인 교류전류를 주기적으로 통전하는 경우 고장모드가 발생하지 않는지 확인한다.
- 임펄스 수명
이 특성은 전류보호 SPD가 주어진 반복만큼 지정된 파라미터를 가진 임펄스전류를 고장모드가 발생하지 않고 통전할 수 있는지 확인한다. 일반적으로 10/1000[μ s] 파형의 25(A) 피크 전류 서지를 30회 인가한다.
- 최대 단일임펄스 방전
이 특성은 전류보호 SPD가 지정된 임펄스전류를 고장모드가 발생하지 않고 통전할 수 있는지를 확인한다. 이 특성은 금속성 차폐를 가지고 있지 않은 외부케이블에 연결된 SPD에만 적용한다(예, 차폐가 없는 케이블).

(3) 전송성능

- 전송사양은 전압, 전류 또는 둘 모두를 제한하는 SPD에 적용한다.
- 삽입손실(Insertion loss)
이 특성은 SPD가 시스템에 삽입되었을 때 부하로 전달된 허용 가능한 전력손실을 정하는데 있다. 삽입손실은 SPD가 삽입되기 전 부하 측

단자사이 전압(V_0)에 대한 SPD가 삽입된 후 부하 측 단자사이 전압(V_2)비율로 표시하며 단위는 데시벨이다.

- 반사손실(return loss)
이 특성은 SPD가 시스템에 삽입되었을 때 지정된 주파수 또는 주파수영역에서 발생할 수 있는 최대반사손실을 정한다. 반사손실은 삽입된 SPD의 특성임피던스가 시스템의 특성임피던스와 같지 않을 때 발생한다.
- 비트 에러비율(BER)
이 특성은 SPD를 디지털 전송회로에 삽입하여 발생된 지정된 시간 동안의 최대 에러 수를 정한다. SPD의 삽입에 의해 야기된 최대 비트에러 증가량은 10^{-7} 이어야 한다.

7. 건축물 SPD 기본 요건

빌딩이나 아파트와 같은 건축물에서 전자기기의 서지 피해가 늘어나면서 IEC 규격에서도 SPD 설치 규정이 강화되고 있다. 건축물 피뢰관련 국제규격의 SPD 관련사항을 요약하면 다음과 같다.

7.1 IEC 60364-5-53

이 규격은 빌딩의 전기설비 관련규격으로 전기기기의 선택 및 설치에 대하여 다룬다. 전기설비로 SPD에 대한 요구조건이나 설치기법을 다루고 있다. 여기에서는 관련 IEC 규격들을 인용하면서 SPD 설치 및 선정방법에 대하여 언급하고 있다.

(1) SPD 사용

IEC 60364-4-44에 따라 대기에서 발생한 과도 전압(간접 또는 원거리 뇌격으로 발생된) 및 스위칭 전압 대책으로 SPD를 설치한다. 이 보호는 일반적으로

로 시험등급 II 및 필요한 경우 시험 등급 III SPD로 가능하다.

IEC 60364-4-44에 따라 SPD는 주요 설비의 근처 또는 주요 설비와 나란히 설치된 배전반 내부에 설치한다. IEC 61312-3의 LPZ(lightning protection zones) 개념에 따라 SPD를 설치한다. 매우 민감한 전자기기를 보호하기 위하여 추가적으로 SPD를 설치한다. 추가로 설치된 SPD는 상위에 설치된 SPD와 보호협조가 이루어져야 한다.

(2) SPD 설치

SPD 설치는 중성선과 보호접지(protective earth, PE) 조건에 따라 방법이 달라진다. 만약 주 설비 또는 주 설비 근처에서 보호접지가 중성선과 직접 연결되었거나 중성선이 없는 경우, 각 라인과 MET(main earthing terminal) 또는 주 보호도체(protective conductor) 중에서 더 짧은 통로에 설치한다. 만약 보호접지가 중성선과 접속되지 않았으면 다음 2가지 설치방법을 제시한다. 각 라인 도체와 MET 또는 주 보호도체 사이에 설치하고 중성선과 MET 사이에도 설치한다(방법 1). 또는 각 선로 도체와 중성선 사이 그리고 중성선과 MET 사이에 설치한다(방법 2). 시스템 구성기법에 따른 SPD 설치 는 표 1과 같다.

(3) SPD 성능

건축물에 설치되는 SPD는 국제규격에 적합하여야 한다. 몇 가지 주요 파라미터에 대한 선택방법을 제시 하였다. SPD의 보호레벨(U_p)은 IEC 60364-4-44의 임펄스 내전압 카테고리 II에 따라 선정한다. IEC 61312-1에서 직격뢰로 인한 과전압을 보호하기 위하여 또한 IEC 60364-4-44의 임펄스 내전압 카테고리 II에 따라 선정한다. 예를 들어, 230/400[V] 설비에 대하여 보호레벨(U_p)은 2.5(kV)를 초과하지 않아야 한다.

표 1. 시스템 구성에 따른 SPD 설치

SPD 연결	SPD 설치 위치에서의 시스템 구성							
	TT		TN-C	TN-S		중성선 있는 IT		중성선 없는 IT
	방법 1	방법 2		방법 1	방법 2	방법 1	방법 2	
각 라인-중성선	+	•	NA	+	•	+	•	NA
각 라인-PE	•	NA	NA	•	NA	•	NA	•
중성선-PE	•	•	NA	•	•	•	•	NA
각 라인-PEN	NA	NA	•	NA	NA	NA	NA	NA
각 라인 사이	+	+	+	+	+	+	+	+

• : 의무사항 + : 추가, 옵션 NA : 적용대상 아님

SPD의 연속동작전압(U_c)은 다음 표 2와 같거나 더 큰 값이어야 한다.

SPD의 순간과전압(TOV)은 저압 시스템에서 발생한 순간과전압(IEC60364-4-44 참조)에 견디어야 한다. 이 성능 IEC 61643-1의 관련 시험항목에 의해 확인한다. 시험방법은 매우 짧은 200(ms) 동안 연속동작전압(U_c)의 1.5배를 인가한다. 이때 시험전류는 실효치 300[A]로 제한하는 것을 추천한다.

IEC 60364-4-44에서 SPD 설치를 요구하면, 공칭방전전류(I_n)는 각 보호모드별로 5(kA) 8/20(μ s)보다 작지 않아야 한다. 앞에서 언급한 연결방법 2의 경우, 중성선과 보호접지 사이에 연결하는 SPD의 방전전류는 3상 시스템에서는 20(kA) 8/20(μ s)보다 작지 않아야 하고, 단상 시스템에서는 10(kA) 8/20(μ s)보다 작지 않아야 한다. IEC 61312-1에서 SPD 설치를 요구하면, IEC 61643-1에 따른 낙뢰 임펄스전류(I_{imp})는 IEC 61312-1에 따라 계산한다. 더 자세한 사항은 IEC 61643-12를 참조한다. 만약 전류 값이 입증되지 않았다면, 임펄스전류(I_{imp}) 값은

각 보호모드에 대하여 12.5(kA) 8/20(μ s) 보다 작지 않아야 한다. 앞에서 언급한 연결방법 2의 경우, 위에서 언급한 동일한 규격으로 계산한다. 만약 전류 값이 입증되지 않은 경우, 임펄스전류(I_{imp}) 값은 3상 시스템에서는 50(kA) 8/20(μ s) 보다 작지 않아야 하고, 단상 시스템에서는 25(kA) 8/20(μ s) 보다 작지 않아야 한다.

7.2 IEC 61312-3

이 규격은 낙뢰 전자기펄스 보호 중에서 SPD 요구사항만을 다루고 있다. 주요내용은 LPZ 개념을 도입한 SPD 설치, LPZ 개념을 도입한 SPD 요구조건, SPD의 에너지 협조 관련이다.

(1) LPZ 개념에서 SPD 배치

그림 11은 LPZ 개념에 따른 저압전원 시스템에서 SPD의 적용기법을 보여준다. 그림과 같이 SPD는 차례로 설치한다. SPD는 뚫고 들어오는 위치의 요구조건에 따라 선택한다. 아파트나 빌딩의 경우 인입 분

표 2. 전원시스템 구성에 따른 SPD의 최소 U_c

SPD 연결	SPD 설치 위치에서의 시스템 구성				
	TT	TN-C	TN-S	중성선 있는 IT	중성선 없는 IT
각 라인-중성선	1.1 U_0	NA	1.1 U_0	1.1 U_0	NA
각 라인-PE	1.1 U_0	NA	1.1 U_0	$\sqrt{3} U_0$	라인-라인 전압
중성선-PE	U_0	NA	U_0	U_0	NA
각 라인-PEN	NA	1.1 U_0	NA	NA	NA

NA : 적용대상 아님

주1 : U_0 는 저압 시스템에서 라인-중성선 전압이다.

전반 및 중요기기 근처에 설치하는 근거가 여기에 있다. 그림에서 LPZ 개념 및 정의는 IEC 61312-1을 참조하고, SPD 시험등급(SPD I II III)은 IEC 61643-1을 참조한다.

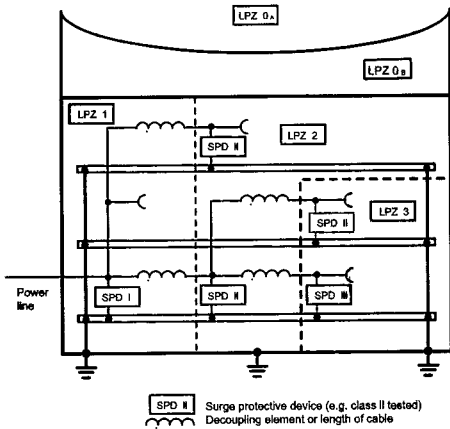


그림 11. LPZ 개념에 따른 SPD 배치

(2) SPD 성능조건

빌딩에서 LPZ 개념에 따른 설치위치에 따라 SPD의 성능요건은 달라진다. SPD를 선정할 때 보호레벨, 전류 및 에너지 요구조건 그리고 순간과전압 등을 고려하여야 한다. 모든 인터페이스 근처에 설치된 전자기기는 IEC 61000-4-5에 따른 충분한 내성(immunity)을 가져야 한다.

LPZ 0A에서 1로 들어오는 장소에는 Class I 시험을 실시한 SPD를 설치한다. LPZ 0A를 뚫고 들어오는 선로에는 낙뢰전류의 일부가 흐른다. SPD I는 인터페이스에서 낙뢰전류의 대부분을 분류시켜야 한다. LPZ 0B에서 1로 들어오는 장소에는 8/20(μs) 서지전류 파형(Class II 시험) 또는 IEC 61643-1(Class III 시험)에 따라 조합파형으로 성능평가한 SPD를 설치한다. LPZ 0B에서는 낙뢰전류에 의해 야기된 전자장이 지배적이기 때문이다. LPZ 1에서 LPZ 2로의 인터페이스에도 일반적으로 8/20 [μs] 서지전류 파형(Class II 시험) 또는 IEC

61643-1(Class III 시험)에 따라 조합파형으로 성능평가한 SPD를 설치한다.

(3) SPD 에너지 협조

SPD가 동일 선로에 여러 개 설치될 경우 에너지 협조에 대하여 크게 다루고 있다. 협조개념부터 방안까지 세부적으로 다루고 있다. 주요 내용은 앞에서 언급하였다(5. SPD 에너지 협조 참조).

7.3 IEC 62305-4

이 규격은 낙뢰로부터 건축물 내부 전기 및 전자 시스템을 보호하는 내용을 다룬다. SPD에 대해서는 주로 에너지 협조에 대하여 다루고 있다. 서지로부터 내부 시스템을 보호하기 위해서는 협조된 여러 개의 SPD가 필요하다. SPD를 선정하고 설치하는 원칙은 전기 시스템이나 전자 시스템 모두 동일하다. 그러나 전자시스템은 광범위한 다양성(아날로그 또는 디지털, 직류 또는 교류, 저주파수 또는 고주파수) 때문에, 선정이나 설치 원칙은 전기시스템과는 다르다. LPZ 개념을 도입하여 각 LPZ으로 들어가는 라인 입구에는 모두 SPD를 설치한다(그림 11 참조). SPD의 선정과 설치의 IEC 61643-12(저압 전원용) 및 IEC 61643-22(신호, 통신 및 데이터용)를 따라야 한다.

7.4 IEC 62305-5

이 규격은 낙뢰로부터 전원, 통신, 수도, 가스 등 부대설비를 보호하는 것을 다루고 있다. 빌딩내부에서 전원 및 통신 시스템을 위한 SPD 설치 예는 그림 12와 같다. 전원선과 통신선 그리고 통신선의 차폐까지 모두 EBB로 공통 접지를 하였다. 공통 접지를 통하여 통신선로와 전원선로간의 전위차를 줄여 통신기기를 보호한다. 건물 접지시스템에는 그림에 나오는 EBB 뿐만 아니라 수도관이나 가스관도 연결하여 외부 낙뢰전류가 건물내부로 들어오는 것을 막는다.

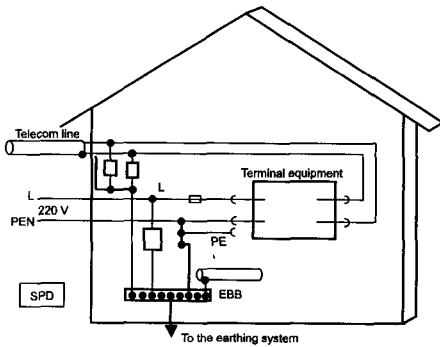


그림 12. TN 시스템에서 SPD의 설치기법

- 순간과전압(TOV) 성능 : 고장예방

(2) 신호, 통신 및 데이터용

신호 및 데이터용 SPD 국제규격으로 IEC 61643-21 및 IEEE C62.64가 있다. 전원용과 비교하여 신호 및 데이터용은 최소한의 성능을 규정하기 힘들다. 신호 및 데이터용은 종류가 다양하기 때문이다. 아파트의 경우 대부분 아날로그이고 저 주파수인 점을 고려하여 최소성능을 다음과 같이 제안한다.

8. SPD 선정 및 설치

건축물 피뢰 관련 IEC 국제규격을 국내 KS 규격으로 도입하여 적용단계에 접어들었다. 건축물 피뢰 관련 국제규격에서의 큰 변화는 SPD 설치, 접지방식의 변화, 등전위 접지, 전자기적합성(EMC) 관련사항이다. 모든 내용이 국내 기술자들에게 익숙한 사항이 아니다. 여기에서는 SPD 설치관련 기술자들의 이해를 돕기 위한 해설을 하고자 한다. 다른 주제들은 이번 특집의 다른 주제에서 다루었다.

8.1 SPD 선정

전원용 SPD 국제규격으로 IEC 61643-1 및 IEEE C 62.62가 있다. 국내의 경우 대부분이 서지제한전압 등 1-2가지 성능평가만 실시하고 현장에 설치한다. 매우 위험한 일이다. 최소한 다음 사항을 확인하기를 추천한다. 선정기준은 생존, 보호 및 적합성을 고려하였다.

(1) 전원용

- 서지제한전압(서지응답시험) 측정 : 기본성능
- 최대연속동작성능 : 고장 및 화재예방
- 최대단일내구성성능 : 고장 예방
- 라인전압 인가상태에서 최소서지수명 성능 : 고장예방

▶ 전압제한 성능

- 정격전압 : 기본성능
- 정전용량 : 신호전달 적합성
- 임펄스제한전압 : 보호
- 임펄스 수명 : 생존
- 최대 단일 임펄스 방전 : 생존

▶ 전류제한 성능

- 정격전류 : 기본성능
- 직류직렬저항 : 신호전달 적합성
- 임펄스 수명 : 생존
- 최대단일 임펄스 방전 : 생존

▶ 전송성능

- 삽입손실 : 신호전달 적합성

8.2 건축물 인입 및 인출 케이블

아파트와 같은 건축물에는 많은 케이블이 들어오고 나간다. 교류전원, 통신, CATV, 방범, 화재, 인터폰, 위성방송 안테나 등 다양하다. IEC 규격에 따르면 모든 인입 및 인출 케이블에는 SPD를 설치하여야 한다. 접지선을 포함하여 SPD의 모든 케이블은 짧게 한다. 모든 종류의 케이블은 가스나 수도관과 함께 건축물의 한곳에 집중하여 설치한다. 그리고 케이블 차폐나 수도관 등도 인입구에서 건물의 접지에 본딩 한

다. 이는 외부로부터 유입되는 과전압이나 서지전류가 건물 내부로 유입되지 않고 접지로 유출시키기 위함이다.

8.3 중요장비 전원에 설치

빌딩이나 아파트에서 기본적으로 설치되는 전기 및 전자설비 중 중요 설비인입구에 SPD를 설치한다. 소방 설비나 보안설비 등이 해당한다. 또한 엘리베이터나 무정전전원장치와 같은 설비도 중요하므로 설치를 권장한다. 인버터 구동 엘리베이터의 경우 고조파에 의해 SPD가 파괴될 수 있으므로 세심한 설계가 필요하다. 엘리베이터와 같이 큰 전류 장비에는 보통 병렬 연결 SPD를 설치한다. 신호 및 데이터 장비 중 민감한 부위에는 직렬연결 SPD를 설치한다.

8.4 전자기기의 EMC 성능

조사에 따르면 아파트 내부용 전자기기는 대부분 EMC 성능을 실시하지 않는다. 국제규격을 언급하지 않더라도 건축물에 설치되는 전기 및 전자기기는 기본적인 전자기적합성(EMC) 성능을 가져야 한다. 일반적인 가전제품(텔레비전, 오디오 등)은 대부분 전자기 적합성 시험을 실시한다. 문제는 아파트 단지와 같이 내부전용으로 사용하는 장비들에 대한 전자기적합성 성능이 미비하다는 점이다. 아파트나 건물에는 여러 사람이 상주하거나 생활하므로 전자파장해도 중요하다. 다른 층이나 옆 사무실 전자기기에 영향을 주기 때문이다. 이런 차원에서 전자파장해(emission) 시험을 실시한다. 또한 건축물의 높이가 높아지면서 낙뢰에 많이 노출되어 있다. 피뢰설비에 낙뢰가 떨어진 경우 접지전위가 상승하고 건축물 내부로 서지가 들어간다. 건축물 내부의 전자기기는 SPD 동작 후 잔류서지에 대한 내성(immunity)을 가져야 한다. SPD만으로 모든 전자기기를 보호할 수 없기 때문이다. 동일한 제품에 대하여 국내에서는 실시하지 않아도 유럽으로 수출하는 경우 EMC 시험을 실시하여야 한다. 유럽지

역의 건축물에만 서지가 있는 것은 아니다.

8.5 배전반이나 분전반 설치

SPD 설치시 케이블의 길이는 매우 중요하다. 설치 케이블의 길이가 서지제한전압을 크게 한다. 케이블에 서지전류가 흐르면서 전압이 추가되기 때문이다. 일반적으로 분전반에 설치할 때 나중에 추가하는 식으로 한다. 이는 매우 잘못된 관행이다. 물론 기존에 설치된 분전반에 추가하는 경우에는 어쩔 수 없다. 만약 설계단계부터 설치를 고려한다면 SPD를 분전반 내부에 바로 설치하도록 한다. 이렇게 하면 케이블이 짧아져 설계된 서지제한전압을 얻을 수 있기 때문이다.

8.6 안전성(safety)

아파트나 사무용 빌딩에는 상주인구가 많으므로 화재에 대한 안전성이 높아야 한다. 배리스터의 경우 고장모드는 개방과 단락이 있다. 단락고장의 경우 화재나 폭발 위험이 있다. 배리스터의 단락고장을 대비한 보호회로가 필요하다. 보호회로는 일반적으로 퓨즈를 사용한다. 배리스터는 정격을 초과하는 전압이나 서지전류가 반복 인가되면 점점 열화 된다. 열화를 예방하고 긴 수명을 위하여 대용량의 SPD를 사용한다. 배리스터의 열화는 최대연속과전압(MCOV)도 관련이 많다. 국내에서는 이 시험을 실시하지 않고 있어 대책이 필요하다.

9. 결 론

본고에서는 건축물 피뢰관련 서지보호장치(SPD)에 관하여 전반적으로 다루었다. 국제규격에서는 건축물로 들어오고 나가는 모든 케이블에 SPD 설치를 규정하고 있다. 빌딩이나 아파트의 전자기기 및 정보처리기기들의 서지피해가 늘고 있기 때문이다. 세부적으로 서지보호소자와 동작원리, 건축물 피뢰설비 규격의 SPD 요구사항, SPD 에너지 협조, SPD 규

격 및 평가 항목 등을 다루었다. 대부분 건축전기분야에서 다루어 온 내용이 아니어서 어려움이 많았다. 이 분야의 발전을 위해서는 먼저 SPD 성능이 국제규격 수준에 적합하여야 한다. 그리고 SPD 선정기술, 설치기술, 에너지 협조기술 등이 추가적으로 연구되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[건축물 SPD]

- [1] IEC 60364-5-53(2002-06)
Electrical installations of buildings - Part 53 : Selection and erection of electrical equipment - Isolation, switch and control.
- [2] IEC 61312-3(2000-07)
Protection against lightning electromagnetic impulse - Part 3 : Requirements of surge protective devices(SPDs).
- [3] IEC 62305-4(81/238/CDV)
Protection against lightning - Part 4 : Electrical and electronic systems within structures.
- [4] IEC 62305-5(81/245/CD)
Protection against lightning - Part 5 : Services.

[SPD]

- [5] IEC 61643-1(2003-10)
Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems - Part 1: Performance requirements and testing methods.
- [6] IEC 61643-12(2002-02)
Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems - Part 12: Selection and application principles.
- [7] IEC 61643-21(2001-03)
Low voltage surge protective devices - Part 21 : Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks - Performance requirements and testing methods.
- [8] IEC 61643-22(37A/157/FDIS)
Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks - Part 2: Selection and application principles.
- [9] IEEE C 62.36-2000
IEEE Standard Test Methods for Surge Protectors Used in Low-Voltage Data, Communications, and Signaling Circuits.
- [10] IEEE Draft PC 62.42 D.9 April 99
Draft Guide for the Application of Component Surge-Protective Devices for Use in Low-Voltage (Equal to or Less than 1000 Vrms or 1200 Vdc) Circuits.
- [11] IEEE C 62.43-1999
IEEE Guide for the Application of Surge Protectors Used in Low-Voltage (Equal to or less than 1000 Vrms or 1200 Vdc) Data, Communications and Signaling Circuits.
- [12] IEEE C 62.62-2000
IEEE Standard Test Specifications for Surge-Protective Devices for Low Voltage AC Power Circuits.

- [13] IEEE C 62.64-1997
IEEE Standard Specifications for Surge Protectors Used in Low-Voltage Data, Communications, and Signaling.
- [14] UL 1449 2000-03-08
Transient Voltage Surge Suppressor.

[서지 환경]

- [15] IEEE C 62.41-1991(R1995)
IEEE Recommended Practice on Surge Voltages in Low-Voltage AC Power Circuits.
- [16] IEEE Draft PC 62.45 D2.1 26-Sept-00
Draft Recommended Practice on Surge Testing for Equipment Connected to Low-Voltage AC Power Circuits.
- [17] IEEE C 62.48-1995(R2000)
IEEE Guide on Interactions Between Power System Disturbances and Surge-Protective Devices.

◇ 저 자 소 개 ◇



김언석(金彦錫)

1965년 2월 11일생. 1989년 숭실대학교 전기공학과 졸업(학사). 1997년 숭실대학교 전기공학과 졸업(석사). 2003년 숭실대학교 전기공학과 졸업(박사). 현재 한국전기연구원 전기시험연구소 전자기적합성(EMC) 팀장.
관심분야 : 전자기적합성(EMC), 서지보호장치(SPD)



이기홍(李起弘)

1962년 11월 17일생. 1988 충남대학교 공대 전기과 졸. 1990 동 대학원 졸(석사). 2001 동 대학원 졸(박사). 1992년~현재 대한주택공사 주택도시연구원 책임연구원. 2001년~현재 당 학회 편수위원. 2003년~현재 IEC/TC 64, 81, 37 전문위원.
E-mail : lkh21@knhc.co.kr