

# 최근의 통신기기 과전압 보호 설계 방향

박종순 <(주)프라이머솔루션 대표이사>

## 1 서론

최근의 건축물의 피뢰설비 설계 방향은 구조물이나 인체의 상해 방지 목적보다는 서지 내성이 약한 통신설비의 보호가 주된 이슈(issue)가 되고 있다. 건축물의 통신설비 보호는, 방송, 인터넷, 전화 등의 통신서비스 공급 선로뿐만 아니라, 소방, 승강기, CCTV, 급배수설비, 비디오폰 등 내부 신호, 제어계통에 사용되는 통신기기들 전체를 고려해야 한다. 국내 건축법이나 전기시설 관련 법규에서 주로 인용하고 있는 IEC 62305 시리즈나 IEC 60364 시리즈는 통신설비의 보호방법에 관한 지침을 설계 엔지니어들에게 실질적으로 제시하기에는 많이 부족한 면이 있다. 다행히도 최근 제개정되고 있는 국제 규격들 중에는 설계에 실질적으로 도움이 될만한 내용들을 담고 있으며, 그 중에서 ITU-T의 K.66 권고 규격은 통신설비의 일시적 과전압 보호를 위한 SPD의 사용법과 접지 및 본당의 기본적인 방법들을 도식화하여 비교적 상세하게 제시하고 있다. 여기서는 건축물 내부의 설비 보호 목적의 피뢰설비를 설계하는 엔지니어들에게는 참조가 될 만한 ITU-T K.66의 내용 일부를 중심으로, SPD, 접지, 본당의 개념을 소개한다.

## 2. 등전위 본당

통신선, 전력선, 안테나선, 도파관, 접지도체 및 금속 배관과 같은 도전성 시설물들이 건물 외곽을 관통하기 때문에 건물 내의 기기와 사람은 외부에서 발생하는 에너지에 노출된다. 전도된 유입 에너지는 MET(주 접지단자, Main Earth Terminal), 즉 메시 본당 네트워크 혹은 CBN(공용 본당 네트워크, Common Bonding Network)에 저임피던스 본당 도체로 상호 접속함으로써 경감된다. 저임피던스는 본당 도체의 길이를 짧게 함( $<1.5(m)>$ )으로써 충족된다. 저임피던스 본당 도체의 사용은 구조물 또는 건물에 바로 인접한 배선에 직접 낙뢰가 칠 가능성이 큰 경우에는 특히 중요하다.

참고 1 - 접속 도체 길이 제한 값  $1.5(m)$ 는, 도체에 상에 직접 낙뢰할 경우  $[m]$ 당 전압 강하  $\Delta U=1(kV)$ 를 가정하여 근거한 것이다.

제한 값  $1.5(m)$ 는 직접 낙뢰의 가능성이 낮은 경우에는 완화될 수 있으며, 본당 도체 조건에 대한 표 1을 참조한다.

주 전원 네트워크와 기타 금속 서비스 배관 사이에 발생하는 높은 전위차를 방지하기 위해서는 모든 금속 서비스 배관들을 MET에 등전위 본당하는 것이 중요하다.

주 전원, 통신 케이블, 가스관, 수도관, CATV 및 접

지 도체 등과 같은 모든 금속 서비스 배관을 건물의 같은 지점에서 인입하여, 본딩 접속 길이와 전자장에 (EMI)를 감소시키는 것이 바람직하다. 미국 안전규정에서는 금속수도관을 MET로 사용하는 것을 금지한다.

표 1. 본딩 도체의 조건

메커니즘	최대 본딩 도체의 길이/저항
직격뢰	1.5(m)
유도 서지	10(m)
전력유도/ 전력선 혼촉	1(Ω) << 50(V) a.c. @2times 24(A) a.c.)

건물 내의 서지 전류 및 전압을 최소화하기 위하여, 건물 내로 인입되는 모든 케이블의 차폐(shields)는 MET 혹은 EBB에 직접 본딩되어야 한다. 만약, 부식 문제를 고려할 필요가 있는 경우에는, 방전관 형태의 SPD를 갈바닉(galvanic) 부식 방지를 위해 사용할 수 있다.

참고 2 - SPD 및 본딩선을 통하여 흐르는 전류에 기인하는 본딩선의 전압강하는, 그 에너지는 작지만 기기의 절연 파괴와 기기 손상을 초래할 수 있다. 이는  $L * \frac{di}{dt}$ 에 기인하는 서지의 지속시간이 수 마이크로초에 불과하기 때문이다.

건물을 직격뢰로부터 보호하기 위하여, 피뢰시스템(LPS: Lightning Protection System)의 설치 및 주 접지단자(MET: Main Earth Terminal)로의 본딩이 필요할 수 있다. 이 LPS는 KS C IEC 62305-2에 의거하여 설치해야 한다.

과전압 보호시설이 있더라도, 아래와 같은 상황에서는 기기 손상 혹은 인체 상해가 발생할 수 있으니 주의해야 한다.

- 접지되지 않은 기기가 비금속 바닥의 건물 내에 설치된 경우 : 직접 낙뢰가 치는 조건에서는, 기

기가 있는 위치에서의 대지전위상승이 MET 위치에서의 전위상승과 차이가 발생하여 기기측으로 방전(discharge)이 발생할 수 있다. 이를 방지하기 위해서, 링 접지를 설치하여, 공간 내부에서 등전위 환경을 조성한다.

- 기기가 MET에 본딩되지 않은 도전성 바닥 또는 벽의 건물 내에 설치되어 있는 경우 : 직격뢰 발생시, 기기가 있는 위치에서의 대지전위상승이 MET 위치에서의 전위상승과 차이가 발생하여 기기측으로 방전(discharge)이 발생할 수 있다. 이를 방지하기 위해서, 금속 부분과 MET 간에 본딩을 실시한다.

FE(기능접지) 도체는 통신기기의 신호 기능이 수행되도록 할 목적으로 사용된다. 이러한 신호 기능은 대지 귀로 신호인 경우도 포함한다. 신호 기능이 안전 요구사항에 따라 부여된 방식으로 설계되어 있는 경우, FE(기능접지)와 PE(보호접지)가 조합된 기능을 유지하는 지는 절충이 필요하다. 그림 1에서는 건물 내에서의 본딩 구성과 접지의 예를 보여준다.

### 3. 전원측의 SPD

가입자 구내에서의 교류 전원 시설은 KS C IEC 60364-1에서 규정한 방식 중 하나이다. 가입자 구내에 있는 교류 전원 시설이 KS C IEC 60364-5-54에서 분류한 TN-S 배전 방식인 경우, 통신 기기의 EMC 기능이 향상된다.

전원이 IT 혹은 TT 배전 방식 계통으로 가입자 구내에 공급되는 경우에는, 건물 내 PE 도체는 MET 혹은 등전위 본딩바(EBB: Equipotential Bonding Bar)에 연결된다. 그러나, 중성선(neutral) 도체는 연결되지 않는다.

- 참고 3 - IT 혹은 TT 배전 시스템에서 건물 전용으로 절연 변압기(예를 들면, 전원 계통을 분리하여 간섭을 경감하기 위한 것) 또는

이와 동등한 것이 설치된 경우에는, TN-S 배전 방식 설치 절차를 따르도록 한다.

설치해야 한다. 배선 길이는 0.5[m] 미만으로 하는 것이 바람직하다.

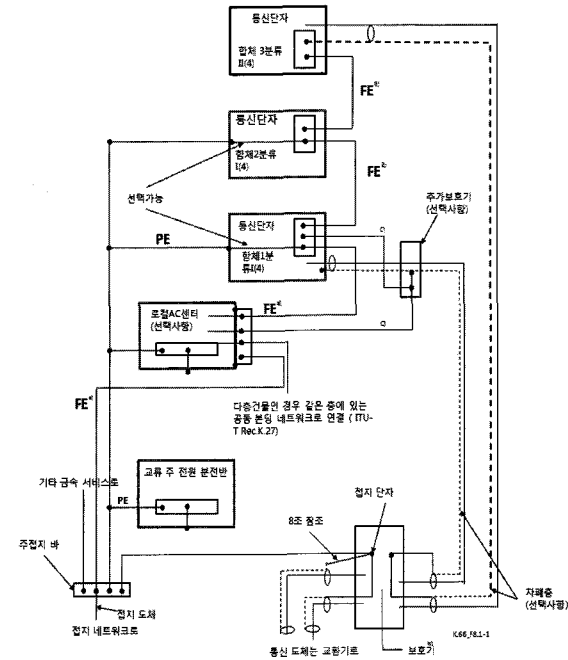
#### 4. 통신선속 SPD

SPD(흔히 GDT로 구성된 1차 보호기)를 통신선에 설치하는 경우, 가능하면 배선이 구내 인입장소와 가까운 곳에 위치하도록 설치되어야 한다. 이러한 1차 보호기를 주 전원 인입구에 가까이 위치시킴으로써, 보호기에서 MET로 연결하는 접지 도체의 길이를 1.5[m] 미만으로 유지할 수 있다. 짧은 접지 도체의 낮은 임피던스는 통신선과 전원 시스템 보호 도체 사이의 서지 전압 차이를 줄일 수 있다. 어떤 국가에서는, 통신선의 1차 보호기의 접지 단자를 분리된 접지극에만 연결하고 있다. 이는 기기 보호에 적절치 못하며, 심지어 구내의 화재 발생이나, 건물내에서 통신 기기를 사용하는 사람의 생명까지 위협할 수 있다. (ITU-T K.66 원문에는 '사망(death)'이라는 단어를 사용하고 있다.)

참고 4 - MET 로의 접지 도체 길이 1.5[m], SPD의 본딩 도체 길이 0.5[m]는 대부분의 집합건물이나 큰 규모의 건물에서는 사실상 불가능한 길이일 수도 있다. 그러나, 설계 엔지니어는 가급적 본딩 구간의 거리를 줄이기 위한 배선, 배관의 설계를 실시해야 한다.

추가적인 SPD, 예를 들어 CPU(조합된 보호장치: Combination Protection Unit)는 통신 단자 기기에 설치하여 건물 내에서 전자기 결합에 의해 유기되는 서지를 제한시킨다. 이러한 보호기의 공통 단자는 보호 대상 기기 근처에 있는 보호 도체에 연결되어야 한다. 이러한 SPD(2차 보호기)는 상위의 SPD(1차 보호기)와 협조를 이루어야 한다.

방전관(GDT) 형식의 통신용 SPD 중 혹은 KS C IEC 61643-311에서의 높은 에너지 용량을 가지는



- a) 대지극로 신호를 사용하는 기기를 위한 선택 사항
- b) 필요한 경우(ITU-T Rec. K.11 참조)
- c) 대체 가능한 다른 경로

그림 1. 건물 내의 본딩 구성 및 접지의 예

건물 내부에 TN-C 부분이 있는 시설이 일부 국가에서는 많이 사용된다. 그러나, 이러한 설비를 위한 본딩 구성과 접지는 더 연구해야 할 분야이다.

만약, Class I 테스트를 거친 SPD(KS C IEC 61643-1 및 KS C IEC 61643-12, 1차 보호기)를 주 전원 도체에 설치하는 경우에는, 가능하면 전원 배선이 실제 구내로 인입하는 지점(주로, 수변전실에 위치한 저압배전반의 주차단기 2차측 또는 수변전실이 없는 경우 구분전반 주차단기 2차측)에 근접하도록 설치되어야 한다. 1차 보호 SPD는 주 전원 도체에 접속되어야 한다. SPD는 N상 도체를 포함해, 주 전원 도체로 연결시키기 위한 리드선이 가능한 짧게

SPD(1차 보호기)는 필요한 경우 직격뢰 피해로부터 보호하기 위하여 통신선의 건물내 인입구 지점에 설치되어야 한다.

## 5. SPD(1차 보호기)의 다양한 설치 방법

KS C IEC 60950-1(34)의 부록 V에도 다양한 전원 시스템을 위한 SPD를 설치하는 방식이 있다. 아래 예에서 피뢰침, 전원, 통신접지를 공용으로 사용하는 접지극에 고장전류가 흐를 경우 접지극의 접지 저항에 해당되는 대지전위 상승이 발생하게 된다. 건물 내에서는 등전위 본딩으로 인해 통신 기기간 전위차는 억제할 수 있지만, 공동으로 접지된 건물 밖의 구간으로 연결되는 통신선로의 차폐층과 가스관, 수도관 등 외부 서비스 배관으로는 이상전류 또는 이상 전압의 전달 경로가 구성될 수 있다. 특히, 건물 밖으로 연결된 통신선로의 차폐층으로 전달되는 에너지는 통신선로의 서비스 품질 또는 외부 설비에 심각한 영향을 줄 수 있으므로, 장거리 통신 서비스 사업자 및 외부 설비 운영자는 이를 고려하여야 한다.

짧은 본딩 도체의 요구사항을 충족하기 위한 SPD(1차 보호기) 설치방법은 여러 가지가 있으며, 아래 5가지의 예가 있다.

- ① MET의 사용
- ② 복합 유틸리티 인클로저의 사용
- ③ 철근콘크리트 슬라브를 공동 본딩 네트워크(CBN)로 사용
- ④ 매설 링도체를 사용
- ⑤ 비매설 링도체의 사용

위의 적합한 방식을 발견할 수 없는 경우에는, 복합 보호장치(combination protection unit)가 필요할 수도 있다.

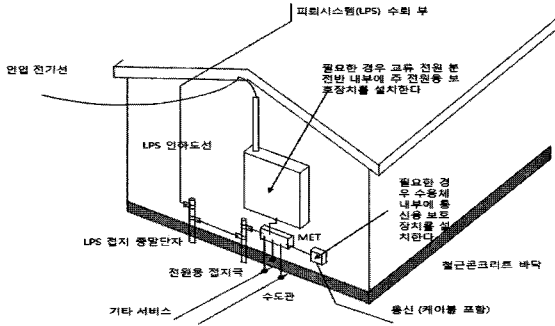
- ① MET 근처에 서비스 시설을 공동으로 위치시키는 방법  
짧은 본딩 도체로 모든 금속 서비스 배관과

SPD(필요한 경우)를 MET로 연결시킨다.

- ② 복합 유틸리티 인클로저의 사용  
복합 유틸리티 인클로저(CUE: Combined Utilities Enclosure)는 내부에 1차 보호기를 수용하면서 짧은 본딩 배선을 사용할 수도 있다. 또한 모든 금속 서비스 배관을 공통 지점에서 인입하고 함께 본딩할 수 있는 장점을 얻을 수도 있다. 이 방법은 건물 내에 있는 모든 서비스시설을 보호하기 위한 가장 좋은 방법이다.
- ③ 공동 본딩 네트워크(CBN)의 사용  
적절하게 본딩된 철근콘크리트 바닥을 가진 건물은 효과적으로 공동 본딩 네트워크(CBN: Common Bonding Network)를 구성한다. 이 경우, 본딩은 다양한 서비스 시설과 SPD를 직접 CBN에 연결하여 본딩을 구현할 수 있다. 접속은 적절한 방식으로 보강 메쉬에 직접 연결되어야 한다. 메시는 접속점 마다 전기적인 연속성이 확보되어야 한다. 그림 4는 철근콘크리트 바닥이 있는 건물의 예이다. 새로운 건물 내에서는, 보강 시트를 함께 와이어로 묶거나 용접하여 전기적인 연속성이 확보된 메시를 구성해야 한다. 기존 건물에서는, 슬라브에서 다른 지점 간의 저항을 먼저 측정해야 한다. 만약 슬라브에서 연속성이 확실치 않은 경우, 예로서 수분을 함유한 흙으로 구성된 재료인 경우, 링 접지를 설치하고 모든 접지극 위치에서 슬라브에 본딩해야 한다.
- ④ 링 접지극 사용  
링 접지극이 LPS용으로 미리 제공되어 있지 않은 경우, 지표 아래 나선 도체를 설치함으로 그림 5와 같이 링 접지극을 마련해야 한다. LPS 접지 시스템의 일정 규모가 요구되는 경우, 링 접지 각 본딩 지점에 추가로 접지극을 설치해야 한다.
- ⑤ 비매설 링도체 사용  
지표면 위에서 모든 EBB에 연결되는 링도체를

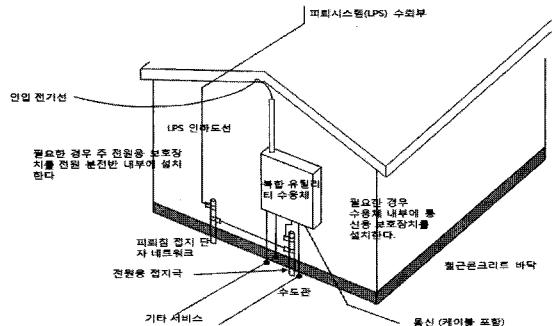
**특집 : 피뢰설비**

설치해야 한다. 각 EBB는 그림 6과 같이 접지 극에 연결된다.



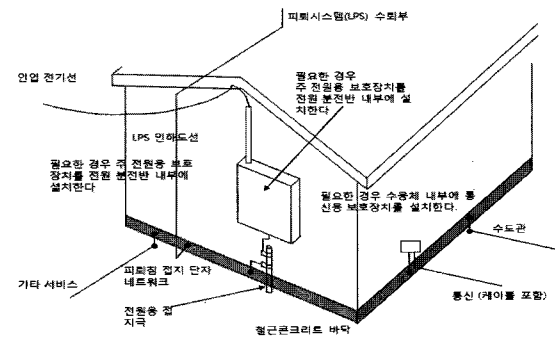
일부 국가에서는, MET가 교류 전원 배전함 내부에 있을 수도 있다.

**그림 2. MET 옆에 서비스시설을 공동으로 위치시키는 법**

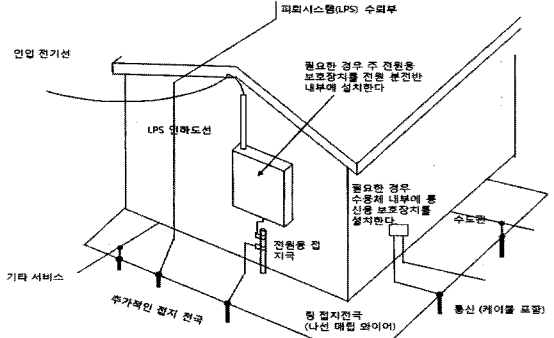


MET가 복합유틸리티 인클로저 내부에 있는 경우이다.

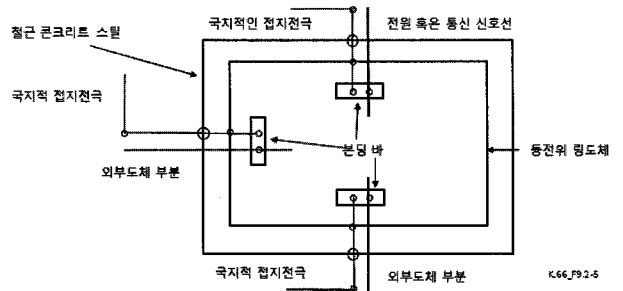
**그림 3. 복합 유틸리티 인클로저**



**그림 4. 공동 본딩 네트워크(CBN)**



**그림 5. 링 접지 전극**



서비스 배관의 등전위 분당 : 내부 링도체의 사용

**그림 6. 몇 개의 지점에서 인입하는 인입 금속**

**6. 결 론**

등전위화 실시 여부를 놓고 전기와 통신분야 엔지니어들 사이에서 이견이 발생하는 대부분의 이유는, 기능접지(FE: Functional Earth)와 보호접지(PE: Protection Earth)에 대한 이해 부족과 관점 차이에서 발생한다. 통합 접지시스템에서 통신 기기의 정상적인 서비스에 장애를 유발하는 신호가 심각하게 발생할 우려가 있는 환경이라면, 계통설계시 등전위화보다는 전원과 접지계통 분리를 심각하게 고려해야 한다. 반대로, 통신기기의 평상시 노이즈 대책이 이미 강구되어 있다면, 기능접지와 보호접지를 본딩하는 통합접지를 구성하여 일시적 과도 과전압에 대한 보호 및 양호한 등전위를 확보하는 것이 바람직하

다. 이는 대부분의 건물이나 집합건물 내의 부지 환경이, 분리 접지시스템 설계 여건에 부합하지 못하다는 맥락과 같이 한다. 접지, 피뢰설계 대상의 현장에서 전원계통의 절연과 접지 분리를 실시할 것인지, 또는 통합접지를 구성할 것인지에 대해서, 전기, 통신분야 엔지니어들은 확일적 사고보다는 유연한 현장 감각을 토대로 설계를 실시하는 것이 절실하게 요구된다.

### 참 고 문 헌

- [1] CISPR 22 Ed. 3.0 b (1997), Information technology equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement.
- [2] IEC 60050, International Electrotechnical Vocabulary, Chapters 604 and 826.
- [3] IEC 62305 (2006-1), Protection against lightning.
- [4] IEC 60364-1 (2001-08), Electrical installations of buildings - Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions.
- [5] IEC 60364-4-44 (2003-12), Electrical installations of buildings - Part 4 - Chapter 44: Protection for safety - Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances - Section 444: Protection against electromagnetic interferences (EMI) in installations of buildings.
- [6] IEC 60364-5-54 (2002-06), Electrical installations of buildings - Part 5 - Chapter 54: Selection and erection of electrical equipment - Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors.
- [7] IEC 60950-1 (2001-10), Information technology equipment - Safety - Part 1: General requirements.
- [8] IEC 61643-1 (2002-01), Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems - Part 1: Performance requirements and testing methods.
- [9] IEC 61643-12 (2002-02), Low-voltage surge protective devices - Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems - Selection and application principles.
- [10] IEC 61643-21 (2000-09), Low-voltage surge protective devices - Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks - Performance requirements and testing methods.
- [11] IEC 61643-22 (2004-11), Low-voltage surge protective devices - Part 22: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks - Selection and application principles.
- [12] IEC 61663-2 (2001-03), Lightning protection - Telecommunication lines - Part 2: Lines using metallic conductors.
- [13] IEC/TR 62102 Ed.2, Electrical Safety - Classification of Interfaces for Equipment to be connected to Information and Communications Technology Networks.
- [14] IEC 62305-2 (2006-1) Ed. 1, Protection against lightning - Part 2: Risk management.
- [15] ITU-T Recommendation K.11 (1993), Principles of protection against overvoltages and overcurrents.

- [16] ITU-T Recommendation K.12 (2000), Characteristics of gas discharge tubes for the protection of telecommunications installations.
- [17] ITU-T Recommendation K.21 (2003), Resistibility of telecommunication equipment installed in customer premises to overvoltages and overcurrents.
- [18] ITU-T Recommendation K.27 (1996), Bonding configurations and earthing inside a telecommunication building.
- [19] ITU-T Recommendation K.31 (1993), Bonding configurations and earthing of telecommunication installations inside a subscriber's building.
- [20] ITU-T Recommendation K.39 (1996), Risk assessment of damages to telecommunication sites due to lightning discharges.
- [21] ITU-T Recommendation K.46 (2003), Protection of telecommunication lines using metallic symmetric conductors against lightning-induced surges.
- [22] ITU-T Recommendation K.47 (2000), Protection of telecommunication lines using metallic conductors against direct lightning discharges.
- [23] ITU-T Recommendation K.65 (2004), Overvoltage and overcurrent requirements for termination modules with contacts for test ports or SPDs.
- [24] IEC 62305-3 (2006-1) Ed. 1, Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard.
- [25] IEC 61643-311 (2001-10), Components for low-voltage surge protective devices - Part 311: Specification for gas discharge tubes (GDT).
- [26] IEC 62305-4 (2006-1) Ed. 1, Protection against lightning - Part 4: Electrical and electronic systems within structures.
- [27] ITU-T Recommendation K.66 (2004-12), Protection of customer premises from overvoltages.
- [28] KS C IEC 62305-2 (2007/11/30) 피뢰시스템 - 제2부 : 리스크관리.
- [29] KS C IEC 62305-3 (2007/11/30) 피뢰시스템 - 제3부 : 구조물의 물리적 손상 및 인명위험.
- [30] KS C IEC 62305-4(2007/11/30) 피뢰시스템 - 제4부 : 구조물 내부의 전기전자시스템.
- [31] KS C IEC 60364-5-54 (2008/11/20) 건축전기설비 - 제5-54부 : 전기기기의 선전 및 시공 - 접지배치, 보호 도체 및 결합도체.
- [32] KS C IEC 61643-21 (2007/11/30) 저압 서지보호장치 제21부: 통신 및 신호망에 연결된 서지보호장치-성능요건과 시험방법.

### ◇ 저 자 소 개 ◇



**박종순 (朴鍾淳)**

1971년 4월 19일생. 1996년 시립인천대학교 전기공학과 졸업, 1998년 인하대학교 학원 전기공학과 졸업(석사). 2009년 한국통신기술협회 접지PG 서지보호표준 전담반 의장. 현재 (주)프라임솔루션 대표이사. 산업표준심의회 IEC TC 81 전문위원 / TC 37 전문위원 / 한국통신기술협회 접지PG 특별위원.

E-mail : jwwoo@kepri.re.kr