

지능형 뇌보호 설비 관리 시스템 개발

이태형, 조성철, 엄주홍
기초전력연구원

Development of Intelligent Lightning Protection Management System

Tae-Hyung Lee, Sung-Chul Cho, Ju-Hong Eom
Korea Electrical Engineering & Science Research Institute

Abstract - This study developed a ILPMS (intelligent lightning protection management system) to manage and mend SPD module effectively, intelligence style bonding terminal box for transmitting SPD state data, RTU(remote terminal unit) having wireless transmission facility, so that a man in service can confirm SPD state throughout its leakage current level in a central management system.

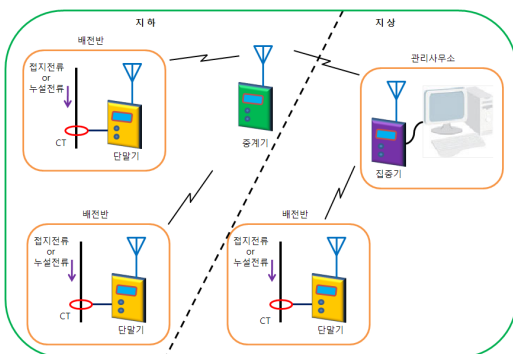
1. 서 론

내부뇌보호 설비는 충전도체를 접지계통의 보호도체와 간접 분당하기 위한 SPD(surge protective device), 비충전도체를 접지계통의 보호도체와 분당하기 위한 분당기구 등으로 구성된다. 이러한 내부뇌보호 시설은 연차별 정기점검이 필요하며, 낙뢰로 인한 뇌서지 유입이 빈번한 여름철이나 우기철에는 수시로 SPD의 정상동작 상태 및 분당기구의 접속상태 점검을 통하여 주요 보호대상설비의 원활한 운영을 확보하여야 한다. 그러나 통신설비와 전자·제어기기가 밀집된 인텔리전트 빌딩이나 공장, 공동주택 등 복합시설 단지 내에는 내부 뇌보호설비가 건축물내 여러 곳에 산재해 있으며, 인력과 시간의 제약이 따르기 때문에 적절한 시기에 신속한 점검이 이루어지기 힘든 것이 현실이다. 통신기술의 발달과 반도체를 이용한 제어설비의 증가에 따라, 주거용 주택단지, 상업용 인텔리전트 빌딩, 산업용 생산단지 내에 뇌서지에 취약한 설비는 점점 더 증가하고 있으며, 더불어 복잡 다양해지는 뇌보호설비의 원활한 점검과 유지보수를 위해 IT기술이 접목된 뇌보호관리시스템을 개발하게 되었다.

2. 본 론

2.1 ILPMS 시스템 개요

그림 1에 전체적인 ILPMS (Intelligent Lightning Protection Management System) 시스템 구성도를 나타내었다. 건물 지하에 위치한 배전반의 한 전원선에 접지전류가 흐를 때 단말기에서 접지전류 신호를 감지한다. 각 배전반에 설치되어있는 단말기에서 송신되는 신호는 중계기를 통해서 지상의 관리사무소에 위치한 집중기에 수신되어진다. 집중기에 수신된 신호는 각 노드의 상태를 PC의 모니터 상에서 전체 노드 상태를 확인할 수 있게 된다. 전체 시스템 구성도를 그림 1에 나타내었다.



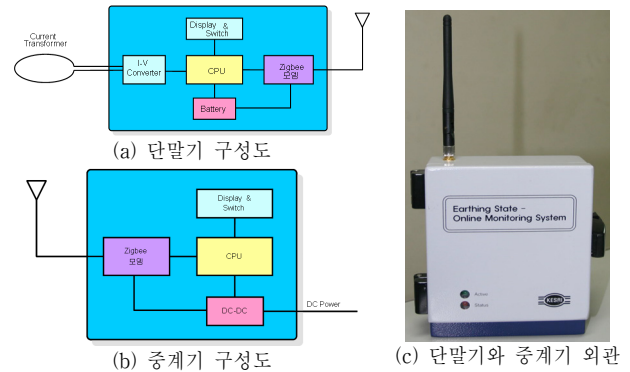
〈그림 1〉 ILPMS 시스템 구성도

2.2 단말기와 중계기

단말기는 접지전류 또는 SPD 누설전류를 측정하여 노드의 상태를 Zigbee 무선통신을 이용하여 집중기로 보내는 역할을 한다. 배전반 내의 접지 버스 또는 특정 구간에 CT를 장착하여 접지모니터링을 위한 측정 전류 또는 SPD 상태감시를 위한 누설전류가 흐를 때 단말기에서 이 전류를 감지하게 된다. 일반적으로 접지측정용이나 분당기구 감시용 전류

는 0.1~1 A의 비교적 큰 전류이지만 SPD의 누설전류는 0.1~수 mA 정도의 작은 전류이므로 전류의 변화량과 세기에 대해서는 실험을 통해 규정하게 되고 전류값에 대한 변환값을 알고 있어야 한다. 이렇게 감지된 접지 전류 또는 누설전류는 단말기에서 전압 변환 및 AD변환을 하여 모뎀을 통해 전류값을 전송하게 된다.

이 시스템은 2.4GHz 주파수 대역의 Zigbee 기반의 무선 모뎀을 적용하여 최대 115,200 bps의 전송속도를 가지며 적은 전력소모가 장점이며서 배터리 구동으로도 장시간 운용할 수 있다. 그리고 Zigbee의 네트워크 기능으로 다수의 단말에 대한 전송이 용이한 특성을 가진다. 그림 2는 단말기의 구성도를 보여주고 있다. 접지전류를 측정하는 CT와 이때 측정된 전류를 전압으로 변화시켜주는 변환기가 있다. CPU를 통하여 받아들인 신호레벨에 따른 상태를 표시해주는 부분과 신호를 집중기로 보내기 위한 Zigbee 모뎀, 그리고 단말기를 구동하기 위한 배터리로 구성되어 있다.



〈그림 2〉 단말기와 중계기 구성도

〈표 1〉 단말기 주요특성

| | |
|----------------------|-------------------|
| ○Zigbee 기반 모뎀 적용 | ○CT 사용 - 접지 전류 측정 |
| ○측정 데이터 전송기능 | ○배터리 전원 사용 |
| ○RF 출력 : 7 dBm(Max) | ○수신 감도 : -99 dBm |
| ○송수신 거리 : 500 m(LOS) | ○CPU : 8051 Core |
| ○전원 : DC 3 V | ○상태표시 램프 및 알람 적용 |

중계기의 역할은 지하와 지상간의 경우와 같이 무선 경로가 불충분한 경우에 중간에 중계기능을 갖는 단말을 배치하여 지하와 지상간의 통신을 가능케 한다. 이에 중계기는 약한 신호를 중간에서 받아서 다시 집중기로 보내는 신호증폭기 역할을 하게 된다. 중계기는 Zigbee 모뎀과 CPU, 그리고 상태표시부와 외부에서 DC전원을 받아 전원을 공급하는 전원부로 이루어져 있다.

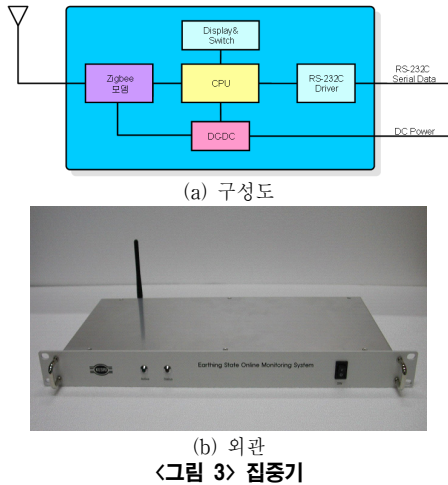
〈표 2〉 중계기 주요특성

| | |
|---------------------------|----------------------|
| ○지하 단말기와 지상 집중기 사이의 신호 중계 | ○Zigbee 기반 모뎀 적용 |
| ○배터리 전원 사용 | ○RF 출력 : 7 dBm(Max) |
| ○수신감도 : -99 dBm | ○송수신 거리 : 500 m(LOS) |
| ○CPU : 8051 Core | ○전원 : DC 3 V |
| ○상태표시 램프 및 알람 적용 | |

2.3 집중기

집중기는 단말기와 중계기에서 오는 전체 신호를 받아들여 PC상으로

전송해주는 역할을 한다. 집중기는 Zigbee 모뎀을 통하여 신호를 감지하여 CPU로 신호를 처리하고, 상태표시부에 표시를 한다. 처리된 신호는 RS-232C 통신을 통하여 PC로 보내어지고 프로그램으로 관리되어진다. 그림 3은 집중기의 구성도와 외관을 보여주고 있다.



(a) 구성도
(b) 외관
〈그림 3〉 집중기

〈표 3〉 집중기 주요특성

| | |
|---------------------------|----------------------|
| ○전체 노드 관리 기능 - 각 단말의 고장진단 | |
| ○감지 데이터 수신 및 보고 | ○RF 출력 : 7 dBm(Max) |
| ○Zigbee 기반 모뎀 적용 | ○송수신 거리 : 500 m(LOS) |
| ○수신감도 : -99 dBm | ○PC 인터페이스 : RS-232C |
| ○CPU : 8051 Core | ○상태표시 램프 및 알람 적용 |

2.4 원격 모니터링 소프트웨어

각각의 단말기에서 감지한 신호는 Zigbee 통신을 이용하여 집중기로 보내지고 이 신호는 RS232C 통신을 통하여 PC로 전달되어진다. 전달된 신호는 모니터링 프로그램에 적용되어 건축물의 각 구간에서의 SPD 상태감시를 할 수 있게 된다. 모니터링 프로그램은 실제 관리자가 건축물 내의 SPD 및 분당구간 그리고 접지상태를 유지·관리할 수 있게 해주는 중요한 부분이다. 건축물 곳곳에 설치되어있는 SPD와 분당구간의 상태를 실시간으로 감지할 수 있어 이상전압 및 전류에 대처할 수 있는 지능형 뇌보호 관리시스템의 심장부라 할 수 있다.

모니터링 소프트웨어는 Visual Studio로 제작되어진 프로그램으로서 유지입장에서 유지·관리 및 쉬운 구동방법이 가장 큰 특징이다. 실제 건축물의 설계도와 비슷한 그림화면에 실제 위치한 SPD와 분당구간에 LED 표시가 위치해 있어서 누구나도 쉽게 알아볼 수 있게 만들었다. LED 색은 정상상태일 때는 녹색, 주의가 필요한 상태는 노랑색, 위험 수준은 빨간색으로 점등하게 되어 관리의 편의성을 높였다.

2.5 ILPMS와 지능형 접지단자함

그림 4 (a)는 지능형 뇌피뢰 보호 관리 시스템인 ILPMS 본체의 외관 사진이다.



(a) ILPMS (b) 지능형 접지단자함

〈그림 4〉 ILPMS 본체 외관과 지능형 접지단자함

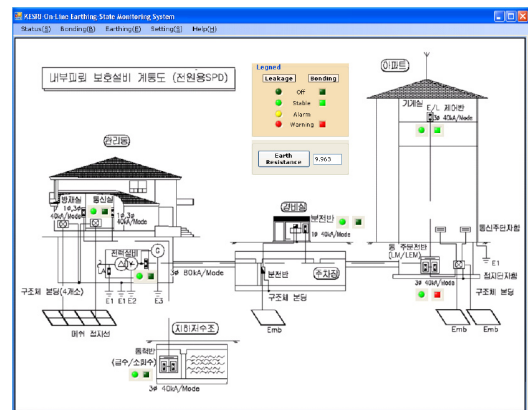
ILPMS 본체는 19인치 랙타입으로 이동이 가능하나 보통 경비실이나 방재실에 위치하게 된다. 접지 및 분당단자를 위한 IBGS 부분과 SPD의 상태감시를 위한 RTU 부분은 건물 각 동 또는 각 층에 위치하며 유·무선 전송기술을 통하여 ILPMS 본체와 연결된다. ILPMS를 현장에 적

용하기 위해서는 지능형 접지단자함이 구비되어야 하며, 본딩 파트는 지능형 본딩 단자함과 주요 본딩구간 감시를 위한 배선이 선행되도록 설계가 이루어져야 한다.

중요 개소에 설치된 SPD 모듈 외부에 부착된 디지털 표시장치에 의해 현장에서 감시가 가능하며, RTU를 이용한 누설전류 감시를 통해 무선으로도 상태감시가 가능하다. 그림 4(b)는 본 연구에서 개발한 RTU 및 전류측정용 CT를 장착하기 위한 지능형 접지단자함의 한 예를 제시한 것이다. 배전반에서 각 상의 본기에 SPD 전용 차단기를 달아 지능형 SPD의 교체나 유지보수가 편리하도록 하였으며, RTU가 SPD 옆에 설치되어 SPD의 상태감시 및 상태정보 전송기능을 담당하도록 하였다. 설치된 지능형 SPD는 낙뢰가 침입한 회수를 카운트하는 기능과 외부 LED를 통해 SPD의 고장여부, 서지퓨즈의 손상여부, 각 상의 전원인가 여부 등을 표시해 주도록 제작되었으며, 이들 정보를 광신호 변환을 통해 외부로 전송할 수 있는 기능을 포함하고 있다. 또한 내부에는 과전류 또는 SPD 고장전류를 차단할 수 있는 서지퓨즈와 열감지 퓨즈 또는 과전류에 회로를 차단하여 화재를 방지하는 기능을 하며, RTU의 단말기는 SPD에 흐르는 누설전류를 감지하여 집중기에 보내어 SPD의 상태를 항상 감시하는 기능을 한다.

일반적으로 ILPMS를 적용하기에 효과적으로 평가되는 아파트 단지를 가정하여 ILPMS의 기본 관리프로그램을 제작하였다. 아파트 단지 내에는 여러 동의 아파트 건물 및 경비실, 관리동 등의 독립 건물이 수십 m 이내에 배치되어 있으며 각각은 자체의 접지를 가지고 있다. 또한 아파트 각 동은 전원·통신선에 의해 서로 연결되어 있으며 각각의 접속부 및 주 분전반에는 SPD가 장착되어 있어서 뇌서지로부터 엘리베이터 및 기타 전원, 통신장치 등을 보호하도록 설계되어 있다. 따라서 ILPMS의 기본 관리프로그램은 이들 접지와 본딩단자 그리고 각 동에 위치한 배전반에서의 SPD 상태를 관리실의 컴퓨터 모니터에서 한 번에 확인할 수 있도록 상황을 재현하는데 중점을 두고 제작하였다.

SPD의 상태는 일정 시간 동안 감시를 하며 감시를 하지 않는 동안은 CT의 출력부를 단락시켜 서지의 유입 시 CT의 손상을 방지하도록 구성되어 있으며, 관리자가 지속적으로 체크해주어야 하는 부분이다. 또한 상태감시 동안에 서지가 들어올 경우를 대비하여 2차측에 GDT를 설치하여 RTU로 유입되는 서지를 10 V 이하로 저감시키도록 구성하였다. 그림 5는 내부피뢰 보호설비 계통도의 예를 나타내고 있다.



〈그림 5〉 내부피뢰 보호설비 계통도

3. 결 론

SPD와 내부 피뢰에 필요한 본딩기구, 접지시스템 등의 효과적인 유지·보수·관리를 위해 방계시스템과 유·무선으로 연계하여 원격에서 유지, 관리, 모니터링하기 위한 지능형 뇌보호 관리 시스템을 개발하였다. 이를 위해 SPD 상태감시 데이터를 송수신 할 수 있는 지능형 본딩 단자함, SPD의 누설전류를 감지하여 SPD 상태를 중앙관리시스템에서 확인할 수 있도록 무선 송신 기능을 갖춘 RTU를 개발하여 적용하였다.

본 연구는 지식경제부 지원에 의하여 한국전기안전공사(과제번호: R-2005-7-322)주관으로 수행된 과제임.

〔참 고 문 헌〕

[1] 이복희, 이승철, “정보통신설비의 뇌(雷)보호”, 인하대학교 출판부, 2004.
[2] IEC62305-4, Protection against lightning - Part 4 : Electrical and electronic systems within structures, pp.25~39, 2006.