

# IoT를 기반한 조명설비 누전사고 감지시스템에 관한 연구

박근영, 곽동걸, 이봉섭, 김춘삼, 전호진\*  
 강원대학교, \*비엘룩스(주)

## A Study on the Leakage Current Detection System of Lighting Installation Using IoT Technology

Kun-Young Park, Dong-Kurl Kwak, Bong-Seob Lee, Choon-Sam Kim, Ho-Jin Jeon\*  
 Kangwon National University, \*BL Lux co.

### ABSTRACT

In this study, we develop a leakage current detection device of lighting installation. The reed switch using in proposed device is activated when the leakage current is generated. We also design a GUI system of a management computer using LabVIEW and administrator's mobile phone app based on IoT. As results, this study is to build an IoT convergence system and it aims to protect people and property by coping with leakage current fault in real time.

### 1. 서론

현재 생활 전반에 적용되고 있는 조명은 주거생활, 사무, 도로, 의료, 스포츠, 관광 등 광범위한 인간 활동의 필수품이며, 산업용 조명, 경관조명, 특수조명(반도체 산업 등) 등 타 산업 분야의 근간을 제공하는 산업이며, 사회·문화·환경 등에 미치는 파급효과가 크며, 국민 생활의 질적 향상을 제공하는 중요한 역할을 하고 있다. 특히 LED 조명등은 에너지 절약이 가능한 친환경 조명의 이미지와 다양한 색상연출에 따른 감성조명의 기능이 부각되어 각 지자체 및 기업에서는 공원이나 휴양지, 분사, 사옥 등에 경관조명의 설치를 지향하고 지속적으로 증대되고 있다. 그러나 LED 조명기구의 설치 후, 유지와 관리에 대한 연구개발은 아직 미미한 실정으로 고장이 발생할 경우 관계자의 고장 인식감지의 지연과 고장의 구체적 원인 불명 등으로 인하여 사후 처리가 늦거나, 그대로 방치해 두는 경우가 많다. 특히 조명기구의 누전사고는 이용자들의 안전에 매우 큰 위험을 주는 상황으로, 이는 조명설비가 타 설비와 비교하여 전선로가 길고 조명 간에 접속된 선로가 많아 빈번히 발생하는 사고이다. 본 연구에서는 조명기구의 누전사고를 감지하는 회로를 개발하고 IoT 네트워크 기술을 이용하여 원격지 관리자의 컴퓨터 또는 모바일 폰으로 상시 감시할 수 있는 모니터링 시스템을 구축하고자 한다.

### 2. IoT 기반 조명설비 누전사고 감지 시스템

#### 2.1 제안한 조명기구 누전 감지회로 설계

그림 1은 조명기구 누전사고 검출을 위하여, 간단한 구조의 누전사고 감지회로를 나타낸다. 조명기구는 전원선과 중성선을 통하여 전원이 공급되고, 누전사고 감지는 접지선에 리드 스위

치를 이용하여 구성된다.

누전(누설전류)은 저항성 누설전류와 용량성 누설전류로 분류되고, 인체 감전이나 전기화재 발생은 저항성 누설전류로 인해 발생된다. 또한 기존의 누전차단기는 이를 구분하지 않고 저항성과 용량성 누설전류의 합성전류를 감지하여 차단기를 동작시킨다. 조명기구와 같은 전선로가 긴 경우, 저항성 누설전류보다 용량성 누설전류가 증가하는 원인이 되어 현장에서는 빈번한 누전차단기의 트립(trip) 동작이 이뤄지고 있다. 이러한 누전차단기의 빈번한 트립을 해지하기 현장의 관리자 또는 기술자들은 누전차단기를 무시하고 전선로를 점핑 접속하여 사용하는 경우가 대다수이다. 이는 누전이 발생한 조명기구로 인한 인체 손상이나 전기화재의 원인이 되곤 한다.

본 제안한 누설전류 감지회로는 이를 해결하기 위하여, 먼저 용량성 누설전류를 상쇄하기 위하여 접지선을 코일 형태로 구성하고 또한 리드 스위치를 이용하여 누설전류를 감지하는 간단한 회로구조로 설계되는 특징이 주어진다. 또한 리드 스위치가 동작되면 DC전원이 폐회로가 형성되어 IoT 마이크 컴퓨터 시스템으로 전원을 공급이 되며, IoT 마이크 시스템의 메모리 저장된 데이터 값을 관제나 관리자 스마트 폰으로 경고 데이터를 송출하는 일련의 동작원리를 가진다.

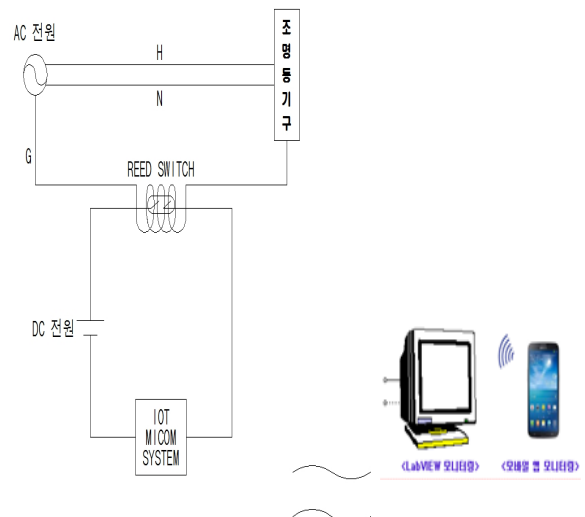


그림 1 IoT 기반의 조명기구 누전 감지 블록도  
 Fig. 1 Block diagram for leakage current detection of lighting installation based on IoT

## 2.2 리드 스위치의 재검토

리드 스위치는 그림 2와 같이 유리관 속에 밀봉된 2개의 자성 리드 조각이 스프링의 탄성에 의해 열린 상태로 되어 있다. 자석을 접근시키면 2개의 리드 조각을 통하여 자기회로가 되어 2개의 리드는 끌어당겨져 접점을 닫는다. 자석을 멀리하면 다시 탄성으로 인해서 원래의 열린 상태로 돌아간다. 스위치의 접촉부분에는 금도금이 베풀어지고, 유리관 속에는 불활성 가스가 밀봉되어 안정된 동작을 시키도록 되어 있다.

또한 리드 스위치는 양 끝에 리드핀과 접촉부와 연결되어 있으며 내부에는 접점에 의한 방전현상을 방지하기 위하여 불활성 가스로 구성된다.

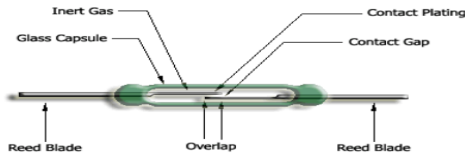


그림 2 리드스위치의 구조  
Fig. 2 Structure of reed switch

## 2.3 IoT를 위한 마이컴 프로그램 설계

제안한 누전 감지회로에서 누전이 감지되면 감지회로와 접속된 마이컴이 동작하고, 마이컴의 SensingState 입력단에 누전 검출입력이 인가된다. 리드 스위치가 오프일 때는 마이컴의 디지털 포트에는 전압이 입력되지 않는다. 전압이 입력되기 전까지는 누전 검출이 없는 상황이므로 SensingState는 LOW 이므로 누전을 알리는 SensingDanger 변수를 0으로 선언한다. 반대로 리드 스위치가 온이 되면 마이컴의 디지털 포트에는 전압이 입력되어 SensingState는 HIGH가 되므로 누전을 알리는 SensingDanger 변수를 1로 선언한다. 그림 3과 그림 4은 이에 대한 관련 프로그램을 보인다.

```
if (SensingState == HIGH){
    SensingDanger = 1;
}
else (SensingState == LOW){
    SensingDanger = 0;
}
```

그림 3 누전 검출 관련 소스 프로그램  
Fig. 3 Source program for leakage current detection

```
if (client) {
    Serial.println("new client");
    boolean currentLinesBlank = true;
    while (client.connected()) {
        if (client.available()) {
            char c = client.read();
            Serial.write(c);
            if (c == '\n' && currentLinesBlank) {
                client.println("HTTP/1.1 200 OK");
                client.println("Content-Type: text/html");
                client.println("Connection: close");
                client.println("Refresh: 5");
                client.println();
                client.println("<!DOCTYPE HTML>");
                client.println("<html>");
                if(SensingDanger == 1){
                    client.println("danger");
                }
                else if(SensingDanger == 0){
                    client.println("normal");
                }
                client.println("</html>");
                break;
            }
            if (c == '\n') {
                currentLinesBlank = true;
            }
            else if (c != '\r') {
                currentLinesBlank = false;
            }
        }
    }
    delay(20);
    client.stop();
    Serial.println("client disconnected");
}
}
```

그림 4 마이컴 서버 구동 프로그램  
Fig. 4 Program for micom server drive

SensingDanger가 1이면 마이컴은 누전 검출이 되었다고 인식한다. 그러면 서버에 “danger”를 출력하여 누전을 알린다. 반대로 SensingDanger가 0이라면 마이컴은 누전 검출이 되지 않았다고 판단하여 “normal”을 출력한다.

그림 5는 LIFA(LabVIEW Interface for Arduino)를 사용하여 마이컴과 LabVIEW 간의 시리얼 통신을 구성한 제어블록 프로그램을 나타낸다. 누전이 발생하였을 경우, LabVIEW에서 설정된 핀으로 사고발생 신호가 입력되면 누전 상황에 대한 LabVIEW 프로그램이 동작한다. 또한 LabVIEW 프로그램이 설치된 중앙관리 컴퓨터에 이를 표시하여 누전을 알린다.

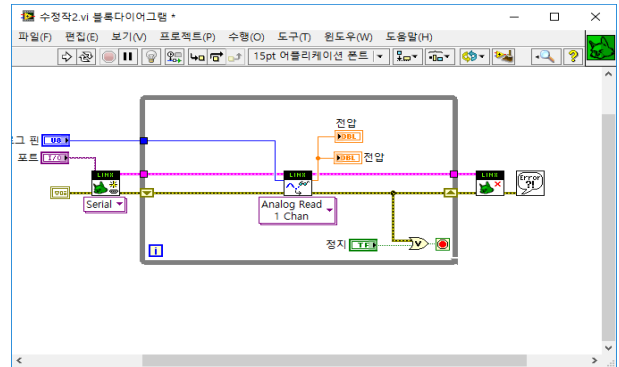


그림 5 랩뷰 프로그램 블록도  
Fig. 5 Block diagram of LabVIEW program

## 3. 결론

본 논문에서는 IoT를 접목한 조명기구 누전사고 검출 시스템에 대해 제안하였다. 국내외 기술은 CT 또는 ZCT를 사용하여 누전을 검출하는 방식으로 이뤄지고 있지만, 이는 시스템 구축비용 상승 및 시간이 경과함에 따라 오동작의 원인이 되어 안전사고에 노출빈도가 높은 것으로 분석된다. 제안한 누전감지회로는 리드 스위치를 이용한 간단한 구조로 설계되고, 또한 조명기구 누전시스템에 IoT 기술을 융합하여 능동적으로 일어나는 현상의 문제를 실시간으로 대처하여 인체 손상 및 재산피해를 보호할 수 있는 장점이 주어진다.

- 본 연구는 중소벤처기업부에서 지원하는 2018년도 산학협력 기술개발사업의 연구수행으로 인한 결과물임.
- 또한, 본 논문은 행정안전부장관의 재난관리분야 전문인력양성사업으로 지원되었음.

## 참고 문헌

- [1] 오대곤, “LED 시스템 조명 기술의 전망”, KEIT PD ISSUE Vol. 11, No. 4, pp. 61-88, 2011.
- [2] S.W. Shin, J.M Lim, et al, “Consideration of The back side reflector for LED Lighting Fixture”, Proceedings of KIIEE Annual Conference, pp. 126-129, 2008.
- [3] 김태훈, 박진성, 한연주, 정지에, 윤철구, “주택용 고효율 조명기구 개발”, The Proceedings of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, pp. 35-42, 2007.