

# 재래시장 전기재해 감소를 위한 실시간 확인이 가능한 분전반 개발

논문  
59P-3-16

## Development of the Cabinet Panel of Real-Time Availability Checks for Electrical Disaster Decreasing at Traditional Markets

김기현<sup>†</sup> · 이상익\* · 신성수\*\* · 배석명\*\*\*  
(Gi-Hyun Kim · Sang-Ick Lee · Seong-Su Shin · Seok-Myung Bae)

**Abstract** - In this paper, in order to reduce the electrical disaster damage which is caused by with electrical equipment of traditional markets, we developed the cabinet panel and the electrical safety monitoring system which is able to monitor the electrical equipments condition(over current, leakage current, arc, WH, electrical fire factor etc.) at traditional markets. We constructed Test-bed for testing reliability of electrical safety monitoring system and cabinet panel. And we tested the cabinet for over current, leakage current and arc under the traditional markets actual condition. This paper will be used with the data for an demonstration project after compensating the defects which are occurred to operation of traditional markets actual loads.

**Key Words** : Leakage Current, Arc, Electrical Safety Monitoring System, Cabinet Panel, Traditional Markets

### 1. 서 론

재래시장의 화재 발생 주요 원인에 대한 설문 조사 분석에 따르면 전체의 69.6[%] 정도가 전기에 의한 화재, 그 다음으로는 난로가 13.9[%], 가스, 보일러 등으로 조사되는 것처럼 재래시장 화재의 큰 원인으로 전기가 그 원인에 있다 [1,2]. 전국 1,660여 개의 재래시장 중 각 지역별로 17의 재래시장 대하여 현장실태조사를 한 결과 분전반을 설치하지 않고 누전차단기(ELB)나 배선용차단기(MCCB)를 노출된 합판이나 벽에 설치하여 노출된 상태로 커튼이나 옷과 같은 상품을 진열하면서 차단기와 전선을 가려놓아 차단기나 전선의 접속부위에서 발생할 수 있는 스파크나 아크에 의한 화재위험성에 노출되어 있는 것으로 조사되었다[3]. 따라서 재래시장의 전기 화재 감소를 위한 과부하, 누전, 아크 발생을 실시간으로 측정할 수 있는 재래시장용 분전반을 개발하여 그에 따른 과부하, 누전 및 아크 발생에 따른 특성 실험을 하였다. 추후 제품의 신뢰성을 검증하기 위해 전기안전 인증을 추진하여, 일정 재래시장 장소에서 시범사업을 추진 할 예정에 있다.

### 2. 본 론

#### 2.1 분전반 전기안전 보호요소 개발

재래시장에 사용되는 삼상용 동력 분전반과 단상용 전등 분전반을 제작하였다. 단상과 삼상용 분전반에 각각 단상

분기 차단기에 누설전류, 과전류를 검출할 수 있는 센서들이 내장된 차단기가 포함되어 있고 아크를 검출하여 차단할 수 있는 아크 보드 및 제어보드가 장착되어 있다.

분전반의 성능으로 과전류, 누설전류, 아크를 검출 할 수 있는 센서를 내장하고, 검출된 신호를 출력이 가능하도록 구성하였다. 전등용 분전반의 기본 사양으로는 다음과 같이 구성이 되어 있다.

- Main 차단기 사양 : 60AF
  - ▷ 정격전압 : 220[V]
  - ▷ 정격전류 : 60[A]
  - ▷ 과전류 차단 방식 : 완전전자식
  - ▷ 내부 센서 : CT 2EA / ZCT 1EA

- 분기 누전 차단기 사양 : 20[A]
  - ▷ 정격전압 : 220[V]
  - ▷ 정격전류 : 20[A]
  - ▷ 과전류 차단 방식 : 열동전자식
  - ▷ 내부 센서 : CT 2EA / ZCT 2EA
  - ▷ 정격감도전류 : 30[mA] / 0.03초 이내 동작

동력용 분전반의 기본 사양으로는 다음과 같이 구성이 되어 있다.

- Main 배선용 차단기 사양 : 100AF
  - ▷ 정격전압 : 380[V] 4P
  - ▷ 정격전류 : 100[A]
  - ▷ 과전류 차단 방식 : 완전전자식
  - ▷ 내부 센서 : 각 상별 CT / ZCT 구성
  - ▷ 차단기 동작 상태 신호 검출

- 분기 동력용 배선용 차단기 사양 : 50[A]
  - ▷ 정격전압 : 380[V] 3P
  - ▷ 정격전류 : 50[A]
  - ▷ 과전류 차단 방식 : 완전전자식
  - ▷ 내부 센서 : 각 상별 CT / ZCT 구성
  - ▷ 차단기 동작 상태 신호 검출

<sup>†</sup> 교신저자 정회원 : 한국전기안전공사 전기안전연구원 선임연구원 · 공박  
E-mail : ghkim7151@kesco.or.kr

\* 정 회 원 : 한국전기안전공사 전기안전연구원 선임연구원 · 공박

\*\* 정 회 원 : 한국전기안전공사 전기안전연구원 연구원

\*\*\* 시니어회원 : 한국전기안전공사 전기안전연구원 전기안전IT센터장  
접수일자 : 2010년 6월 4일  
최종완료 : 2010년 6월 20일

- 분기 누전 차단기 사양 : 20[A]
  - ▷ 정격전압 : 220[V]
  - ▷ 정격전류 : 20[A]
  - ▷ 과전류 차단 방식 : 열동전자식
  - ▷ 내부 센서 : CT 2EA / ZCT 2EA
  - ▷ 정격감도전류 : 30[mA] / 0.03초 이내 동작

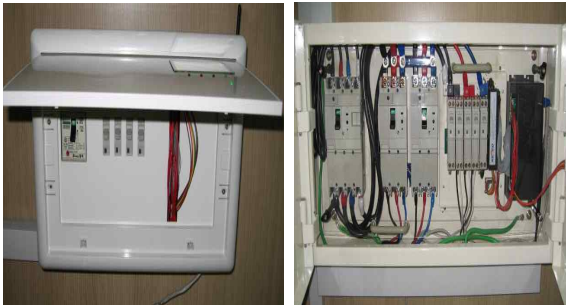


그림 1 분전반 개발 (단상, 삼상용 분전반)  
Fig. 1 Cabinet panel development

2.2 원격 감시가 가능한 메인 제어 보드 개발

상가 분전반의 메인보드 및 통신 보드는 분전반의 분기 차단기에서 측정되는 각종 전압, 전류, 차단기 상태 등에 대해 통신 보드에서 Serial로 데이터를 측정하여 Ethernet으로 변환하여 광 MUX로 전송하고 MUX에서 서버로 전송하는 시스템을 구성하였다. 하지만 신뢰성 평가에 따른 효율성 및 안전성과 가격 부분에 대한 검토 후에 통신 보드의 기능을 메인 보드에서 포함하여 Serial to Ethernet의 기능과 Zigbee to Serial의 기능을 하나의 보드에서 다음 그림 2와 같이 구현하였다.

- A. Serial to Ethernet의 기능과 Zigbee to Serial의 기능을 하나의 보드에서 구현.
- B. Zigbee 통신을 이용하는 침입감시 및 화재 감시 시스템 구현
- C. 분전반 Data를 RS485 통신을 이용하여 광변환 장치인 MUX로 전송
- D. PDA의 Serial 단자를 이용하여 경고 기준 값 설정 및 변경 설정 등
- E. Data 처리 및 일정 시간(15분) 유지를 위한 메모리 구성

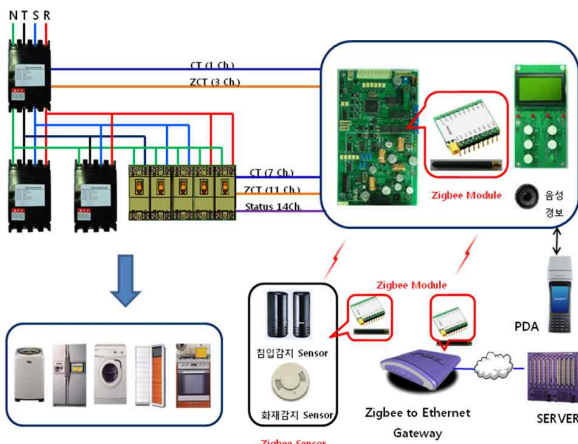


그림 2 메인 제어보드의 기능 및 역할  
Fig. 2 Function and part of Main control board

2.3 전기화재 요인 특성 실험

재래시장 전기화재 원인으로 과부하 전류, 누전전류, 아크 발생에 의한 화재 원인이 대부분[4]이기에 이를 원격으로 감시 분석 할 수 있도록 구성하고 그에 따라 보호 요소의 특성 실험을 하였다. 누설 전류 부분에 대하여 상가 분전반의 분기 차단기(정격 20[A], 30[mA])에 1차, 2차 경고 값을 10[mA], 15[mA]로 설정 후 누전 발생기를 이용하여 누전 발생시 분전반 전면의 LCD에 그림 3처럼 1차 경고 화면이 생기고, 관련 이벤트 데이터가 전기안전관리 시스템 서버로 전송되도록 구성이 되어 있다. 또한 MUX 장비를 통하여 서버 Web 화면에 정상적으로 1차, 2차 경고가 발생을 하고 상가 분전반의 상태를 정확히 확인 할 수 있도록 구성하였다. 또한 그림 4에서처럼 분기 차단기(정격 20[A])에 전류 발생 장치를 통하여 과부하 전류를 인가하여 LCD에 1차, 2차 경고 값을 5[A], 10[A]로 설정한 후 순차적으로 인가 하였을 때 LCD 화면에 과부하 발생 경보를 확인 하였다.



그림 3 누설전류 발생 및 LCD에 경고 분기 표시  
Fig. 3 Leakage generation and LCD warning display



그림 4 과부하 발생 및 분전반 LCD에 경고 분기 표시  
Fig. 4 Overcurrent generation and LCD warning display

그림 5, 6는 서버 Web 화면에 발생하는 부분으로 그림 5는 메인 화면에 1차 경보에 대한 발생 시간, 발생된 분기 및 발생 주소에 대한 부분이 표시되고 있다. 또한 그림 6은 해당 상가에 들어가서 경보가 발생된 분기 차단기에 대한 상세한 정보를 표시 하는 부분을 나타낸 화면이다.

아크가 발생이 되면 상가 분전반에서 측정하여 서버에 실시간으로 차단기 상태를 확인 할수 있도록 구성이 되어 있다. 그림 7에서처럼 형광등 부하(스타트 식)에서 아크가 발생하였을 때 과형이고, 아크가 발생을 하였을 때 차단기 Off 됨과 함께 아크 차단에 의한 경보가 LCD 화면에 발생된 분기와 같이 표시되는 것을 확인 하였다.

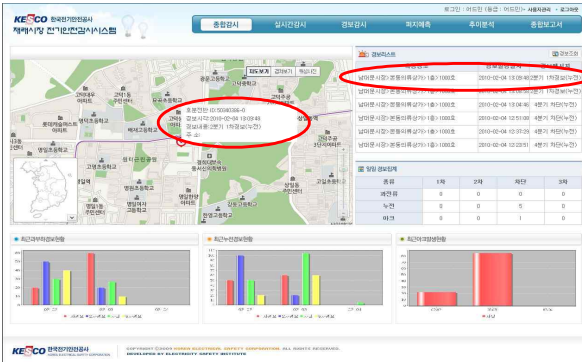


그림 5 누설전류 10mA 발생 시 Web 화면에 경고 표시  
Fig. 5 Web warning display at Leakage 100mA generation



그림 6 상가 분전반 분기 회로의 경고 표시  
Fig. 6 Web warning display of cabinet panel branch

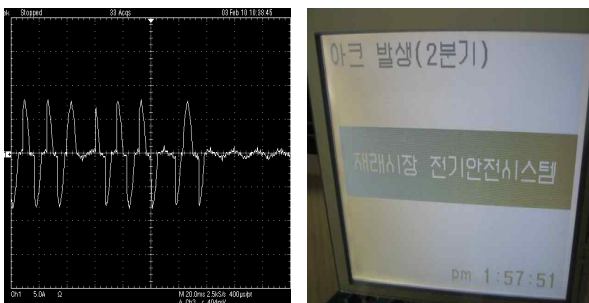


그림 7 아크 발생 및 LCD 아크 차단 분기 표시  
Fig. 7 Arc generation and LCD display for arc cut

아크 발생에 대한 신뢰성을 검증하기 위해 전동부하, 전동기 부하, 전열부하, 냉방부하를 분류하여 실험을 진행하였다. 전동 부하에서 할로겐, 백열등, 형광등을 전원에 연결하여 ON/OFF 시에 차단기가 차단되지 않음을 확인 하였다. 또한 형광등 및 백열전등, 파절기(동력부하) 부하의 정상적인 파형과 아크 발생 시에 파형을 측정하였고, 아크가 발생 시에는 차단됨을 확인 하였다. 그림 8, 9, 10은 전동 부하 및 전동기 부하에 대한 정상 파형과 아크 발생기를 통하여 아크가 발생 되었을 때 차단되는 시점 또는 아크가 포함된 파형을 취득하여 파형을 측정 한 그림이다. 아크 발생 장치의 내부 저항에 의한 기본 부하전류가 약 5A 정도 걸리기에 기본 부하에 포함해 아크 파형이 발생되도록 구성 하였다. 파형은 부하 측에 CT를 걸어 놓고 측정을 하였다.

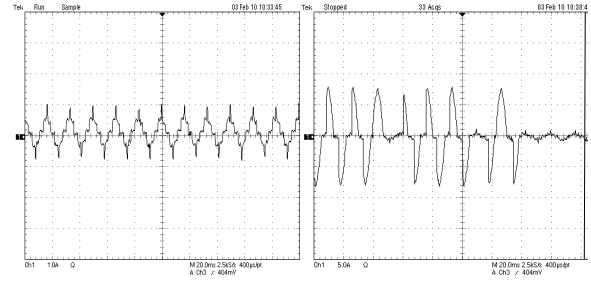


그림 8 전자식형광등 정상 파형(좌) 과 아크 발생시 파형(우)  
Fig. 8 Fluorescent normal wave(left) and wave at Arc generation(right)

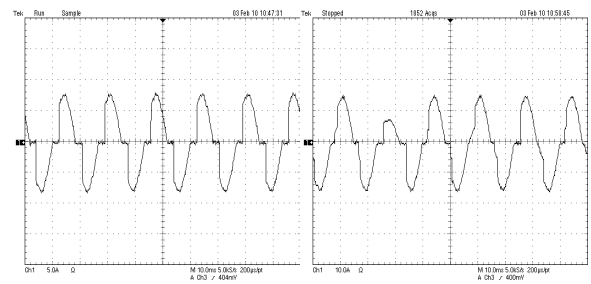


그림 9 백열전등 정상 파형(좌) 과 아크 발생시 파형(우)  
Fig. 9 Light bulb normal wave(left) and wave at Arc generation(right)

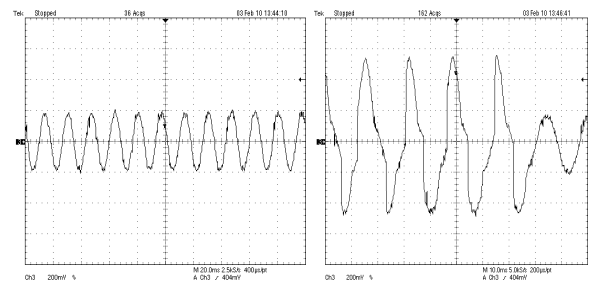


그림 10 파절기 정상 파형(좌) 과 아크 발생시 파형(우)  
Fig. 10 Light bulb normal wave(left) and wave at Arc generation(right)

### 2.4 재래시장 Test-bed 구성 및 전기안전감시시스템 개발

재래시장의 전기설비로 인한 화재예방을 위하여 그림 11 과 같이 개발된 각 상가 분전반과 통신 설비를 구성하여 Test-Bed를 구성하였다. 실증 실험을 위해 재래시장에서 사용되는 육절기, 제빙기, 골절기, 전동 부하(백열등, 형광등, 할로겐), 전열기, 반죽기, 냉장고 등 20여 종의 재래시장 관련 부하를 구입하여 제작된 Test-Bed 구성에 대한 신뢰성 실험을 하였다. 개발되는 재래시장 전기안전감시시스템은 그림 12 에서와 같이 광통신 USN 환경을 구축하고 상가 분전반 및 수배전반, 층분전반으로부터 수신되는 정보를 자체 서버에 기록, 유지, 보관하고 실시간으로 중앙서버로 전송하고 Event 발생시 PDA로 전송이 가능하여 현장 확인이 가능하도록 제작 되어 있다. 전기안전감시시스템은 누설전류, 과전류, 아크 고장 등에 의해 발생하는 신호들을 수집하여 분전반의 제어 회로에서 이를 일괄 분석하여 전기 화재 징후를 파악하여 분

전반 내의 통신 회로를 통해 광 멀티플렉서(Optic-MUX)를 거쳐 그림 12처럼 시장의 서버와 메인서버로 전송이 된다. 광 멀티플렉서로 여러 통신 설비(ITV, iPhone, PC 등)를 한 통신선으로 사용할 수 있어 별도의 다른 통신선 시설은 필요가 없다[5]. 또한 이상 현상(Event)이 발생되면 PDA로 전송이 되어 현장담당자가 출동하여 전기재해를 예방할 수 있도록 체계적인 실시간 네트워크가 구성 되도록 하였다.

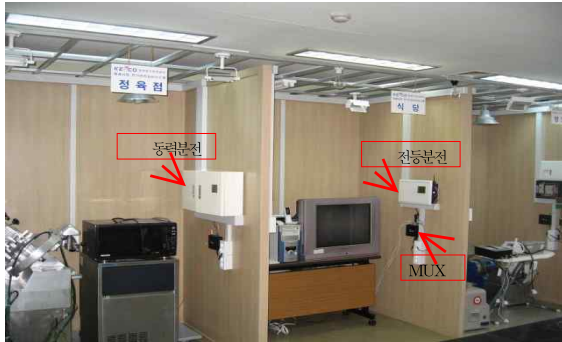


그림 11 재래시장 Test-Bed 및 상가 분전반 구성  
Fig. 11 Test-Bed construction and cabinet panel of traditional markets

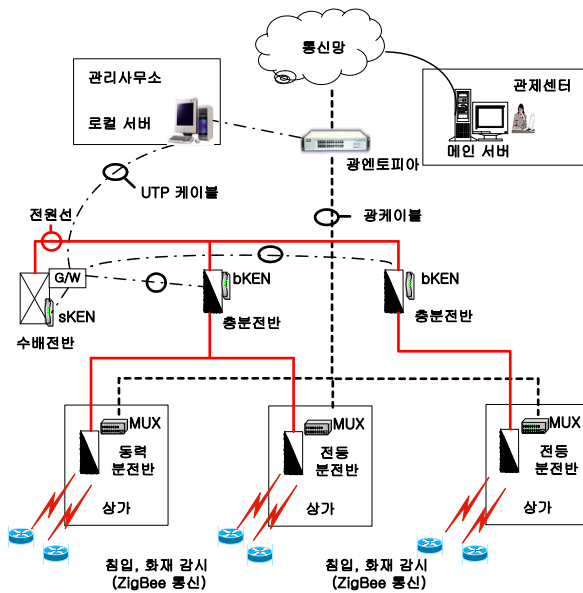


그림 12. 재래시장 전기안전감시시스템 Test-Bed 구성도  
Fig. 12. Electric safety monitoring system Test-Bed of traditional markets

### 3. 결 론

전기재해에 취약한 재래시장의 전기화재 및 감전 사고를 미연에 방지하기 위한 전기안전감시시스템은 광통신을 활용하고 유비쿼터스 센서 네트워크 환경을 구축하고 수배전반, 분전반 등으로부터 수신되는 전원 품질 관련 자료, 과부하, 누전, 아크 등 전기안전 정보를 로컬서버에 기록, 유지, 보관하고 실시간으로 중앙서버와 PDA로 전송이 가능하며 자료를 분석할 수 있도록 제어네트워크 기술을 활용하여 전기안

전감시시스템을 설계 및 설치 운영하였다. 따라서 상가 내에 설치될 분전반은 상가 내의 전기설비에서 발생할 수 있는 누설전류, 과전류, 아크 발생을 분석하고 판단하며 전력량을 측정하여 서버로 데이터를 전송하고, 수시로 전기안전 보호 요소 관련 Data를 Web 화면에 확인 할 수 있도록 구성하였고, 재래시장 실증 시범사업을 진행하기 위해 재래시장 실증 부하를 구성을 하여 실험을 하였다. 전기안전감시시스템의 안전성과 신뢰성, 정확성을 검토하기 위해 과부하, 누전, 전력량, 각종 Data에 대한 부분을 Test-Bed로 구축된 다양한 부하 실험을 통하여 부하 패턴에 따른 운영상에 문제점 부분과 개선 사항에 대한 검토와 Event 발생 시 현장에서 정보를 간편하게 확인 할 수 있도록 폰 Web Program로 개발을 하여 운영 중에 있다. 본 자료를 근거로 상가 분전반의 안전성을 검증하기 위한 전기안전 인증을 진행 중에 있고, 추후 재래시장을 선정해 전기안전감시시스템에 대한 시범운영을 할 예정에 있다.

### 감사의 글

본 연구는 산업자원부 전력산업기반기금에 의해 수행되었습니다.

### 참 고 문 헌

- [1] 화재사례를 통하여 고찰한 재래시장 소방안전에 관한 연구, 석사학위논문,서울시립대학교, 2006.8
- [2] 임실근, 재래시장 개선과 지역 경제 살리기, 용인송담대학교, 2007.
- [3] Gi-Hyun Kim, Sang-Ick Lee, Seong-Su Shin, Suk-Myong Bae, "Development of Electric safety Monitoring system and cabinet panel of Traditonal market", JIEIE Korea, vol. 24, pp23-128, April 2010.
- [4] 김국일, 재래시장 시설의 안전관리 및 개선 방안, 석사학위 논문, 경일대학교, 2007. 8
- [5] 김장주, '광통신 시스템 공학', 진한 도서, 2004. 02

### 저 자 소 개



#### 김 기 현 (金基鉉)

1971년 5월 1일생. 1997년 숭실대학교 전기공학과 졸업. 2000년 8월 동 대학원 졸업(석사). 2008년 2월 동 대학원 졸업(박사). 2006년 전기안전기술사 취득. 2003년 ~ 현재 전기안전연구원 주임 연구원.  
Tel : 031-580-3057  
Fax : 031-580-3066  
E-mail : ghkim7151@kesco.or.kr



**이 상 익 (李尙益)**

1968년 12월 9일생. 1994년 호서대학교 전기공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2007년 건국대학교 전기공학과 졸업(박사). 1996년~현재 전기안전연구원 선임연구원.

Tel : 031-580-3053

Fax : 031-580-3111

E-mail : sangickl@kesco.or.kr



**배 석 명 (裋錫銘)**

1956년 10월 22일생. 1984년 창원기능대학교 전기기기과 졸업. 1981~1997년 한국전기안전공사 재직. 1997년~현재 전기안전연구원 차세대연구팀장/부원장.

Tel : 031-580-3050

Fax : 031-580-3111

E-mail : sukmyong@hanmir.com



**신 성 수 (申成秀)**

1976년10월25일생. 2004년 충북대학교 전기전자공학부 졸업. 2007년 동 대학원 전기 공학과 졸업(석사). 2009년~2010 한국전기안전공사 근무. 2010년~현 전기안전연구원 연구원.

Tel : 031-580-3058

Fax : 031-580-3066

E-mail : shinss@kesco.or.kr