Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers (2011) 25(7) : 92~96
DOI : 10.5207/JIEIE.2011.25.7.092

논문 25-7-13

모바일 이용 가능형 ESMS 기능의 단상 분전반 개발 연구

(Development of Single Phase Cabinet Panel with Electrical Safety Monitoring System by Mobile)

김기현* · 이상익 · 신성수 · 배석명
(Gi-Hyun Kim · Sang-Ick Lee · Seong-Su Shin · Suk-Myong Bae)

Abstract

In this paper, in order to reduce the electrical disaster such as electrical fire at traditional markets, we need to develop the ESMS(electrical safety monitoring system) which is able to monitor the power status of electrical equipments. Therefore, for solving the those problems, we developed the detection censor(ZCT, CT) and equipment of data analysis and transmission. The detection censor and equipment are able to monitor the electrical equipments condition(over current, leakage current, arc, etc.). We constructed Test-Bed for testing reliability of the ESMS and obtained certification. And we tested the over current, leakage current and arc under the normal condition.

Key Words : Electrical Safety Monitoring System, Cabinet Panel, Traditional Markets, Mobile

1. 서 론

재래시장의 화재 발생 주요 원인에 대한 설문 조사 분석에 따르면 전체의 69.6[%] 정도가 전기에 의한 화재로 조사가 되는 것처럼 재래시장 화재의 큰 원인이 되고 있다[1,2]. 따라서 전기재해 취약 장소인 재래시장의 전기안전을 위해 각 상가에서 사용되고 있는 전기 부하에서 발생되는 과부하 ,누전, 아크등의 신호를 전기안전 관리 담당자 또는 상가 주인에게 정보를 제공하여 사전에 전기재해를 예방하기 위한 시스템 개발이 필요하다. 이를 해결하기 위해 정보 제공이 용이한 모바일을 이용한 전기안전 감시시스템을 개발하였다. 회로차단기 부하 측과 전원 측의 전원 공급 상태를 변류기(Current Transformer) 및 영상변류기(Zero Current Transformer) 이용하여 모두 감지하여, 전원 공급 상태 신호를 분전반의 통신보드를 통해 외부의 원격 관리 단말기에 송신할 수 있도록 구성하고 사고 발생시에는 모바일을 통해 정보가 제공되도록 구성하였다. 영상변류기를 통해 누전을 검출하는 누전검출 보드 및 내장된 다수의 검출센서에서 출력되는 신호를 수신하여 전원 이상 상태 및 차단기의 전원 공급 상태를 감지하는 감지 보드와 상기 감지 보드에 연결되어 신호를 송출하는 신호 출력 단자가 포함된 회로차단기 상기 신호출력단자가 삽입되는 홀이 형성되며, 신호출력단자가 연결되어 신호를 수신하여 변환, 분석

* 주저자 : 전기안전연구원 선임연구원
Tel : 031-580-3057, Fax : 031-580-3066
E-mail : ghkim7151@kesco.or.kr
접수일자 : 2011년 5월 20일
1차심사 : 2011년 5월 28일, 2차심사 : 2011년 7월 7일
심사완료 : 2011년 7월 11일

하는 메인보드를 통해 변환, 분석된 신호를 외부로 출력하는 통신보드를 포함하여 구성하였다. 센서를 내장시켜 전원상태를 감지하며, 감지된 회로차단기의 감지신호를 출력단자를 통해 분전반의 메인보드의 단자와 연결하여 메인보드로 송신하고, 메인보드에서 변환 분석된 신호를 원격으로 전송하도록 분전반을 구성하여, 차단기에 별도의 마이크로 스위치를 구성하지 않고도 원격에서 차단기의 전원공급 및 배선상태를 감시할 수 있는 효과가 있다.

2. 본 론

2.1 슬림형 차단기에 적합한 변류기(CT) 및 영상변류기(ZCT) 개발

차단기는 전력 계통에서 매우 중요한 역할을 하는 전력기기로 정상 작동 시에는 안정적으로 수용가에 공급해야 하며, 사고 발생 시에는 신속하게 전류를 차단하여 사고 전파를 최소화 하는 역할을 해야 한다[3]. 이러한 역할을 수행하기 위하여 일반적으로 차단기에는 정격 전류이상으로 전류가 흘렀을 경우에 차단기 내부에 설치된 바이메탈의 팽창계수의 변화로 만곡되어 차단기 구동 접점을 동작시켜 전원공급을 차단하며, 마찬가지로 차단기는 하부 배선에서 금속물질등과 같이 상간 단락사고가 발생할 경우 순시전류를 차단하도록 동작할 뿐만 아니라, 누전이 발생할 경우 영상변류기에 의해 불 평형 전류를 감지하여 누전에 의한 인체감전 사고나 화재사고를 예방하고 있다. 그렇지만, 이러한 차단기가 설치되어 있음에도 전 세계적으로 매년 전기에 의한 많은 화재가 발생하고 있으며, 이러한 원인을 분석한 결과 주요 원인이 아크 전류에 의한 것으로 판명되었다[4]. 또한 연속적인 누전발생에 의한 차단기의 구동접점의 탄화, 배선의 절연 파괴, 과전류에 의한 배선의 기계적, 전기적 스트레스 증가 및 손상, 배선 연결결함 등의 매우 다양한 원인에 의해서 전기화재 및 인체 감전사고로 이어지게 된다. 따라서 이런 문제점을 해결하기 위해 차단기의 내장된 센서에서 검출된 신호를 차단기 자체에서 데이터를 가공하여 원격으로 전송할 수 있도록 구성된 데이터가공과 무선통신기능을 갖는 회로차단기가 필요하다. 이러한 기능 구현을 위해서는 분전반 공간의 확충 등과 같이 시스템의 대형화가 필요하다. 그러나 분전반 설계/제작의 효율화를 위해 소형 치수와 차단성능의 표준화, 공간 축소를 위한 차단기의 소형화에 대응 가능하는 기술 개발 요구가 강하게 나타나고 있다[5]. 이를 해결하기 위해 차단기 내부에 적합한 크기 및 기능에 맞는 변류기와 영상변류기 개발이 필요하다. 이는 차단기의 크기를 축소 및 정확한 데이터를 측정하기 위함이다. 다음은 개발된 변류기 및 영상변류기의 사양 부분이다.

▣ 변류기
- 절연 : Epoxy Molding
- Core : Toroidal type silicon steel
- 전류 : 1~120[A]
- 오차 : ±5 [%] 이내
- 크기 : 외경 18[Φ], 내경 13.2[Φ], 두께 7.6[mm] Wire Type

▣ 영상변류기
- 절연 : Epoxy Molding
- Core : Toroidal type silicon steel
- 전류 : 1~50[mA]
- 오차 : ±5[%] 이내
- 크기 : 외경 18[Φ], 내경 13.2[Φ], 두께 7.6[mm] PIN Type

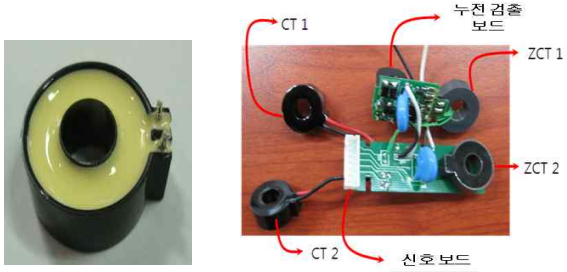

그림 1. 개발 된 ZCT 및 차단기 내부 보드 구성
Fig. 1. Developed ZCT and board composition of circuit Breaker

그림 1은 차단기 내부에 설치하기 위해 개발된 영상 변류기와 변류기를 나타낸 그림으로 차단기 내부에서 누설전류 및 전류를 측정 할 수 있도록 영상 변류기 및 변류기를 설치하였다. 그림 1의 좌측은 개발된 영상 변류기의 그림이고, 우측에는 차단기 내부에 들어가는 신호 보드 및 누전 검출 보드에 설치된 변류기 및 영상변류기이다.

2.2 원격 감시 가능한 차단기가 설치된 단상 분전반 개발

그림 2는 개발된 회로차단기를 개략화한 블록 구성도를 나타낸 회로차단기의 구성도 이다. 그림에서처럼 회로차단기에는 각상(R,S,T,N)의 전원라인을 관통하도록 변류기가 장착되며, 모든 상의 전원라인이 관통되는 영상변류기가 장착된다. 검출모듈에는 변류기나 영상변류기와 같은 검출센서별로 교류전류신호를 교류전압신호로 변환시키는 센싱저항이 각각 구성된다. 다시 말해, 검출센서의 교류신호를 센싱저항을 통해 전압으로 변환시키는 역할을 하게 된다. 그림에서 표시된 것처럼 개발된 데이터가공 및 무선통신기능을 갖는 회로차단기의 전체 구성을 확인 할 수 있는 부분이다.

그림 2. 데이터가공 및 통신기능을 갖는 차단기 구성
Fig. 2. Circuit Breaker composition of data analysis and transmission function

재래시장 상가에 사용하는 분전반은 단상용 분전반, 삼상 및 단상 겸용 분전반을 사용하고 있다. 단상용 분전반과 삼상 분전반 동이 전기화재 방지를 위한 아크 검출 센서, 과전류 검출용 센서, 누설전류 검출용 센서와 분석 모듈을 포함한 센서로 신호출력이 가능하도록 개발 제작을 하였다. 분전반 각 차단기의 과전류, 누설전류, 아크 신호와 트립 확인 등의 검출 데이터를 안전하게 서버로 전송하기 위하여 메인제어보드가 Serial로 송신하는 데이터를 받아서 광통신 장치를 통하여 서버로 전송하게 된다[4]. 침입 및 화제 감시 센서는 ZigBee 기반의 센서들이 무선으로 송신하는 데이터를 받아서 Serial로 변환하여 메인제어보드를 통하여 서버로 전송하게 구성이 되어있다. 또한 메인제어보드에서 검출하는 각종 데이터의 기준 값에 대한 경고 기준 설정 및 변경, 시간 설정 등을 모바일 제품과 Serial 통신을 이용하여 변경 또는 설정하도록 제작하였다. 그림 3은 개발된 차단기를 장착하여 제작된 단상 분전반과 분전반에 설치되어 있는 제어보드의 통신 기능을 표시한 그림이다. 그림 3에서 확인 할 수 있는 것처럼 ZigBee 통신, CDMA, Smart phone의 다양한 통신 환경에서 데이터를 받을 수 있도록 분전반 통신 시스템을 구성하여 개발 하였다[6].

그림 3. 단상 분전반 구성 및 제어 보드 통신 기능
Fig. 3. Control Board communication function and construction of single phase cabinet panel

표 1은 분전반에서 가지고 있는 주요 기능 및 사양에 대해서 설명하고 있다. 분기 별로 과부하 누전 부분을 측정하여 경보를 알려 주고, 차단기의 on/off 상태를 알려주는 등의 기능을 가지고 있다. 또한 상가에서 설치되어 있는 화재 감지 및 침입감지 부분을 무선으로 데이터를 받아 전송할 수 있는 기능을 가지고 있다.

표 1. 단상 분전반 주요 기능 및 사양
Table 1. Major function and specification of one phase cabinet panel

구분	기능 명칭	주요 내용
기본 기능	전류값 검출	과전류 발생 경보
	누전값 검출	누전 발생 경보
	전력 및 전력량 계산	단상 메인 전원의 전력 및 전력량 계산
	상태 표시 및 설정	스마트폰과 연동하여 분전함의 각종 표시정보/상태정보를 표시하고 주요정보를 설정
	관제서버로 정보전송	분전함의 각종정보를 관제서버로 전송
감시 기능	과전류 경보	각 분기별 과전류를 3단계 경보체계
	누전값 경보	각 분기별 누전값을 3단계 경보체계
	화재 상태 검출	무선 화재센서로부터 화재발생 검출 및 경보
	차단기 상태정보	각 분기별 차단기의 차단상태정보 검출
	아크 검출 및 경보	각 분기별(최대 5분기) 아크발생 검출 및 트립

2.3 차단기 경보 값 설정 등 모바일 원격 ESMS(Electrical Safety Monitoring System) 구성

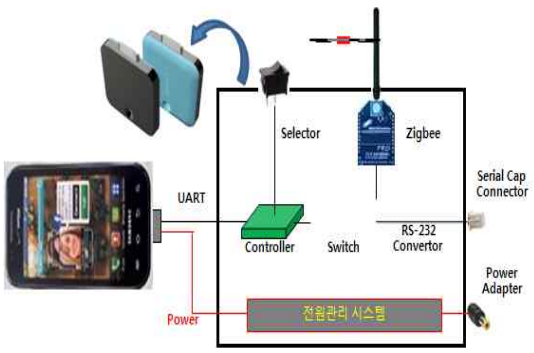

그림 4. ESMS 개발 제작 및 개발품 구성
Fig. 4. Product and composition of ESMS

재래시장의 통신 환경이 다양하여 적용성 및 현장 어디에서나 분전반 상태를 확인 할 수 있는 시스템이 필요하다[7]. 스마트폰으로 분전반의 분기 차단기 전류, 누설전류의 세팅 값 설정 및 차단기 상태 확인이 가능하도록 모바일 환경에서 ESMS(Electrical Safety Monitoring System : 전기안전감시시스템)가 가능하도록 개발 하였다. 분전반에 설치된 메인 제어보드 통신이 가능하여 스마트 폰으로 원격감시를 할 수 있도록 개발이 되었다. 개발 기능으로는 분기별로 차단기 세팅 가능 및 분전반 내용 자유로운 확인 가능, 스마트폰으로 분전반의 전압 전류, 세팅 확인 가능하도록 개발하였다. 그림 4는 Zigbee를 이용하여 분전함과 데이터 통신하기 위한 장치 개발 구성도와 개발 된 제품을 나타내었다. 개발된 제품 크기는 49×58×11[mm]이다.

그림 5는 스마트폰에서 확인 할 수 있는 기능에서 메인 메뉴로 상태보기, 임계값 설정, 통신 설정으로 크게 개발이 되어 있다. 통신 설정은 분전반의 메인 제어보드와 통신을 다양하게 할 수 있도록 스마트폰에서 네트워크 각 파라메타를 설정 및 통신서버의 IP를 설정 할 수 있도록 구성이 되어 있다. 상태보기에는 지능형 분전반(SCP: Smart Cabinet Panel)의 전류/전압/누전 값 등을 확인하기위한 메뉴이다. 임계값 설정은 경고단계 및 차단기용량을 설정 할 수 있는 메뉴이다. 통신 설정 부분은 통신에 관련된 파라미터를 설정하기 위한 메뉴이다.

그림 5. 스마트폰 원격 감시 메인메뉴
Fig. 5. Main menu of smart phone monitoring system

그림 6은 메인 메뉴에서 상태 보기를 설정했을 경우에 확인 할 수 있는 부분 중에 전등 분전반 분기 별로 부하전류 및 전력량, 차단기 상태를 확인 할 수 있는 부분을 나타 낸 그림이다.

그림 7은 임계값 설정 메뉴에서, 분전반의 동력분기와 전등분기를 설정, 메인차단기의 용량과 과전류 경고 단계별 전류 값을 설정, 동력분기의 용량과 과전류 경고 단계별 전류 값을 설정, 전등분기의 차단기용량 및 누설전류 경고 단계 값 설정 등을 할 수 있도록 구성이 되어 있다.

그림 6. 상태보기(전등분기)
Fig. 6. Situation conformation by smart phone monitoring system

그림 7. 임계값 설정
Fig. 7. Setting of critical value by smart phone monitoring system

3. 결 론

전기재해 취약한 장소 및 전기설비의 점검 부분이 어려운 곳에서 발생 될 수 있는 전기화재 등 전기 재해를 사전에 예방하기 위해 전기설비와 직접 연결된 회로 차단기에서 실시간의 부하 상태를 감시 할 수 있는 분전반을 개발하였다. 이를 해결하기 위해 전기 품질 측정 검출 센서(CT, ZCT) 개발 및 측정된 데이터를 전송하고 분석할 수 있는 메인 제어보드가 장착된 분전반을 개발하였다. 개발된 분전반의 분기 차단기 전류, 누설전류, 전력량, 차단기 상태 등을 원격에서 스마트 폰으로 확인 할 수 있어, 다양한 원인에 의해 발생 될 수 있는 전기 재해를 미연에 예방 할 수 있는 효과가 있을 것으로 판단된다. 제작된 분전반의 신뢰성 평가를 위해 전기안전 및 전자파 적합시험, 무선인증 시험을 하였다. 개발된 분전반은 재래시장 시범사업을 통하여 안전성 확보 후 확대 보급 될 것으로 판단된다.

References

[1] 김흥식, 화재사례를 통하여 고찰한 재래시장 소방안전에 관한 연구, 서울시립대학교, 석사학위논문, 2006. 8.
[2] 임실근, 재래시장 개선과 지역 경제 살리기, 용인송담대학교, 2007.
[3] 박성규, 이종철, 김윤제 “배선용 차단기 방열 성능 향상 연구”, 한국에너지공학회 추계학술대회 논문집 2003, pp. 317~332.
[4] 반기종, 김락교 “아크 전류 차단을 위한 제어 알고리즘 개발”, 대한전기학회 논문집 Vol,53D, No. 3, Mar, 2004, pp.166~172.
[5] 최영길, 구태근, 이광식, “460V/225A/50[kA] 한류형 배선용 차단기 소호부 개발” 대한전기학회 논문지 Vol 16, No. 6 2002, pp.137~144.
[6] 김장주, ‘광통신 시스템 공학’, 진한 도서, 2004. 02.
[7] Gi-Hyun Kim, Sang-Ick Lee, Seong-Su Shin, Suk-Myong Bae, “Development of Electric safety Monitoring system and cabinet pandel of Traditonal market”, JIEIE Korea, vol. 24, pp23-128, April 2010.

◇ 저자소개 ◇

김기현(金基鉉)
1971년 5월 1일생. 1997년 숭실대학교 전기공학과 졸업. 2000년 8월 동 대학원 졸업(석사). 2008년 2월 동 대학원 졸업(박사). 2006년 전기안전 기술사 취득. 2003년 7월~현재 전기안전연구원 차세대기술센터 선임연구원.

이상익(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.

신성수(申成秀)
1976년 10월 25일생. 2004년 충북대학교 전기전자공학부 졸업. 2007년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2009~2010년 한국전기안전공사 근무. 2010년~현재 전기안전연구원 연구원.

배석명(裵錫銘)
1956년 10월 22일생. 1984년 창원기능대학교 전기기기과 졸업. 1981~1997년 한국전기안전공사 근무. 1997년 전기안전연구원 근무. 현재 전기안전연구원 차세대기술센터장/부원장.