

저항성 누설전류 검출방식을 이용한 보안등 전기설비 원격점검 시스템 개발

(Development of Guard Lamp Remote Inspection System Using Resistive Leakage Current Detecting)

최명일* · 유재근 · 전정채 · 배석명

(Myeong-Il Choi · Jae-Geun Yoo · Jeong-Chay Jeon · Suk-Myeong Bae)

요 약

본 논문에서는 일반용 전기설비 중에서 전기안전관리의 사각지대로 분류되는 보안등 전기설비를 대상으로 전기 안전요소들을 계측하고 원격 모니터링할 수 있는 보안등 원격점검시스템을 개발하였다. 단말기에서 계측하는 누설 전류는 위상차 측정법을 이용한 저항성분 누설전류(I_{gr}) 측정 알고리즘을 이용하였으며, 계측데이터 전송을 위한 중 계기와 MMI에서 모니터링할 수 있는 시스템을 제작하였으며, 저항성 누설전류(I_{gr}) 검출 알고리즘의 타당성을 확인 하기 위해 실험실 기반의 성능시험으로 저항성 누설전류(I_{gr})를 측정하였다.

Abstract

Recently, Guard lamp was divided from electric facilities for general use as dangerous zone of safety management. This paper presents a remote inspection system of guard lamp that can monitor electrical safety factor. Especially, the developed system adopts the measurement algorithm for detecting resistive leakage current(I_{gr}) flowing based on the phase difference checkable for sensing at a monitor. Also, It was fabricated the repeater for data transmission and the MMI program. At this system, we made experiment on stability of resistive leakage current to verify phase comparison detecting algorithm.

Key Words : Guard Lamp, Remote Inspection System, Resistive Leakage Current(I_{gr})

1. 서 론

일반용 전기설비(용량 75[kW] 미만 수전)는 전기 사업법 제66조에 의거 한국전기안전공사에서 수용 가의 형태에 따라 1, 2 또는 3년 주기로 정기점검을 실시하고 부적합 설비에 대해 개·보수 안내와 같은 개선 조치를 시행하고 있다.

그러나 우기철 가로등·보안등관련 감전사고가

* 주저자 : 한국전기안전공사 전기안전연구원 주임연구원
Tel : 031-580-3058, Fax : 031-580-3052
E-mail : ken2003@kesco.or.kr
접수일자 : 2009년 8월 6일
1차심사 : 2009년 8월 10일, 2차심사 : 2009년 8월 28일
심사완료 : 2009년 9월 4일

저형성 누설전류 검출방식을 이용한 보안등 전기설비 원격점검 시스템 개발

해마다 발생하고 있고 이러한 도로조명시설 전기안전관리 문제점을 해결하고, 점검업무의 효율을 향상시키기 위한 방법으로 IT기술을 이용하여 원격에서 전기설비의 안전을 감시하는 기술을 고려할 수 있다. 전기안전확보를 위한 전기설비의 원격감시기술은 일본이 가장 활발히 이루어지고 있다. 일본에서는 자가용 수용가의 절연감시 시스템이 보안협회를 중심으로 폭 넓게 운용되고 있으며, 국내에서는 전력 IT사업과 스마트그리드사업과 연계하여 원격누전감시시스템, 지능형 홈 분전반 등과 같은 기술이 개발되고 있다[1-2].

본 논문에서는 전기안전관리의 사각지대로 분류되는 도로조명시설 중에서 보안등 전기설비를 대상으로 현장조사를 통해 설치환경, 비용 등의 조건을 고려하여 전기안전요소들을 계측할 수 있는 원격점검시스템을 개발하고, 현장 시범설치를 위한 성능시험을 통해 보안등의 원격안전점검에 적용될 수 있는 시스템 방안을 연구하였다.

2. 보안등 원격점검시스템 체계

2.1 현행 보안등 안전점검 체계 비교

국내 일반용 전기설비 중 1,276,880호(전체의 7.4%)로 점유하고 있는 보안등 전기설비는 설치 및 유지관리의 주체가 시·군의 관내 지자체에서 담당하고 있으며 법정 안전점검은 한국전기안전공사에서 정부 위탁업무로 설비의 절연 및 접지 측정과 같은 점검항목을 매 3년 주기로 시행하고 있다.

한국전기안전공사 점검업무실적 보고서에 따르면 그림 1에서 보는 바와 같이 2006년 실시한 안전점검 결과 전체 일반용 전기설비 중에서 보안등·가로등과 같은 도로조명시설의 부적합률이 15[%]로 매우 높게 나와 안전관리에 문제점으로 지적되고 있다.

또한 최근 지자체에서 문제가 되었던 고위치 보안등의 안전점검 불가로 인하여 해마다 집중호우가 발생하는 우기철에 보안등 및 가로등에서의 감전사고와 같은 안전사고 예방을 위한 방안이 사회적으로 요구되고 있다[3-4].

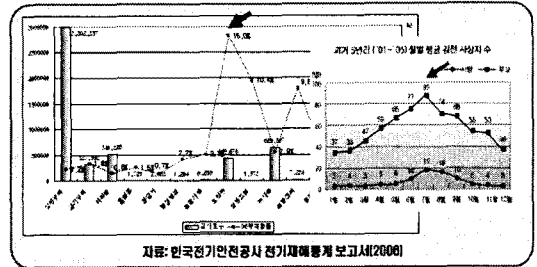


그림 1. 안전점검결과 및 월별 감전사상자 수
Fig. 1. The results of safety inspection

보안등 전기설비의 안전점검체계는 그림 2에서와 같이 점검이 완료되면 한국전기안전공사에서 점검결과를 해당 지자체에 통보하고 부적합으로 판명된 설비들은 지자체에서 유지보수업체에 개·보수 요청으로 이루어지며, 최종적으로 한국전기안전공사에서 개선된 설비에 대한 개수·확인 점검하는 체계이다[5].

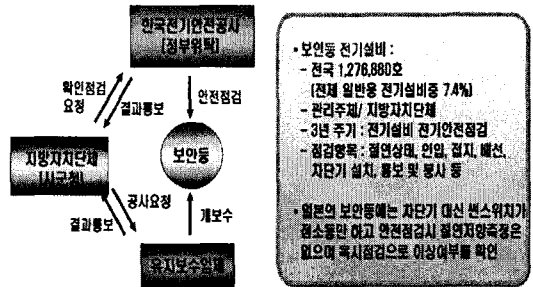


그림 2. 보안등 전기설비 안전점검 체계
Fig. 2. The system of guard lamp safety inspection

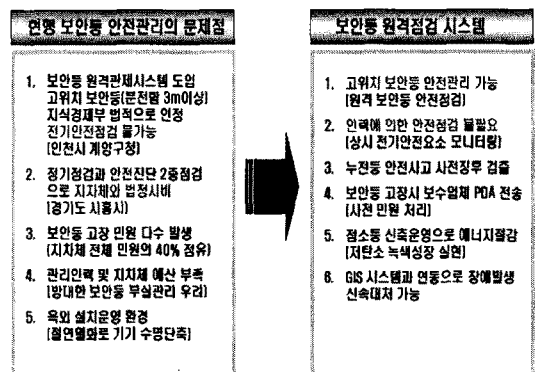


그림 3. 기존 점검체계와 비교 분석
Fig. 3. The comparison of guard lamp management

이러한 안전점검체계는 그림 3과 같이 최근 신설되고 있는 고위차 보안등(분전함 3[m] 이상)이 법적으로 인정되어 안전점검 불가로 위험에 노출되어 있고, 지자체에서도 보안등 고장관련 민원이 다수 발생하지만 관리인력 및 예산 부족으로 전국에 산재되어 있는 보안등은 전기안전 사각지대의 시설로 분류되고 있다.

2.2 보안등 전기설비 원격점검 시스템

보안등 전기설비의 원격 전기안전 감시기술은 그림 4에서와 같이 보안등 등주별로 설치된 분전함에서 전압, 전류, 누설전류를 검출하여 무선통신방식으로 중계기까지 전기안전요소 데이터를 전송하고, 중계기에서 서버의 컴퓨터까지 TCP/IP나 CDMA 방식과 같은 유·무선 통신으로 전송하여 중앙 통제실에서 실시간 원격점검 및 관리하는 방식으로 구성된다. 이러한 원격점검 시스템은 전기안전요소를 측정하고 통신하는 단말장치 모델과 감시데이터를 전송하기 위한 중계기(네트워크)모델, 그리고 데이터를 취득하여 원격점검 서비스를 제공하기 위한 서버모델로 나눌 수 있다[6].

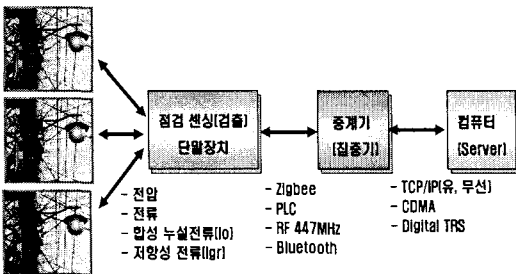


그림 4. 보안등 전기설비 원격점검 시스템 구성
Fig. 4. The system of remote inspection for guard lamp

3. 보안등 원격감시장치 개발

3.1 위상차 측정법을 이용한 I_{gr} 검출

전선로에서 부하 이외의 곳으로 흐르는 그림 5 (a)와 같이 누전에 의해 흐르는 누설전류(I_{gc})와 선로의

정전용량에 의해 대지로 흐르는 용량성 누설전류(I_{gr})로 구분할 수 있다. 그림 5 (b)는 누설전류 성분의 전류 벡터도를 나타낸다.

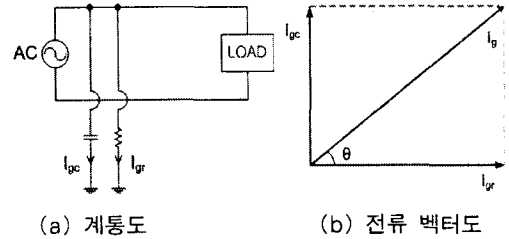


그림 5. 단상전원계통에서의 누설전류 해석
Fig. 5. Ingredient distribution of leakage current

이 경우 대지절연저항은 누설전류의 유효성분 즉, I_{gr} 만 분리검출하면 회로의 절연상태를 정확하게 확인할 수 있다. 또한 대지정전용량과 관계된 용량성 누설전류(I_{gc})는 변압기 2차측에 접속된 선로가 길어질수록 증가하며 전체 누설전류(I_g)는 I_{gr} 과 I_{gc} 의 벡터 합을 의미한다.

$$I_g = \sqrt{I_{gc}^2 + I_{gr}^2} \quad (1)$$

$$I_{gr} = I_g \times \cos\theta \quad (2)$$

위상차 측정방법은 대지절연저항성분 I_{gr} 을 검출하기 위해 회로에서 인가되는 전압과 ZCT를 이용한 누설전류를 측정하여 위상차를 계산하여 측정하는 방식이다. 즉, ZCT에서 측정된 전류와 전압검출부에서 검출된 전압 신호를 기반으로 하여 위상차 θ 를 계산한 후 벡터 가감방식으로 I_{gr} 을 산출하는 것으로 정확하고 소형화가 가능하여 누전차단기에도 적용 가능한 방법이다.

저항성 누설전류의 측정과정은 다음과 같이 정리된다. 그림 5에서 선로의 전원전압을 v , 누설전류의 순시값을 i_g 라 표현하면,

$$v = v_m \sin(\omega t), \quad i_g = i_m \sin(\omega t + \theta) \quad (3)$$

전압검출 증폭회로(v_z)와 전류검출 전압변환 증폭회로(v_y)의 출력신호는

저항성 누설전류 검출방식을 이용한 보안등 전기설비 원격점검 시스템 개발

$$v_z = (v_m/n) A1 \sin \omega t \quad (4)$$

$$v_y = (i_m/k1) R1 A2 \sin(\omega t + \theta) \quad (5)$$

여기서, n 은 분압비이며 $A1$ 은 전압검출 증폭회로의 전압 증폭율이다. 또한 $k1$ 은 변류기를 구성하는 센서의 변류비이며 $R1$ 은 전압 변환용 입력저항이고 $A2$ 는 전압 증폭회로의 전압 증폭율이다.

따라서 전압검출 증폭회로(v_z)와 전류검출 전압변환 증폭회로(v_y)의 출력을 곱하는 승산회로의 출력 신호 V_{out} 은 다음식으로 주어진다.

$$V_{out} = \left(\frac{v_y}{10}\right)\left(\frac{v_z}{v_x}\right) = C v_y v_z \quad (6)$$

여기서 $C = \left(\frac{1}{10v_x}\right)$ 이다.

식 (6)에 (4)와 (5)을 대입하여 정리하면

$$V_{out} = k0 v_m i_m \sin(\omega t + \theta) \sin(\omega t) \quad (7)$$

여기서, 정수 $k0 = \frac{(C R1 A1 A2)}{(k1 n)}$ 이다.

$v_m = \sqrt{2}v$, $i_m = \sqrt{2}i_g$ 이고, $\alpha = \omega t + \theta$, $\beta = \omega t$ 라 하고 식(7)을 정리하면,

$$V_{out} = k0 v i_g \{\cos\theta - \cos(2\omega t + \theta)\} \quad (8)$$

식 (8)의 V_{out} 을 프로그램 상에서 로우 필터링하면, 제1항만이 출력신호로 얻어진다. 따라서 V_{out} 은 주파수(시간)과 관계없는 직류분으로만 된다. 따라서

$$V_{out} = k0 v i_g \cos\theta = k2 i_g \cos\theta \quad (9)$$

식 (9)에서 $k2=1$ 이 되도록 입력저항, 전압 증폭율 ($A1$, $A2$), 전압(v_x)를 설정하면, $V_{out} = I_{gr}$ 이 되어, 저항성 누설전류(I_{gr})을 읽을 수 있다[7].

이 방식의 내부 구성도는 그림 6과 같다. 즉 회로의 인가전압을 측정하고 크기를 변환하는 전압검출부와 ZCT를 이용하여 누설전류를 검출하여 원하는 크기의 전압으로 변환하는 전류검출부, 전압과 전류의 위상차를 측정하는 위상차 측정부가 있다. 또한 검출된 위상차 결과값과 인가전압으로부터 I_{gr} 값을

연산하는 연산부로 구분되며, 연산결과를 저항값으로 변환하고 표시하는 변환 및 표시부 등으로 구성된다.

이때 연산부는 $I_{gr} = \frac{V \cos\theta}{Z}$ 의 연산을 수행한다.

이 방식의 특징은 전선의 용량성 누설전류(I_{gc}) 성분을 제거하고 순수한 저항성 누설전류(I_{gr}) 성분만을 측정한다는 장점이 있으며, 소형 및 저가의 구현이 가능하다는 장점이 있다.

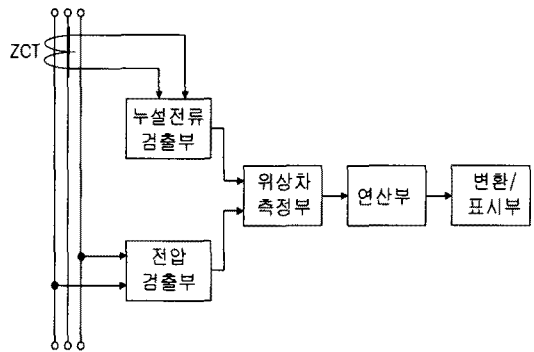


그림 6. 위상차 측정법의 구성도
Fig. 6. Block diagram for phase comparison detecting

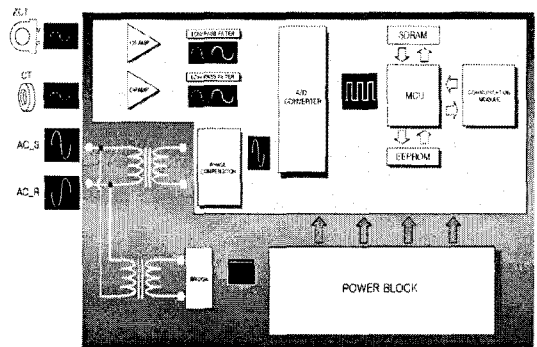


그림 7. 위상차 비교법에 의한 시스템 예시
Fig. 7. Leakage current measurement circuit

누설전류를 측정 모듈은 그림 7과 같이 상전류, 영상전류와 전압을 모두 측정할 수 있도록 ZCT, CT 등을 이용하여 시스템을 설계하였으며, 이러한 영상 변류기와 위상차 비교법을 사용할 수 있는 시스템의 예시이다.

본 시스템에 적용된 수식적 구성은 ZCT과형(누설

전류)과 AC입력과형(전압)을 MCU에서 AD하여 수집한 데이터와 샘플링 수 128개를 주파수 영역에서 FFT로 변환하면 ZCT(누설전류)와 AC입력(전압) 데이터에 대한 벡터값을 구할 수 있다.

$$ZCT = Z_x + jZ_y, AC = A_x + jA_y \tag{10}$$

$$|ZCT| = \sqrt{(Z_x^2 + Z_y^2)} \tag{11}$$

$$ZCT \theta = \frac{\tan^{-1}(\frac{Z_x}{Z_y}) \times 180}{\pi} \tag{12}$$

$$|AC| = \sqrt{(A_x^2 + A_y^2)} \tag{13}$$

$$AC \theta = \frac{\tan^{-1}(\frac{A_x}{A_y}) \times 180}{\pi} \tag{14}$$

따라서 누설전류 I_{gr} 은

$$I_{gr} = (\cos((ZCT \theta - AC \theta) - (\frac{22 \times \text{샘플링수}}{90^\circ})) \times \frac{\pi}{180}) \times \frac{|ZCT|}{31.0398} \tag{15}$$

식 (15)에서 $(22/(90^\circ/\text{샘플링수}))$ 를 빼준 것은 H/W Noise Filter 및 ZCT Sensor의 위상오차를 실험적으로 추출하여 보상한 것이며, 31.0398은 [mA] 단위로 Normalize하기 위한 Factor이다.

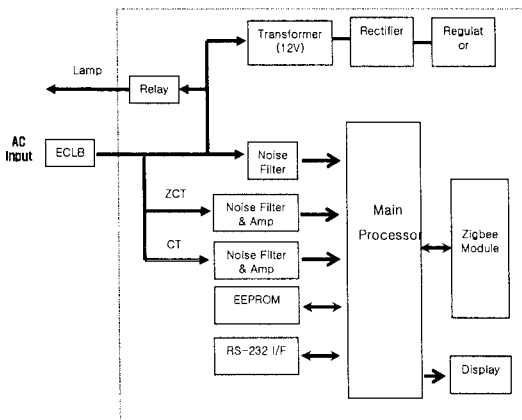


그림 8. 단말기 블록다이아그램
Fig. 8. Sensing unit block diagram

3.2 단말장치 설계 및 제작

단말기의 내부 구성을 보면 그림 8과 같다. 보안등 회로의 이상상태를 감지하기 위한 CT 및 ZCT 센서 부분과 감지된 신호의 노이즈를 제거하고 증폭하는 필터 부분, 그리고 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하고 이상정보를 연산, 전송, 저장 및 상태 표시 등의 제반 기능을 처리하는 MCU(Micro controller unit) 부분, 전원을 공급하기 위한 정전압 공급부, 그리고 처리된 신호를 증계기로 무선통신으로 전송하기 위한 Zigbee 모듈로 구성된다.

Zigbee 무선통신방식은 저전력을 사용하기 때문

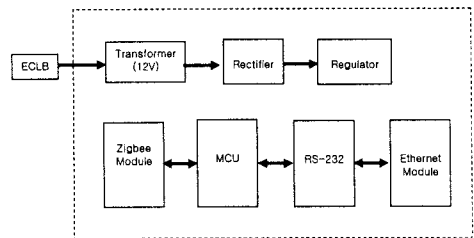
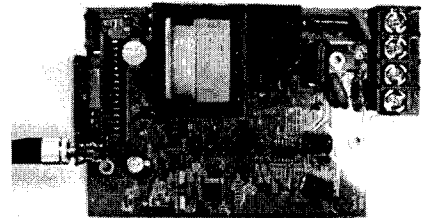
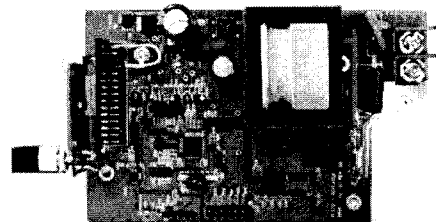


그림 9. 증계기 블록다이아그램
Fig. 9. Repeater block diagram



(a) 단말기 PCB



(b) 증계기 PCB

그림 10. 단말기와 증계기 PCB
Fig. 10. Sensing unit and repeater PCB

저항성 누설전류 검출방식을 이용한 보안등 전기설비 원격점검 시스템 개발

에 인접 제어기간의 간섭과 다른 주변기기에 간섭이 없고 별도의 통신비용이 필요하지 않으며 보안등간의 거리가 50[m] 정도인 기기들 사이의 통신에 최적으로 사용할 수 있는 통신방식이다.

중계기는 Zigbee에서 전송되는 되는 데이터를 Ethernet 전송을 위한 TCP/IP 데이터 타입으로 변환해 주는 모듈로서 내부 구성 블록다이어그램은 그림 9와 같다.

그림 10은 Prototype 제작을 거친 원격점검시스템의 단말기와 중계기의 PCB 제작품이다.

표 1. 계측센서 사양 및 특성

Table 1. The characteristics of CT and ZCT

구분	CT 특성	ZCT 특성
제조사	성한트랜스텍	Multi사
형식	Ts-7W	PCT-06
출력특성	1000 : 1	800 : 1
최대허용전류	30[A]	15[A]
적용전류	-	0.1~10[A]
Ratio error	±2.5[%]	-

3.3 원격점검시스템의 모니터링

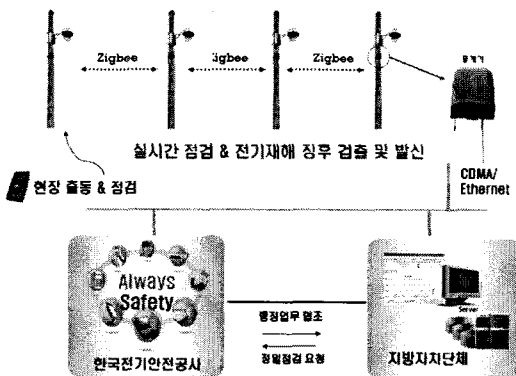


그림 11. 보안등 원격점검시스템의 운용

Fig. 11. The management of remote system

그림 11은 원격점검시스템의 현장 운용 구성도이고, 그림 12는 TCP/IP 프로토콜을 이용한 보안등 원격점검시스템에서의 MMI 화면이다. 전기안전 감시 요소들을 실시간 모니터링하여 각각의 요소에 대한

설정값과 검출 데이터를 서버와 양방향 통신이 가능하여 보안등에서 이상발생 시 이벤트가 전송됨으로써 확인할 수 있다[6].

표 2는 보안등 원격감시시스템의 주요기능으로, 중계기 IP주소별 그룹관리와 등주별 로컬관리가 가능하며, 명령어 세팅으로 관리자가 임의로 과전류와 누설전류를 경고 및 트립제어를 설정할 수 있다. 또한 보안등 등주의 ON/OFF 시간을 일몰·일출 시간에 맞추어 설정하여 자동점멸할 수 있고, 원격에서도 직접 ON/OFF 제어를 할 수 있기 때문에 에너지 절감 및 지자체의 보안등 민원에도 적극적으로 대처가 가능하다.

표 2. 원격점검시스템 MMI 주요 기능

Table 2. The functions of remote inspection system

구성	주요 내용
측정(계측)	전압, 전류, 누설전류, 전력량 측정
설정값	전류, 누설전류 경고 및 차단값 세팅
동작 기능	과전류 및 누설전류 경고 및 차단 선택
추가 기능	자동점멸 및 원격제어 기능
로컬 제어	그룹별, 등주별 제어 관리

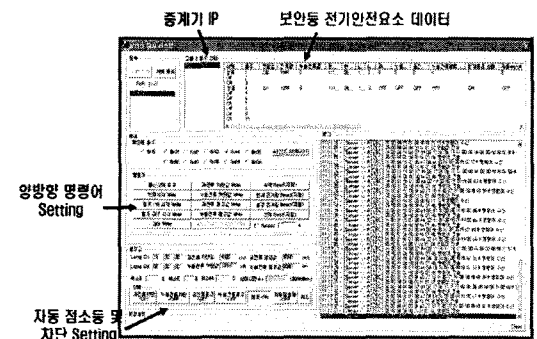


그림 12. 원격점검시스템 MMI

Fig. 12. Remote inspection system MMI

4. 실험 결과 및 고찰

4.1 Igr 누설전류 측정 실험

본 논문에서 제작된 단말기의 저항성 누설전류

(I_{gr})검출 알고리즘에 대한 타당성을 확인하기 위하여 다양한 경우의 저항성 전류(I_{gr})와 용량성 누설전류(I_{gc})가 동시에 흐르는 경우에 대하여 실험을 하였다. 그림 13은 IEC 61008-1에서 언급된 누전 테스트 회로도이고 이를 기반으로 실험회로를 구성하였다. 입력전압은 단상 220[V], 60[Hz]로 인가하고, 부하단에 자체 제작된 Leakage Current Simulator의 R, C값을 조절하여 누설전류를 1~20[mA]까지 발생하기 위하여 가변저항은 22[kΩ]와 11[kΩ]로 가변하고, 용량성 부하는 0.12~0.38[μF]까지 가변하며 실험을 수행하여 저항성 누설전류(I_{gr})와 전체 누설전류(I_g)를 측정하였다.

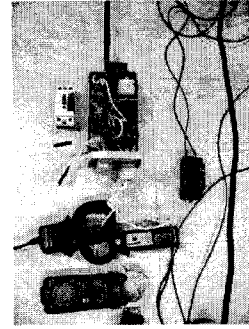


그림 15. 저항성 누설전류(I_{gr})측정
Fig. 15. Resistive leakage current measurement

그림 16은 실험시 전력분석계로 측정한 전압·전류 위상곡선을 측정한 그래프이다.

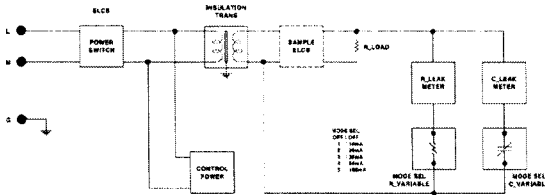


그림 13. IEC 61008-1의 누전 테스트 회로도
Fig. 13. Leakage test circuit based on IEC 61008-1

그림 14는 누설전류 측정 실험을 위한 실험장치의 전체적인 모습으로 보안등 단말기에서 Zigbee 통신으로 전송되는 저항성 누설전류(I_{gr})을 MMI 프로그램에서 측정하고, 저항성 누설전류(I_{gr})과 합성 누설전류(I_g)는 시중에 판매되고 있는 J사의 I_{gr} 누전분석기와 MULTI사 누설전류계로 병행하여 그림 15와 같이 비교 측정하였다.

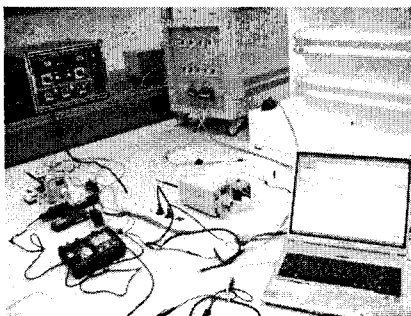


그림 14. 제작된 실험장치
Fig. 14. Experiment apparatus

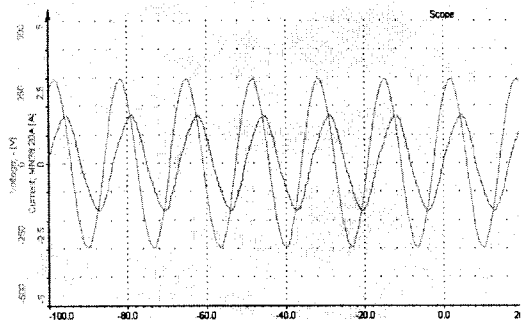


그림 16. 전압 및 전류 위상 곡선
Fig. 16. Voltage and current measurement

표 3. 저항성 누설전류(I_{gr}) 측정 결과
Table 3. The result of I_{gr} current measurement

부하가변	단말기 (I_{gr})/[mA]	J사계측기 (I_{gr})/[mA]	누설전류계 (I_g)/[mA]
11[kΩ]	15.6	19.4	18.7
22[kΩ]	7.8	9.4	9.2
0.12[μF]	1.6	0.9	11.5
0.24[μF]	2.3	1.1	15.6
0.38[μF]	3.2	1.6	23.6
22[kΩ]/0.12[μF]	9.6	8.4	14.7
22[kΩ]/0.24[μF]	10.1	8.6	18.2
11[kΩ]/0.12[μF]	17.3	18.3	21.9

표 3은 제작된 단말기와 J사의 I_{gr} 누전분석기에서 측정된 저항성 누설전류(I_{gr})를 측정된 데이터이

다. 전선로의 부하에 용량성 성분이 존재하는 경우 단말기에서 측정한 저항성 누설전류(I_{gr})과 J사의 I_{gr} 분석기의 측정한 데이터와 약간의 오차가 발생하였다. 추정원인으로는 본 논문의 누설전류 측정 알고리즘이 기본과만을 적용하여 Data를 추출하였기 때문에 발생한 것으로 추정되며, 향후에 Data 추출에 대한 알고리즘 보완이 필요함을 알 수 있다.

4.2 AC Load Bank에 의한 부하전류 실험

보안등 단말기내 CT에서 과전류에 대한 검출 알고리즘을 검증하기 위하여 단말기의 출력단(부하)에 그림 17과 같이 자체 제작된 AC Load Bank를 접속하여 부하전류를 1[A]에서 10[A]까지 가변하며 단말기의 2차측에서 전류를 측정하고, 공인 교정된 전류계를 이용하여 비교 측정하였다.

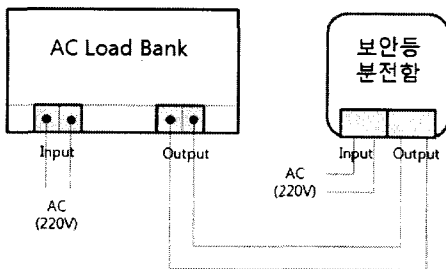


그림 17. 과부하 테스트 회로도
Fig. 17. Load-current experiment circuit

그림 18은 부하전류에 대한 측정 데이터를 비교한 것으로서 제작된 단말기에서 검출되는 부하전류가 5[A]에서부터 포화되고 있는 것을 보여주고 있다. 이는 초기 설계시 보안등 등주의 정격전류가 5[A]를 초과하지 않기 때문에 CT의 설정레벨을 5[A]이하 범위에서 선형구간을 설정하였기 때문이다. 그러나 단말기를 현장에 적용하기 위해서는 단말기 내부에 내장되어 있는 누전차단기(ELB)의 정격차단전류를 고려하여 알고리즘에서의 보정으로 CT의 선형구간을 더 높은 레벨까지 확대할 필요가 있음을 알 수 있다.

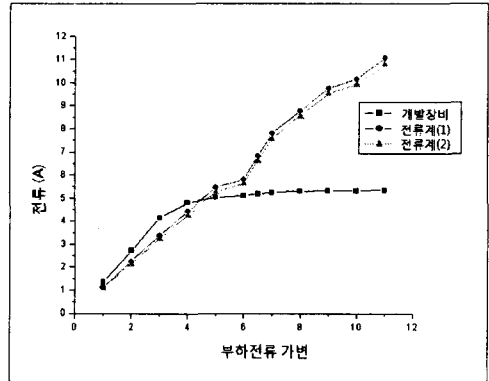


그림 18. 부하전류 측정 결과
Fig. 18. The result of load current measurement

5. 결 론

본 논문에서는 최근 전기안전관리의 시각지대로 분류되는 도로조명설비 중 보안등 전기설비를 대상으로 전기안전요소들을 계측하고 원격 모니터링할 수 있는 보안등 원격점검시스템 체계에 대해 검토하였으며 실제 현장에 적용하기 위해 단말기 설치환경과 최소비용을 고려하여 최적모델을 제시하였다.

저항성 누설전류(I_{gr}) 측정 알고리즘은 위상차 측정법을 이용하였으며, 단말기에서 전압, 전류, 누설전류를 계측하고, 중계기에서 서버까지 Zigbee 무선통신과 TCP/IP 프로토콜 방식을 각각 이용하여 데이터를 전송하고 MMI에서 모니터링할 수 있는 시스템으로 구성하였다.

제작된 단말기의 저항성 누설전류(I_{gr}) 검출 알고리즘 타당성을 확인하기 위하여 IEC 61008-1의 규격을 기반으로 누전테스트 회로를 구성하고 저항성분과 용량성분을 가변하여 실험실기반의 성능실험으로 저항성 성분의 저항성 누설전류(I_{gr})를 측정하였다. 실험결과 용량성분에 대한 오차는 Data 추출 알고리즘의 보완이 요구되었고, 부하전류에 대한 CT 포화로 인해 5[A]이상에서 전류 포화가 발생하여, 이는 향후 현장에 시범 적용되기 위해서는 CT의 선형구간을 더 높은 레벨까지 적용해야 할 것이다.

이러한 원격점검시스템은 보안등 안전관리분야의 효율향상, 안전사고 감소 및 관련 산업 창출이 기대되며, 특히 에너지 절감에도 큰 효과가 있기 때문에

정부의 녹색성장 실현을 위한 그린에너지 전략정책에도 부합될 것으로 사료된다.

이 논문은 전력산업 연구개발 사업비의 지원에 의해 수행된 연구결과입니다.

◇ 저자소개 ◇

최명일 (崔明日)

1975년 5월 30일생. 2002년 국립창원대학교 전기공학과 졸업. 2004년 동 대학원 졸업(석사). 2009년 광주대학교 정보통신대학원 졸업(석사). 2001년 7월~2002년 2월 한국전기연구원 근무. 2003년~현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 주임연구원.

유재근 (俞在根)

1965년 12월 5일생. 1990년 건국대학교 전기공학과 졸업. 1992년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2007년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1992~1996년 대우전자연구소 근무. 1996~현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 차세대기술센터 책임연구원.

전정채 (全正采)

1971년 6월 8일생. 1997년 원광대학교 전기공학과 졸업. 1999년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사) 2000년~현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 차세대기술센터 선임연구원.

배석명 (裵錫銘)

1956년 10월 22일생. 1984년 창원기능대학교 전기기기과 졸업. 1981~1997년 한국전기안전공사 근무. 1997년~전기안전연구원 근무. 현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 차세대기술센터 센터장.

References

- [1] 한국전기안전공사, “2008년도 해외기술교류 보고서(일본 관동전기보안협회)”, 2008.
- [2] 전현재 외, “일반용 전기설비의 원격 전기안전점검 감시를 위한 수용가 설치 장치 모델”, 조명·전기설비학회 논문지 제21권 제10호, pp. 101-103, 2007.
- [3] 한국전기안전공사, “점검업무 실적 분석”, 2002-2007.
- [4] 한국전기안전공사, “전기제해통계 보고서”, 2002-2007.
- [5] 전정채 외, “일반용 전기설비 안전관리의 문제점과 개선 방안”, 한국산화기술학회 논문지, Vol. 8, No. 3, pp. 488-495, 2007.
- [6] 유재근 외, “일반용 전기설비 수용가의 원격전기안전점검 모델 설계 및 요소기술 분석”, 2008년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 2214-2215, 2008.
- [7] 지식경제부, “원격누전감시시스템 구축 및 운용 최종보고서”, pp. 57-58, 2006.