

# PLC 통신을 이용한 피난구 유도장치 시스템

이 창영<sup>\*</sup>, 이 규윤<sup>\*</sup>, 이 현관<sup>\*\*</sup>, 김 인국<sup>\*\*\*</sup>, 엄기환<sup>\*</sup>

\*동국대, \*\*호남대, \*\*\*화엔지니어링

## A Shelter Guidance System using the PLC Communication

Chang-young Lee<sup>\*</sup>, Kyu-yun Lee<sup>\*</sup>, Hyun-kwan Lee<sup>\*\*</sup>, In-Kook Kim<sup>\*\*\*</sup>, Ki-hwan Eom<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Dongguk University, <sup>\*\*</sup>Honam University, <sup>\*\*\*</sup>Fa Engineering

E-mail : imirror@korea.com

### 요약

본 연구에서는 현재 지하공간에 설치되어 있는 기존의 피난구 유도등의 문제점을 개선하기 위하여 PLC 통신을 이용한 피난구 유도장치 시스템을 제안하였다. 제안한 피난구 유도장치 시스템은 주제어부, PLC 통신 원격 제어부, 충전부, 음성발생부, 표시부, 경보알람부, 연기감지부 등으로 구성된다. 제안한 PLC 통신을 이용한 피난구 유도 장치 시스템을 실험을 통하여 PLC 통신의 단점인 잡음을 개선하고 유용성을 확인하였다.

### ABSTRACT

We propose a shelter guidance system using the PLC communication to resolve that a conventional shelter guidance light for underground space has problems. The proposed shelter guidance system is composed of a main control part, a PLC remote control part, a charging part, a sound generation part, a display part, an alarm part and a smoke sensing part.. The efficacy of the proposed system is verified by means of experimental. Experimental results are presented that show the effectiveness and the improvement of noise.

### 키워드

Shelter guidance system, PLC communication, underground space, PLC remoter control, X10

## I. 서론

최근에 지하철이나 지하도, 지하상가뿐만 아니라 지하 공간을 활용한 아케이드 시설들이 점차 늘어나고 그에 따라 지하 유동인구 또한 늘어나고 있는 상황에도 불구하고 현재의 지하에서의 재해 방지 시스템은 과거와 비교해볼 때 그리 나아지지 않은 상태이다. 현재 지하 공간에 설치되어 있는 기존의 피난구 유도등은 다음과 같은 문제점이 있다. 첫째, 일반 형광등을 이용하기 때문에 빛의 밝기가 어둡다. 둘째, 정전 시 충전지를 사용하므로 빛의 밝기가 감소한다. 셋째, 화재 발생 시 연기에 가려져 잘 보이지 않거나 연기 때문에 대피하는 사람으로 하여금 식별이 불가능하다. 넷째, 피난 통로로 재빨리 유도하지 못한다. 또한 전력선은 전력 운반을 목적으로 하기 때문에 통신용으로 제작된 동축선이나 광섬유 링크와는 달리 제한된 전송전력, 높은 부하 간섭과 잡음, 가변하는 감쇄 및 임피

던스 특성 변화 등의 문제를 안고 있다<sup>[1~3]</sup>.

따라서 지하공간에서의 재해 발생 시 인명피해를 최소화하기 위하여서는 기존의 피난구 유도등을 펼히 개선하여야 한다.

그리므로 본 연구에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 PLC통신을 이용한 피난구 유도장치 시스템을 제안한다. 제안하는 피난구 유도장치 시스템은 주제어부, PLC 통신 원격 제어부, 충전부, 음성발생부, 표시부, 경보알람부, 연기감지부 등으로 구성된다. 주제어부는 전체 시스템을 빠르고 정확하게 통제한다. 자체 연기감지로 작동 지령실로부터 PLC 통신을 통하여 감지 지령을 받아서 작동한다. 음성발생부를 통해 안내 방송을 하고 점멸등은 점멸한다. PLC 통신 방식은 X-10 프로토콜 방식을 기반으로 하여 PLC 송-수신 장치를 구현하며 송-수신 장치의 필터 단에서 장인성을 부여하여 거리변화 및 그에 따른 잡음에 대해 강한 특성을 가지도록 한다. PLC 통신을 이용한 원격 제어부는 유효 통신 거리는 약 200m로서 기존에 설치된 피난구 유도등의 거리와 동일하도록 개발한다.

또한 전기가 들어오는 모든 곳에서 간편하게 설치하도록 하며, 다른 PLC 통신 장치와 연계 가능하도록 개발한다. 개발한 PLC 수신 장치는 X-10 프로토콜에 기반을 두며 마이크로 컨트롤러를 사용하여 데이터를 처리한다.

개발한 PLC 통신을 이용한 피난구 유도 장치 시스템을 실험을 통하여 유용성을 확인한다.

## II. 제안하는 피난구 유도 장치 시스템

제안하는 피난구 유도장치는 크게 주 제어부, 전원 공급 장치 및 충전장치, 연기 감지 센서, 알람 장치, 음성 발생 장치, 점멸등, 그리고 PLC 원격 제어 장치로 구성이 되며 그림 1은 피난구 유도 장치 시스템의 개략적인 블록선도이다.

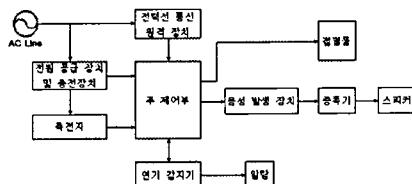


그림 1. PLC 통신을 이용한 피난구 유도 장치 시스템의 블록선도.

전원 공급 장치 및 충전장치는 12V, 3A의 Simple Switching Voltage Regulator를 사용하여 시스템에 안정된 전원을 공급할 수 있으며 저전류 충전 방식으로 충전지를 충전하므로 열발생을 줄이고 전지의 수명을 최대화할 수 있도록 한다.

축전지는 NiMh(니켈-수소 전지) 12V, 1300mA, AA type 전지를 사용하며 정전이 되었을 때 대기 모드에서는 24시간, 작동 모드에서는 40~60분을 작동할 수 있다.

PLC 원격 제어 장치는 송신기와 수신기로 나누어지며 송신기는 주조정설에 설치되고 수신기는 각 유도장치 안에 설치한다.

연기 감지 센서는 화재가 발생했을 때 약한 연기에도 빠리 반응하는 이온화 연기 감지 방식을 채택하였으며 화재가 발생하면 센서에서 받은 신호가 주 제어 장치에 전달되어 전체 시스템이 동작을 시작한다.

제어부는 전체 시스템을 통제하며 연기가 감지되면 시스템을 작동시킨다. 먼저 음성 발생 장치를 통해 안내방송을 시작하고 점멸등을 점멸하게 한다. 안내 방송 중간에는 약 85dB의 알람을 울리게 된다. 즉, 안내방송을 20초간 하고 나면 다음으로 알람을 20초간 울리게 하고 다시 방송을 하는 식으로 반복한다. 그리고 같은 방법으로 연기 감지기에 관계없이 지령실로부터

PLC를 통하여 감지 지령을 받으면 상기와 같이 방송과 알람, 점멸등을 작동 시킨다.

점멸등은 제어부의 통제에 따라 50만 Lux 밝기의 빛을 2초 간격으로 점멸한다.

음성 발생 장치는 20초 정도 녹음 가능한 메모리를 가지며 제어부의 통제에 따라 반복 재생 한다.

종폭기는 방송 소리를 증폭하여 최대 20W의 출력을 내며, 저음 스피커를 통해 안정된 소리를 출력한다.

## III. PLC 시스템

### 3.1. PLC 기술

PLC(Power Line Communication)는 50~60Hz의 전력신호에 수백kHz~수십MHz의 고주파 신호를 실어 전송하는 기술이다. 그림 2는 PLC의 기본적인 개념도이다.

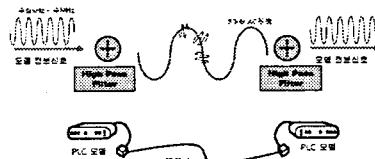


그림 2. PLC의 개념도

별도의 통신 선로 가설이 필요 없어 매우 경제적이며 단지 전기 콘센트에 연결하기만 하면 통신이 가능하므로 설치가 간편하며 확장에 제약이 없는 장점을 가지고 있지만 잡음이 많고 거리에 따른 상쇄 폭이 크며 왜곡이 심한 단점을 가지고 있다. 따라서 한정된 공간 즉, 일반 가정이나 건물, 지하 공간에서의 원격제어 및 자동화에 적합한 통신 방식이라 할 수 있다.

### 3.2. PLC 규약(PLC Protocol)

X-10 전송은 Zero-crossing(영점 교차점) 위치에서 동기화된다. 따라서 송신기와 수신기 간 데이터 전송을 위해 모든 장치들은 영점 교차점 검출기를 가진다. 그리고 미리 결정된 시작코드와 이어지는 9비트 데이터를 프레임이라 하며 이는 전송 신호의 기본이 된다<sup>[2-3]</sup>.

전송 시 실제 2진 데이터는 영점교차점부터 1ms 동안 120kHz burst 신호를 변조하여 전송된다. 그리고 데이터 검출은 교차점 이후 6ms 간 이루어지며 이 때 120kHz burst 신호 수신 여부를 판별한다.

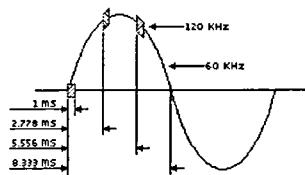


그림 3. X-10 데이터 삽입/검출 위치

X-10에서 이진 데이터를 판별하는 방식은 첫 번째 영점교차점에서 신호가 삽입되고 직후의 교차점에서는 삽입되지 않은 경우에는 '1'로 첫 번째 영점 교차점에서 신호가 삽입되지 않고 직후의 교차점에 삽입되는 경우 '0'으로 인식한다.

모든 데이터 프레임은 Start Code와 함께 시작한다. Start Code는 전력선의 주파수에 맞추어 영점에서의 펄스들의 구성으로 판별되는데 그림4에서와 같이 펄스, 펄스, 펄스, 펄스부재의 펄스 확인 시 이를 Start Code로 인식한다.

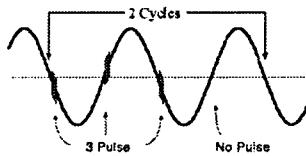


그림 4. X-10 Start Code

Start Code에 바로 이어지는 코드를 Letter Code라 하며 이를 House Code 또는 Home Code라고도 한다. 이 코드는 총 16개로 이루어 진다. 코드 형식과 종류는 다음 그림과 같다.

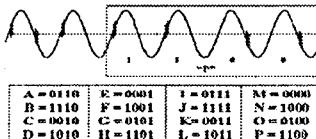


그림 5. X-10 Letter Code

Letter Code에 바로 이어지는 코드는 Number Code라 하며 Unit Code 또는 Address Code라고도 한다. Letter Code와 마찬가지로 16 개로 이루어진다. 최하위 비트는 일종의 Suffix로 이후에 설명될 Command Code와 구분하는 확인자 역할을 한다.

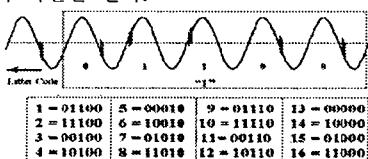


그림 6. X-10 Number Code

여기까지의 코드가 Address Frame을 구성하게 되며 전송에 있어서의 대리성, 안정성, 편의

성을 위해 X10 프로토콜에서는 모든 프레임을 두 번씩 반복하여 전송한다. Address Frame의 형태는 그림 7와 같다.

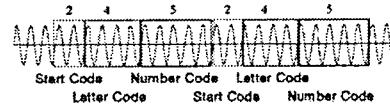


그림 7. X-10 Address Frame의 구성

Address Frame은 위와 같이 이루어지며 이렇게 디바이스의 주소를 결정한 뒤 그 디바이스를 어떻게 제어할지를 지정해주기 위해 이어서 Command Frame을 전송한다. 이 때 수신 장치로 하여금 최초로 데이터(Address Frame)를 받은 이후 그 것을 처리할 시간 여유를 두기 위해 3사이클(6 영점 교차점) 만큼의 여유를 준다.

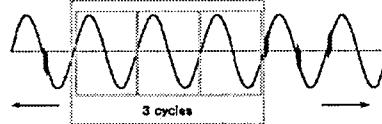


그림 8. X-10에서의 휴지 사이클

Start Code와 Letter Code는 이전의 Address Frame에서와 같이 이어서 전송되며 Number Code 위치에서 Command Code라 하는 제어 코드가 전송된다.

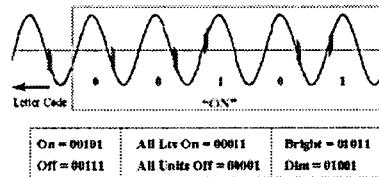


그림 9. X-10 Command Code

Command Frame 역시 Address Frame과 같이 두 번 반복하여 전송한다. 이렇게 하여 전송되는 명령의 총 사이클 수는 47사이클이며 전체 프레임의 형태는 그림 10과 같다.

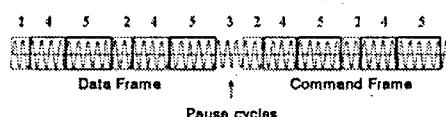


그림 10. X-10 Standard Transmission Frame

### 3.3. PLC 원격 제어 장치의 개발

#### 가. 수신기

개발한 PLC 수신 장치는 X-10 프로토콜에 기반을 두었으며 PIC 16F84A 마이크로 컨트롤러

리를 사용하여 데이터 처리를 한다. 전체 시스템의 블록 다이어그램은 그림 11과 같다.

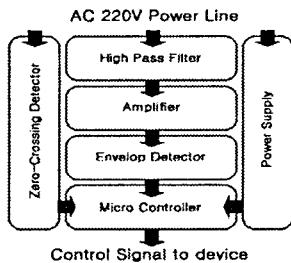


그림 11. HLC 수신 장치의 구성도

일반적인 AC 전자제품의 Power Supply는 트랜스포머를 사용하여 제품에 DC전원을 공급한다. 하지만 비용절감을 위해 본 연구에서는 트랜스포머를 없애고 이른바 Transformerless Power Supply를 구현하여 AC220V 전원으로부터 각각 DC18V와 DC5V를 시스템에 공급한다.

Zero-Crossing Detector는 전원으로부터 60Hz의 펄스 파형을 얻어 마이크로세서로 보내는 부분이다.

High Pass Filter에서는 60Hz 신호에서 120kHz 신호를 검출해내고 증폭부에서 이를 IC 동작레벨에 맞추어 신호를 증폭시키면 엔베르 검출기에서 프레임의 전체 펄스 파형을 순차적으로 프로세서로 보내게 된다.

#### 나. 송신기

개발한 PLC 송신 장치는 X-10 프로토콜에 기반을 두었으며 PIC16F873A 마이크로 컨트롤러를 사용하여 데이터 처리를 한다.

### IV. 피난구 유도 장치 시스템의 구조

그림 1에서 제안한 피난구 유도 장치 시스템을 제작한 사진은 그림 12이다.

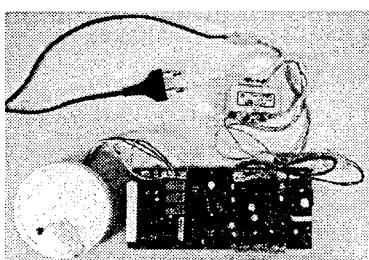


그림 12. 피난구 유도 장치 시스템의 내부 구조

그림 13은 연기 감지 센서로서 화재가 발생했

을 때 약한 연기에도 빨리 반응하는 이온화 연기 감지 방식을 채택하였으며 화재가 발생하면 센서에서 받은 신호가 주 제어 장치에 전달되어 전체 시스템이 동작을 시작한다.

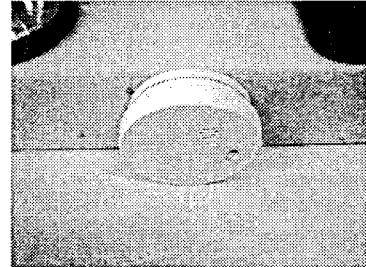


그림 13. 피난구 유도 장치 시스템의 연기 감지 센서

### V. 결 론

기존의 피난구 유도등이 가지는 단점들을 보완하여 새로운 개념의 피난구 유도 장치 시스템을 제안하였다. 제안한 피난구 유도장치 시스템은 주제어부, PLC 통신 원격제어부, 충전부, 음성발생부, 표시부, 경보알람부, 연기감지부 등으로 구성된다.

제안한 PLC 통신을 이용한 피난구 유도장치 시스템을 실험을 통하여 PLC 통신의 단점인 잡음을 개선하고 유용성을 확인하였다. 확인한 결과 극한 상황에서도 사람들이 당황하지 않도록 적절하고 정확한 안내 방송을 하고 지속적으로 알람을 울려 눈이 보이지 않는 상황에서 소리만으로도 방향을 잡아 대피를 유도할 수 있다. 그리고 PLC를 이용하기 때문에 별도의 통신선 가설을 할 필요가 없이 단지 전원에 연결하는 것만으로 시스템의 설치가 끝나기 때문에 저하 공간에서뿐만 아니라 고층 건물에서도 단지 전원에 연결하는 것만으로 간단히 이용될 수 있으며 시스템 설비에 있어 많은 비용을 절감할 수 있다. 또한 PLC를 이용한 원격 제어 장치의 개발로 전력선을 이용하는 모든 장소에서 원격 제어 시스템을 구축할 수 있다.

### 참고문헌

- [1] 박병석, PLC 기술동향 및 전력회사 응용, 전력연구원 정보통신그룹, 10. 2003
- [2] Phil Kingery, Digital X-10, Home Toys inc. 1996-2004
- [3] Jon Burroughs, X-10® Home Automation Using the PIC16F877A, Microchip Technology Inc., 2002