

# 무선급 램프를 이용한 그룹 조명 시스템의 유무선 연계 원격제어

## Wired and Wireless Linked Remote Control for the Group Lighting System Using Induction lamps

연재율\*  
Jae-Eul, Yeon

조규민\*\*  
Kyu-Min, Cho

김희준\*\*\*  
Hee-Jun, Kim

**Abstract** - This paper presents a wired and wireless linked remote control system. Ethernet based network communication is used for long distance management and 2.4GHz RF network is adopted for the local area communication between the main network and the ballast. For the effective remote control and management including dimming using wired and wireless linked digital communication networks, control circuit of the ballast is implemented with fully digital circuit using MCU and EPLD. In this paper, the proper frame structure is proposed for the digital-remote lighting-control system and the detailed system configurations including fully digital controlled ballast for the induction lamp are described.

**Key Words** : wired and wireless, remote control, group lighting, induction lamp, dimming control

### 1. 서론

램프 내부 혹은 외부에 설치된 유도코일에서 발생하는 강력한 자계에 의해 관내의 기체방전을 일으키는 유도방전등의 경우 램프의 수명을 결정하는 가장 큰 요인이 되는 전극이 없으므로 10만 시간 내외의 긴 수명을 갖는다. 따라서 극장, 실내 체육관 등의 높은 천정용 조명 혹은 터널, 원자력 발전소 등 유지보수 작업이 어려운 장소의 조명으로 적용하면 그 유용성이 크다. 현재 국내에서는 주유소, 톨게이트 등의 장소에 유도방전등을 사용한 조명시스템이 설치 운용되고 있다. 그리고 현재 적용되고 있는 유도방전등 시스템의 경우 단순한 점멸제어만을 행하고 있다. 그러나 극장이나 실내 체육관의 조명시스템은 상황에 따라 조광제어가 요구된다. 특히, 터널 조명시스템의 경우에는 터널 진출입구 및 중앙부의 조도가 터널 외부의 밝기에 연동되는 조광제어가 필수적이다. 한편, 극장, 실내 체육관, 터널 등 그룹 조명장치의 조광제어는 컴퓨터를 원격관리 서버로 이용하는 중앙관제 시스템이 구성하는 것이 바람직하다. 따라서 그룹 조명 중앙관제 시스템과 조명기기 간의 통신 네트워크의 구성이 요구된다.

본 논문에서는 유도방전등을 적용한 그룹 조명 시스템의 유무선 연계 원격 제어 및 관리 시스템을 제안한다. 이더넷 기반의 TCP/IP 네트워크 통신과 2.4GHz ISM 대역의 RF 네트워크 통신을 이용하여 원격관리 서버와 각 조명기기간의 통신망을 구성하였으며, 디지털 통신에 의한 조광제어를 위하여 MCU와 EPLD로 구현된 유도방전등용 전 디지털 조광제어기를 적용하였다.

### 2. 유무선 연계 그룹 조광제어 시스템

#### 2.1 시스템 구성

그룹 조명시스템의 효율적인 관리를 위해서는 컴퓨터를 원격관리 서버로 이용하는 중앙관제 시스템을 구성하는 것이 바람직하다. 터널 조명시스템과 같은 경우에는 때때로 중앙관제소가 조명장치로부터 매우 멀리 떨어져 있는 경우가 있다. 최근 거의 모든 사무실의 컴퓨터는 LAN을 통해 인터넷 망에 연결되어 있으므로 장거리 통신은 이더넷 기반의 TCP/IP 통신이 매우 유용하다. 그러나 그룹내 모든 조명기기를 이더넷 인터페이스로 연결하는 것은 대단히 비효율적이다. 따라서 로컬 조광영역에 적합한 별도의 통신망 구성이 요구된다. 본 논문에서는 그림 1에 제시한 바와 같이 장거리의 주 통신망으로는 이더넷 기반의 네트워크를 이용하고 주 통신망과 각 조명기기와의 보조 통신망으로써 2.4GHz ISM 밴드의 RF 네트워크를 이용하는 유무선 연계 그룹 조광제어 시스템을 제안한다.

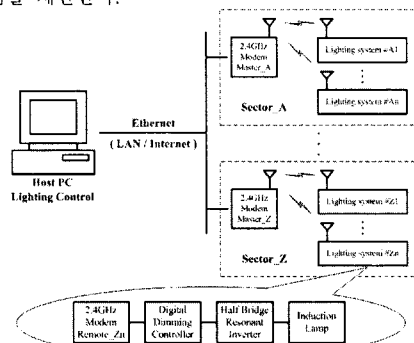


그림 1. 제안하는 원격 조광제어 시스템의 구성도

저자 소개

\* 한양대학교 메카트로닉스 공학과 박사과정

\*\* 유한대학 정보통신과 부교수

\*\*\* 한양대학교 전자·컴퓨터 공학부 교수

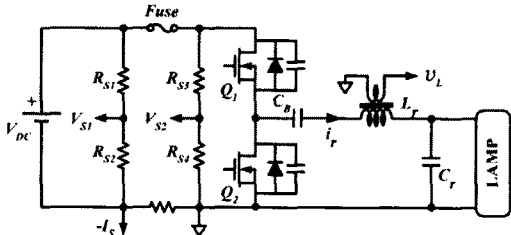


그림 2. 유도방전등용 전자식 안정기

### 2.2 유도방전등용 전자식 안정기

그림 2에 본 연구에서 적용한 유도방전등용 전자식 안정기를 나타내었다. 교류입력단의 노이즈필터와 PFC 회로부는 일반적인 사항이므로 본 논문에서는 다루지 않기로 한다. 제안하는 시스템의 경우 교류입력단의 전압, 직류링크단의 전압, 직류링크단에 설치된 휴즈의 상태, 직류링크단 전류, 램프의 이상 유무 등을 모니터링 하므로 이를 위한 제반 상태 검출이 가능하도록 전자식 안정기 주회로를 설계하였다.

### 2.3 디지털 제어기 구성

그림 3에 본 연구에서 적용한 디지털 제어기의 구성도를 나타내었다. 주 제어기로는 저가의 8비트 원칩 마이크로프로세서인 16F73(Micro Chip사)을 적용하였다. 모든 모니터링 정보는 MCU에 내장된 A/D컨버터를 이용하여 수집되며, 디지털화된 모니터링 변수 및 중앙으로부터의 제어 변수는 2.4GHz RF 모뎀을 통하여 수신된다. 이때 RF 모뎀과 MCU와는 115.2kbps의 UART 인터페이스를 적용하였다.

한편, 유도방전등의 디지털 디밍에는 1%단위의 조광제어가 가능한 평균 버스트 듀티 제어 알고리즘을 적용하였으며, 이는 소용량의 EPLD인 LC4064V(Lattice사)를 사용하여 구현하였다. MCU로부터 유도방전등의 온/오프 명령과 2디지트의 BCD로 구성된 조광제어값을 입력받아 1%단위의 듀티 제어 및 데드타임 회로까지 모두 구현하도록 디지털 디밍제어기를 설계하였다. 그림 4는 듀티 명령이 58%인 경우에 대한 평균 버스트 듀티 제어기의 타이밍도를 나타내었다. 유도방전등의 기본 스위칭 주파수가 250kHz인 경우 25kHz의 버스트 PWM이 구현되므로 가청주파수 대역의 소음은 방지된다.

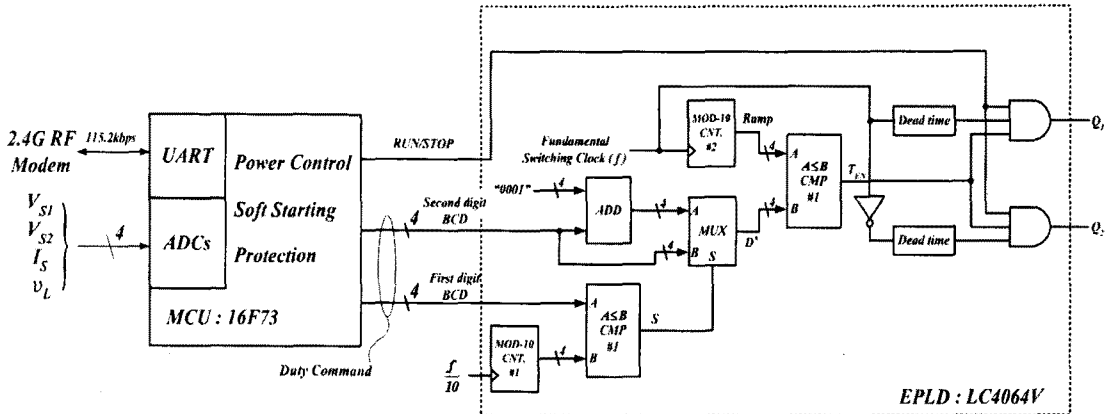


그림 3. 디지털 제어기 구성도

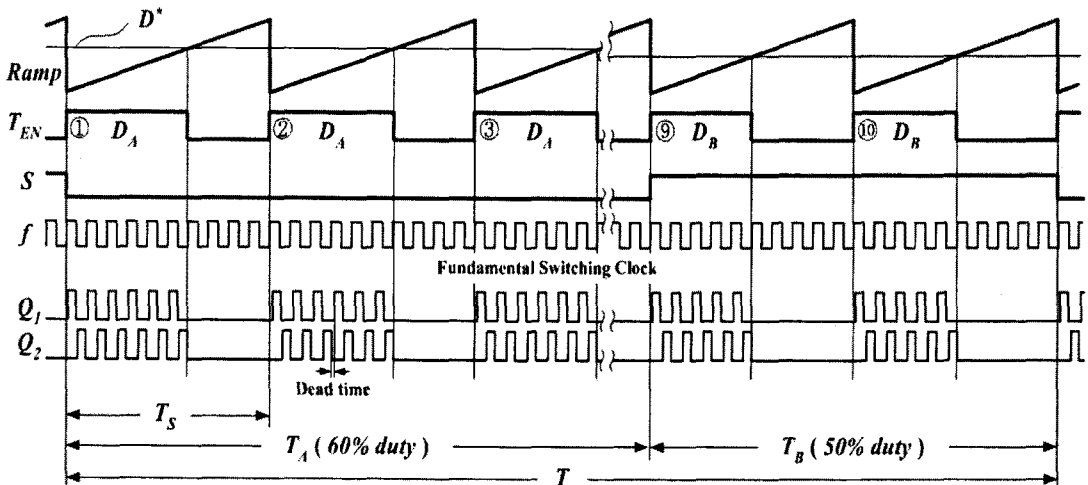
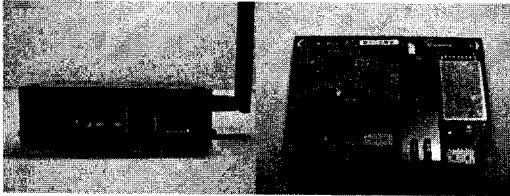


그림 4. 디지털 디밍제어기의 타이밍도(58% 듀티 제어시)

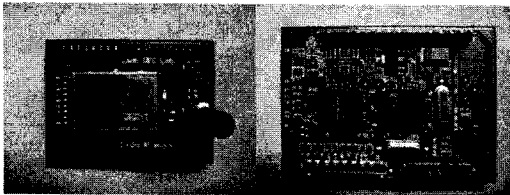
STX	LEN	Data	MSG	LRC	ETX
0x02	1 byte	2-3 byte	1 byte	1 byte	0x03

Network ID	DSTID	SRCID	Sequence	LEN	Payload	CRC
1 byte	1 byte	1 byte	1 byte	1 byte	7-8 byte	2 byte

(a) 데이터 프레임 구조



(b) 이더넷 인터페이스의 마스터 모듈 사진



(c) UART 인터페이스의 리모트 모듈 사진

그림 5. 2.4GHz RF 모듈의 데이터 프레임 구조 및 사진

### 3. 실험결과 및 고찰

먼저, 그림 5에 본 연구에서 적용한 2.4GHz RF 모듈의 데이터 프레임 구조 및 사진을 나타내었다. 실험에 적용한 RF 모듈은 DSSS방식의 변조를 통하여 1Mbps의 전송률을 갖도록 제작되었으며, MAC 프로토콜 레벨에서 CSMA/CA, Auto re-transmission, 16bit CRC 알고리즘을 적용함으로써 통신의 신뢰성을 확보하였다. 마스터 모듈은 이더넷 인터페이스로 주 통신망에 접속하고, 리모트 모듈은 UART 인터페이스로 각 조명기기의 주 제어기와 접속하여 중앙 관제 서버와 각 조명기기간의 디지털 통신을 구현하였다.

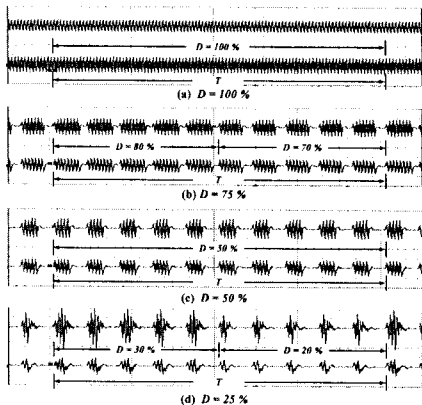
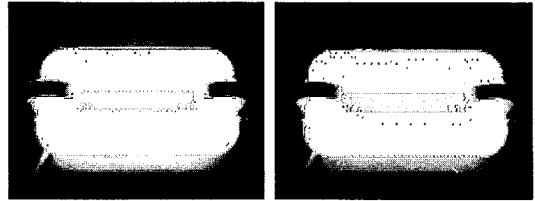


그림 6. 유도방전등의 전압, 전류 파형

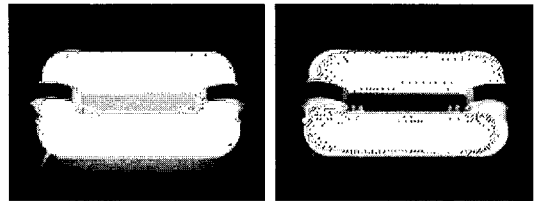
그림 6에 듀티 변화에 따른 유도방전등의 전압, 전류 파형을 나타내었다. 제안한 디지털 디밍제어기에 의하여 1%단위의 정밀한 듀티 제어가 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

끝으로 그림 7은 듀티에 따른 유도방전등의 조광 상태를 보여준다.



(a) D = 100%

(b) D = 75%



(c) D = 50%

(d) D = 25%

그림 7. 듀티 변화에 따른 유도방전등의 조광 상태

### 4. 결론

본 논문에서는 유도방전등을 이용한 그룹 조명시스템의 유무선 연계형 원격 조광 제어 및 모니터링 시스템을 제안하였다. 제안하는 시스템의 주 통신망은 Internet과 LAN을 이용하며 2.4GHz ISM 대역의 RF 네트워크를 그룹 조명의 보조 통신망으로 이용함으로써 공중 및 사설 그리고 유선 및 무선 통신이 적절하게 이용되는 중앙관제 시스템을 구성하였다. 또한 디지털 통신에 의한 조광제어를 위하여 MCU와 EPLD로 구현된 유도방전등용 전 디지털 조광제어기를 적용하였다. 실험을 통하여 신뢰성 있는 그룹 조명의 원격관리가 가능함을 확인할 수 있었다.

### 참 고 문 헌

- [1] Yokozeki, I. et al., "The design of peripheral circuits of inductive coupling type electrodeless discharge lamp". PEDS 2003 Conference Recording Vol. 2, pp. 17-20, Nov. 2003.
- [2] 주형중, 장도현, 권명일, "SEPIC 컨버터를 이용한 무전극 형광램프용 고역률 전자식 안정기", 전력전자학회 논문지, 3호, 제 9권, pp. 285-293, 2004. 6.
- [3] 연재을, 조규민, 김희준, "무전극 형광램프 조광제어를 위한 새로운 알고리즘", 대한전자공학회 논문지, 42권 SC편 3호, pp. 63-70, 2005. 5.
- [4] Jae Eul Yeon, Kyu Min Cho, Hee Jun Kim, and Won Sup Chung., "A New Dimming Method for Electroless Lamps", ITC-CSCC 2005 Proceedings Vol. 1, pp. 69-70, July 2005.