



# 최근의 건물에서의 조명제어 시스템 및 통신 프로토콜 현황

한수빈 <한국에너지기술연구원 책임연구원>

## 1 서론

최근 필립스의 자료[1]에 따르면 사무실 건물 내부에서 사용되는 에너지 분포를 보면 대략적으로 공조 즉 냉난방 및 환기용으로 40%, 조명용으로 35%, 사무자동화 기기용으로 15%, 온수용으로 10%정도의 분포를 보이는 것으로 나타나고 있다. 물론 국가별로 지역별로 이 분포의 양상은 조금씩 달라질 수 있지만 우리나라도 보편적으로 이 정도의 분포를 갖을 것으로 추정된다. 주목할 것은 조명용 설비는 단일 부하의 측면에서는 실제로 사무실 건물의 최대부하로 볼 수 있다는 것이다. 건물주의 입장에서는 건물의 운전비용을 낮추고 에너지를 절감하고, 이산화탄소의 배출량을 감소시키고 그린빌딩 인증을 맞추어야 하는 등의 여러 가지 목적을 고려할 경우 조명용 부하가 가장 효과적으로 이용할 수 있는 부하이다.

우리나라의 경우도 현재 90%이상의 건물은 기존의 광원 및 기구들로 구성된 예전의 조명 기술을 사용하고 있다고 볼 수 있다. 따라서 전반적인 건물분야의 에너지 절감을 위해서는 신축 건물 등에 LED(Light Emitting Diode)와 같이 고효율 에너지기기를 사용하는 것으로는 충분하지 않다. 건물 전반적으로 높은 효율의 조명에너지 이용을 효과적으로 달성하기 위해

서는 고효율 광원 외에 진보된 광학기술로 설계된 조명기구와 함께 조명제어 설비가 사용되어야 한다. 실제로 제어기의 적절한 적용은 예상이상의 큰 에너지 절감 효과를 볼 수 있다. 선진국의 경우도 오늘날 1% 정도의 건물만이 일부 조명설비에 대해서 조명제어를 적용하고 있으며 그나마 주광이용이나 감지센서 등을 이용한 기본적인 조명제어가 주로 사용되고 있다. 따라서 향후 건물에서 폭 넓은 조명제어를 이용한 관리 비용 절감 및 고효율화의 잠재력은 매우 큰 것으로 평가되고, 따라서 큰 시장도 기대되고 있으며, 이러한 이유로 크고 작은 수많은 조명회사에서 조명제어시스템을 연구 개발하고 있다.

최근의 조명제어 시스템이 과거와 구별되는 특성은 비약적으로 발전하고 있는 정보통신기술을 조명제어 시스템에 접목시키는 것과 기존의 건물관리시스템에서 사용되는 프로토콜과 호환 또는 이용가능하게 하여, 단독으로서의 조명제어시스템에서 네트워크 차원의 조명제어시스템으로 확장하려는 환경이 다르다 할 수 있다. 그러나 이러한 기술의 진보가 크고 작은 건물 전체의 에너지관리를 위해서 조명설비 시스템을 보다 융통성 있고 유효하게 제어할 수 있는 가능성을 가져오지만 이용자나 건물주의 입장에서는 너무 다양한 조명시스템과 이를 운용하는 많은 통신 프로토콜

에 혼동되어서 어떠한 조명설비가 필요한지 또 어떻게 운용되어야 하는지에 대해 파악하기가 매우 어렵게 되는 것이 현실이다.

이러한 문제는 우리나라뿐만 아니라 외국에서도 마찬가지라 미국 조명학회 IES(Illuminating Engineering Society of North America)에서는 2011년에 “Lighting Control Protocols”라는 문헌 [2]을 통해서 조명시스템의 시각으로 복잡하고 다양한 정보통신 기술 및 네트워크 기술을 정리하려는 시도를 하고 있다. 그러나 이 문헌도 전문적 지식이 없는 일반인들에게는 이해하기가 어렵기 때문에 본 고는 문헌에 언급되지 않은 내용을 포함하여 주된 시스템들을 정리하고 주요 내용을 가능한 풀어서 소개하여 기존의 조명기술자들이 현 건물에서의 조명제어시스템 기술을 파악하고 활용하는데 도움이 되도록 기술하였다.

## 2. 조명시스템과 프로토콜 관련 주요 용어의 이해

현재 다양한 정보통신 기기와 연계된 조명시스템을 파악하기 위해서는 정보통신 특별히 네트워크 관련 시스템과 용어들을 이해할 필요가 있다. 같은 용어이지만 조명시스템과 관련해서는 보다 좁은 의미로 설명되어지기도 한다.

### 2.1 네트워크(Network)

컴퓨터 네트워크 측면에서는 통신 매체를 통해 서로 자원과 정보를 공유할 수 있는 다수의 컴퓨터와 기타 하드웨어(프린터, 라우터, 스위치 등) 장치들의 집합체로 네트워크를 정의한다. 네트워크도 규모에 따라 여러 용어들이 있어 혼동을 일으키기 쉽다. 사무실에서와 같이 근거리에 있는 여러 대의 컴퓨터나 서버를 통신망을 이용해 연결하여 상호 접속하는 소규모

의 근거리 통신망을 LAN(Local Area Network)이라 하고 MAN(Metropolitan Area Network)은 여러 LAN이 묶여진 도시권 통신망을 의미한다. 이 MAN을 상호 접속하여 형성한 국가 대 국가 및 국제적으로 통신망을 상호 접속한 더욱 큰 규모의 대규모 통신망을 광대역 통신망 WAN(Wide Area Network)이라 하고 인터넷(Internet)은 대표적인 광대역 통신망의 하나이다.

조명시스템 측면에서 네트워크는 미국조명학회의 최근 문헌[2]에 의하면 “조명제어를 위한 일련의 명령들을 공급하기 위해 서로 협력하거나 상호 의존적으로 작용하는 시스템 군”으로 일반적인 컴퓨터 네트워크의 개념과는 다소 다르게 설명하고 있다. 그러나 조명시스템에서도 넓은 범위에서는 컴퓨터 네트워크를 이용한 제어가 수행되므로 조명시스템 네트워크란 보다 협의적인 의미로 생각하는 것이 편리하다.

### 2.2 프로토콜(Protocol/Communication Mode/Method)

프로토콜이란 용어는 정보통신 시대인 현재에 자주 접할 수 있는 용어이긴 하나 실제로 관련 종사자들이 아니고는 정확히 이해하기가 쉽지는 않다. 프로토콜은 개념적으로는 서로 다른 기기가 통신하기 위한 사전 약속으로 보면 쉽게 이해된다. 조금 더 구체화한다면 통신 프로토콜이란 컴퓨터 네트워크 또는 조명제어시스템 전반을 통신하기 위한 일련의 표준화된 규칙들을 말한다. 이 규칙들은 실제로 단순하지 않으며, 여기에는 데이터의 나열법에 관한 규칙 및 해석, 시스템간의 동기화, 데이터의 전반적인 표현, 신호를 주는 방식 외에도 인증 여부 등의 기능과 관련해서 매우 복잡하게 구성이 될 수 있다. 프로토콜은 가장 낮은 단계에서는 하드웨어 연결의 작용만으로 생각할 수 있지만 대부분의 프로토콜은 소프트웨어와 하드웨어의 혼합으로 구현된다.

현재 프로토콜은 실제로 디지털 프로토콜을 의미하지만 아날로그 프로토콜도 존재한다. 기존의 아날로그 프로토콜은 단방향(one-way 또는 unidirectional)이라 인터페이스 기기, 조명기구 및 기타 장치에서 피드백을 받을 수 없다. 디지털 프로토콜은 단방향 또는 양방향(Bidirectional)일 수 있고 양방향의 경우는 명령을 줄 수도 있지만 응답을 받을 수도 있는 등 데이터를 상호 교환할 수 있다.

프로토콜을 streaming scheme이나 또는 command scheme으로도 분류하기도 하는데 streaming scheme의 경우는 데이터가 변화가 필요하던 아니던 연속적 또는 반복적인 데이터를 지속적으로 보낸다. Command scheme에서는 데이터가 송부되고 명령이나 설정치에 변화(preset change)가 있지 않으면 다시 송부되지 않는다.

### 2.3 게이트웨이(Gateway)

게이트웨이는 서로 다른 프로토콜을 사용하는 통신 네트워크 사이를 연결시키기 위한 장치이다. 예로서 어느 BACnet 프로토콜로 동작하는 건물관리시스템이 DARI나 DMX 등 다른 프로토콜로 채택된 조명시스템과 연계가 필요한 경우 이들 시스템 사이에서 정보를 주고 받을 수 있도록 게이트웨이가 사용된다. 즉 프로토콜을 변환시켜서 서로 다른 네트워크 프로토콜을 상호 연결하는 역할을 한다. 때때로 패킷(packet, 네트워크 전송 데이터의 최소 단위)을 최적의 네트워크 경로를 찾아서 다른 네트워크로 보내주는 역할을 하는 라우터(router)와 혼동되기도 하는데 게이트웨이는 네트워크 연결과 관련된 여러 기능을 포함한 비교적 넓은 의미의 장치이다.

### 2.4 개방형과 업체 고유 프로토콜(Open vs. Proprietary Protocols)

개방형 프로토콜은 특정 권리권이 없이 공개되고

보편적으로 사용가능한 표준으로 단체나 학회에 의해서 공개적인 공감대를 갖는 형성 과정에서 개발된다. 예로서 TCP/IP, CAN, BACnet, Lonworks 등 대부분 표준 프로토콜이 해당된다. 업체 고유 프로토콜(Proprietary protocols)은 보통 업체나 개인에 의해 개발되어 프로토콜의 구조가 공개되어 있지 않고 사용하기 위해서는 라이선스의 합의나 로열티를 주고 사용해야 하는 것으로 개방형 프로토콜을 사용하지 않는 업체 개별 제품의 경우는 모두 이해 해당된다.

### 2.5 물리적 계층(Physical layer)

물리적 계층은 국제표준화기구(ISO)에서 개발한 통신 시스템을 7개의 계층으로 정의하는 OSI(Open Systems Interconnection)라는 개방형 통신 시스템의 모델 중에서 가장 낮은 기본 계층에 해당된다. OSI 모델은 컴퓨터 네트워크 프로토콜 디자인과 통신을 계층으로 나누어 구성한 것이다. 물리적 계층은 OSI 모델에 입각해서는 명령과 통신 신호가 어느 네트워크 노드(node)에서 다른 노드로 전달되도록 하는 방법을 의미하며 장치들을 연결하기 위해 필요한 전기적, 물리적 세부 사항들을 포함하는 것으로 설명된다. 그러나 일반인들은 통신을 하기 위한 하드웨어를 규정하는 것의 의미로 해석하면 이해하기가 편하다. 실제로 전기적인 연결의 배치나 형태, 배선의 명세, 전송 속도 및 신호의 레벨 등이 이 계층에 포함된다. 이 물리적 계층은 제어 신호에 대한 전기적 특성을 규정하나 통신 정보의 내용을 규정하지는 않는다. 대표적으로 RS232, RS485, Ethernet 그리고 USB 등이 있다. 따라서 프로토콜은 서로 다르나 통신을 위한 하드웨어와 기본 방식은 그 종류가 많지 않기 때문에 물리적 계층은 같은 경우가 많게 된다.

### 2.6 토폴로지(Topology)

토폴로지는 네트워크 구성 기기들, 즉 노드와 노드

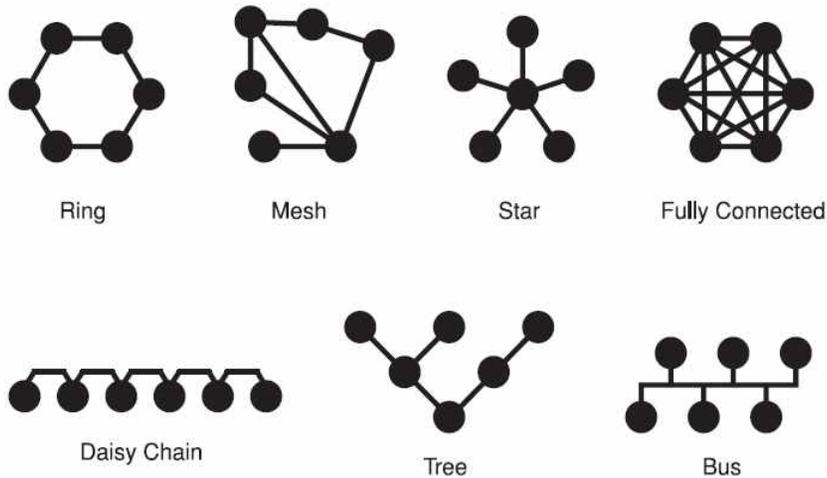


그림 1. 네트워크상의 토폴로지 종류

사이의 물리적 선의 연결 또는 논리적 데이터 전송 경로의 관계가 어떻게 구성되어 있는지를 묘사한다. 그림 1과 같이 가장 많이 쓰이는 Star형, 무선통신에서 보편적인 Mesh형 등을 포함하여 여러 형태가 존재한다.

### 3. 융복합 기술을 고려한 조명제어 시스템의 구조

미국조명학회에서는 갈수록 복잡하게 연결되는 융복합 제어 및 통신기술을 고려하여 조명시스템의 구조 분석을 단순화하여 설명하기 위해서 일단 모든 조명시스템은 그림 2와 같은 일반화된 구조로 분류할 수 있도록 하였다[2]. 일반화하기 위해서 일단 제어 프로토콜은 Front End와 Back End의 2가지 그룹으로 분리하여 설명하는 방법을 취하고 있다. Front End는 직접 사용자 또는 센서로부터 입력을 받는 기기들에서 발생하는 것으로, 그리고 Back End는 전기적으로 실제 수행하는 부분에 주어지는 명령으로 구분한다. 이는 단순한 조명제어기기의 경우는 하나의 프로토콜로 동작이 되지만 건물 내의 다른 시스템

과 관련된 복합적 제어시스템의 경우 실제 조명시스템과 제어시스템이 같지 않고, 따라서 프로토콜도 다를 수 있기 때문에 이를 고려하기 위해서 2가지의 그룹으로 구분을 하고 있다.

조명시스템을 공통적으로 일반화하기 위해서 그림 2와 같이 광원 또는 조명기구의 출력을 제어하기 위한 다중의 전기/전자적 방식을 사용자 입력장치, 인터페이스 그리고 전력제어기의 3개 요소로 된 기본적인 구조로 구분하고 있다. 사용자 입력장치는 Front End 신호를 발생시키게 되고 인터페이스는 이를 실제 조명기구를 제어하는 전력제어기에 유효한 Back End 신호로 바꾸어 보내게 된다. 인터페이스는 간단히 조광기(dimmer)일수도 있고 보다 복잡하고 지능화된 제어장치 일 수도 있다. 주의할 점은 Front End나 Back End나 발생하는 신호가 어떤 프로토콜을 갖는 제어 신호일 수도 있지만 상용전원도 개념에 포함된다는 사실이다. 전력제어기는 일반적으로 안정기 또는 LED 드라이버와 같이 광원에 실제 에너지를 전달 또는 제어하는 역할을 수행하는 장치를 의미한다. 그림 2는 일반화된 구조와 다양한 제어신호를 보여주고 있으며, 조명제어시스템은 이 구조의 틀 안에

서 여러 종류의 혼합된 형태로 설명이 가능하다.

일반화된 구조에서 구체적으로 실제 사용되는 제어 시스템 구조를 찾아보면 그림 3의 경우 형광등을 구동하는 예로 이 경우는 사용자 구동 장치가 벽면 스위치에 해당되고 인터페이스는 존재하지 않으며, Front End 및 Back End의 내용이 동일하게 상용 전원이 된다. 전력제어장치는 안정기가 되며 전력제어 장치의 출력을 통해서 형광등을 점등하고 발광을 유지하는 전력이 공급되게 된다. 그림 4는 DALI 프로토콜에 의한 형광등 조광시스템으로, 이 경우 사용자 장치는 서버이며 여기서 Front End 신호로 제어 신호가 발생되어 인터페이스 장치로는 설정 버튼 또는 센서가 될 수 있으며 이 환경에 따라 Back End

신호로 적합한 DALI 제어신호를 전력제어장치에 공급하게 된다. 전력제어장치는 DALI 프로토콜에 의해 전력을 제어할 수 있는 안정기로서 DALI 제어신호를 받아서 원하는 조광이 되도록 필요한 전력을 형광등에 보내는 작업을 실행하게 된다. 그림 5는 LED의 PWM 구동방식의 구조로 사용자 입력장치를 통해서 정보가 서버에 전해지면 서버에서는 실제 LED 드라이버를 제어하는데 필요한 신호를 보내주게 된다. LED 드라이버는 LED 광원에 PWM 형태의 전력을 공급하게 되는데, 이 경우는 3색 LED를 제어하거나 LED 백라이트를 제어하는 구조로 볼 수 있다. 일반 백색광원의 경우는 LED 드라이버내에서 LED 전류를 PWM 제어하더라도 출력은 평균화된 직류값을

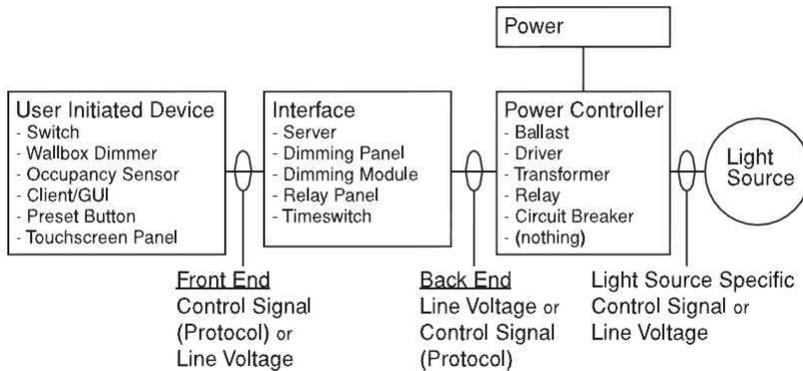


그림 2. 조명제어시스템의 일반화된 구조

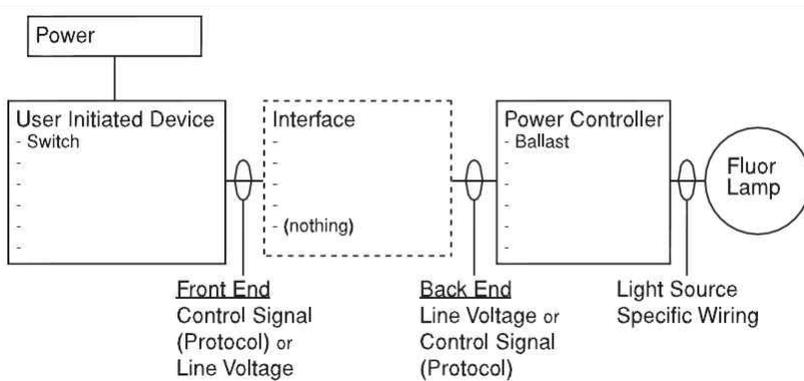


그림 3. 벽스위치로 구동되는 형광등 시스템의 구조

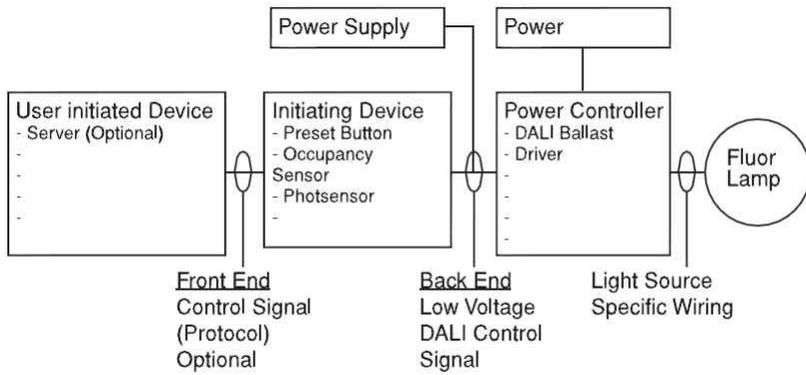


그림 4. DALI 제어기로 제어되는 형광등 시스템의 구조

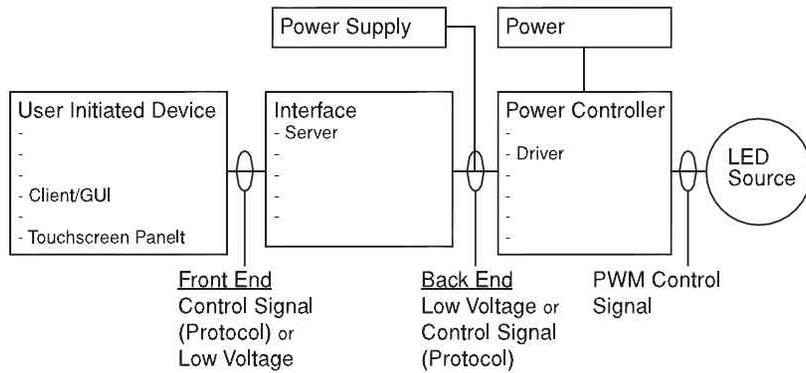


그림 5. LED PWM 방식의 구조

공급하도록 되어 있기 때문에 전력제어장치의 역할이 그림 5와는 다소 다르게 동작된다.

#### 4. 조명시스템에서 광원의 조광 수행 방식

##### 4.1 2선 전압 위상제어 방식(2-wire line voltage phase control)

위상제어(Phase control) 조광기(dimmer)는 안정기에 공급되는 전압과 전류를 제어하게 된다. 조광기는 상용전원의 한 주기 중 일부의 일정 시간만큼을

off시켜서 램프의 출력을 감소시키게 된다. 그림 6의 배선 형태를 갖지만 스위치는 실제 트라이액과 같은 반도체에서 기능을 함께 수행하고 있으므로 따로 필요하지는 않다.

##### 4.2 4선 저전압 0-10V 방식(4 wire low voltage 0-10V(class2) for fluorescent lamp)

이 방식은 형광등을 조광하기 위해 가장 일반적으로 사용하고 있는 형태로 조광용 전자식 안정기가 있어야 하며, 이 조광용 전자식 안정기에 상용 전원용으

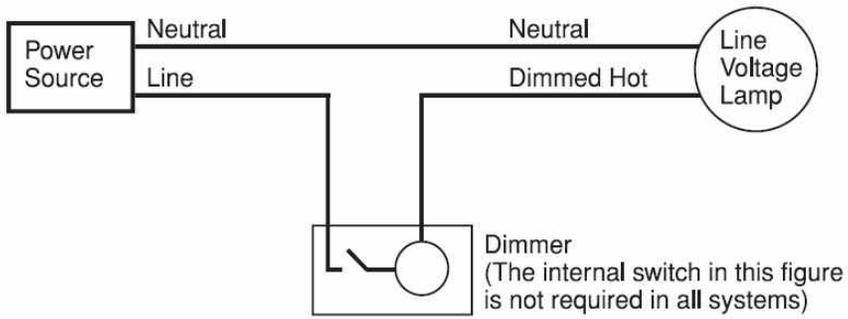


그림 6. 2선 전압 위상 방식의 배선

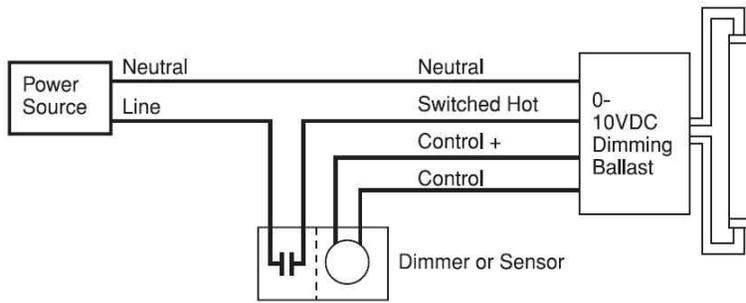


그림 7. 4선 저전압 0-10V 방식 배선

로 사용하는 2선외에 조광레벨의 제어신호 0-10V의 명령을 주기 위해 그림 7과 같이 별도의 제어용 전선 2선이 필요하다. 실제로는 1V가 가장 낮은 레벨의 신호로 동작된다. 만약 외부의 제어기가 문제가 있어 제어신호를 받지 못하는 경우를 대비해서 제어신호가 없는 경우는 전 광속을 내도록 안정기가 동작된다. 이 방식은 NEMA ANCI C82와 IEC 60929등의 규격에서 다루고 있다.

#### 4.3 DARI를 이용한 방식(DARI(class 1 or 2) for fluorescent dimming)

형광등의 조광은 캐소드의 가열과 관전류의 제어로서 가능하게 된다. 캐소드 가열을 위해서는 안정기는 rapid start type이어야 한다. DALI는 254 레벨로

형광등의 밝기를 조절할 수 있다. 제어선은 Class 1 또는 Class 2에 따라 설정된다. 만약 Class1이면 그림 8과 같이 전력선과 별개로 DALI 제어선이 설치되어야 한다. 디지털 데이터는 1200bps(bits per second)의 속도로 전송되며, 프로토콜에서는 rising time을 설정하게 되어 있는데, 서로 다른 시스템사이의 간섭을 최소화하기 위해서이다. DALI 안정기 자체는 제어시스템이 아니고 앞단의 제어기의 신호를 필요로 한다. DALI의 선연결 방식은 그림 1의 star, daisy-chain과 tree가 가능하나 ring과 같이 루프(loop)를 형성하는 것은 금지된다. 전체 길이는 300meter를 넘지 못하고 제어버스에서는 64개 이상의 제어 points(ballast, dimmers, relays)를 갖지 못한다. 각 DALI 버스는 16VDC에서 250mA 이상이 허용되지 않는다.

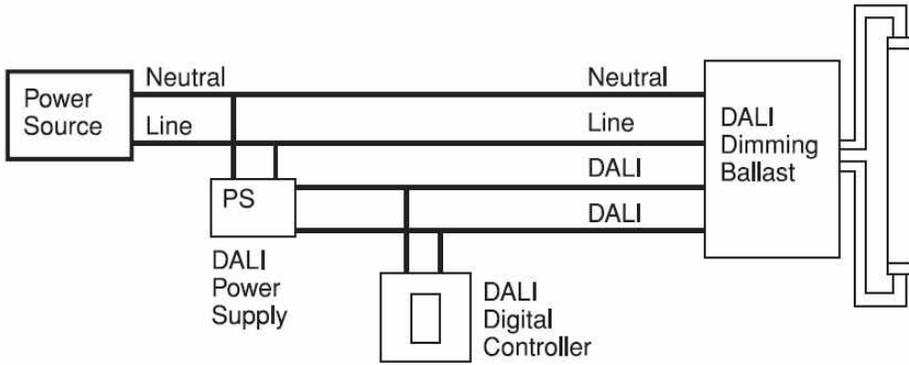


그림 8. DALI 형광등 조광방식의 배선

#### 4.4 LED 조광을 위한 PWM(Pulse Width Modulation) 방식

LED의 밝기, 즉 광출력은 LED 전류의 평균값에 의해 결정된다. 전류와 광속은 낮은 전류값에서는 선형적인 관계를 갖지만 전류가 증가할수록 비선형적 관계를 보이기 시작한다. 이 비선형 영역에 들어가면서 입력에너지가 열로 변화하는 비율이 증가하게 되어 LED의 효율은 감소하게 된다. LED의 평균 전류를 제어하는 방법, 즉 조광방식으로는 주파수의 변화에 의한 방법도 가능하지만 현재 가장 일반적인 조광방식은 주파수는 일정하게 두고 듀티비(Duty ratio)를 변화시키는 PWM 방식이다.

### 5. 건물 조명제어와 관련된 주요 프로토콜

건물과 조명제어와 관련된 프로토콜(protocol)은 매우 종류가 많다. 미국조명학회의 문헌[2]에서도 많은 프로토콜이 소개되어 있다. 본 고에서는 그 중에서도 조명제어와 관련되어 중요한 프로토콜 일부를 소개하기로 하며, 기타 다른 프로토콜에 대해서는 관련 문헌[2]나 다른 전문 문헌들을 참고하기 바란다.

#### 5.1 0-10VDC Front End(Current Source)

이 방식은 ANSI E1.3 Entertainment Technology-Lighting Control Systems에 표준으로 되어있고 여러 디지털 프로토콜의 방식이 발전되기 전에 건축시스템에서 가장 많이 사용된 아날로그 프로토콜이다. 초기에 연극 및 연출 조명을 위해서 고안되었으며 근본적으로 조명제어 및 조광기(dimmer)을 제어하기 위한 것으로 2선을 사용하여 current source형 0-10V의 직류전압으로 제어한다. 그림 2의 조명시스템 구조 측면에서는 Front End에서 제어신호를 공급하는 역할을 하게 된다. 주의할 점은 조광용 형광등용 안정기에서 조광제어를 위해 받은 0-10V 직류전압 방식과는 다르며, 이 경우는 current sink 방식으로 Back End 측에서 사용하는 프로토콜에 해당된다.

#### 5.2 BACnet(Building Automation and Control Network)

BACnet은 건물 자동화 및 제어시스템의 통신 요구사항을 만족시키기 위해 특별히 설계된 프로토콜이며 최근의 많은 건물 자동화 시스템들은 BACnet을 사용하고 있다. 1990년대까지 건물 자동화와 관련

된 설비업체들이 자체적으로 개발한 독자적인 프로토콜을 갖는 통신망 기술을 사용한 제품을 공급하면서 서로 다른 제조업체의 장비들 간에 통신이 불가능하게 되어 사용자가 시스템 구축이나 확장에 제한을 받을 수 밖에 없는 문제가 나타나게 되었다. 따라서 빌딩 자동화 통신망에서 개방형 표준의 필요성이 계속 제기되어 왔고, 이를 위해서 미국냉동공조학회인 ASHAE(American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers)에서 제안하여 1995년에 ANSI/ASHRAE-135로 표준으로 채택되었다. 우리나라는 2000년에 KSX6909의 표준규격으로 제정되었고 현재까지 지속적으로 보완이 되고 있다. 이들 시스템의 적용 대상은 냉난방 및 환기 등 공조기를 포함해 조명시스템, 출입 관리 시스템, 보안 및 화재 감지시스템이다.

### 5.3 DALI(Digital Addressable Lighting Interface)

유럽에서 개방형 디지털 조명제어 방식으로 개발된 DALI는 현재 IEC60929 표준이며, 처음에는 제어기와 형광등 안정기 사이의 양방향 통신을 위해 고안되었지만 현재는 다른 장치들과 제어기를 포함하려는 작업이 진행 중에 있다. 양방향 특성이므로 특정 장치에 문의하여 실시간 응답을 받을 수 있어 램프와 안정기의 상태에 대해 파악할 수 있고 유지보수 등에도 효율적으로 이용할 수 있다. DALI는 16개의 제어 구역에 대해 어떠한 결합이든지 관리할 수 있고 각 안정기는 16개의 미리 설정된 정보를 저장할 수 있다. 이 조명시스템은 개별 제어시스템으로 동작할 수 있고, 또한 보다 큰 건물관리시스템에 subsystem으로 통합될 수 있다. 조명제어시스템에 특화된 또 다른 시스템인 DMX와 비교할 때 데이터를 연속적으로 보내는 streaming scheme 방식을 쓰는 DMX와 달리 DALI는 command scheme으로 명령만 보낸다. 따

라서 DALI는 직접적으로 복잡한 LED 조명기구를 제어하고 동적 효과를 극대화 시키는 목적에는 적합하지 않다.

### 5.4 DMX 512(Digital Multiplex)

통상 DMX라고 불리는 DMX512는 1986년에 제어기와 조명설비 사이의 통신을 위해서 USITT(United States Institute for Theatre Technology)의해서 최초로 만들어졌고, 대부분의 용도에서 조명제어시스템 구조 그림 2의 Front end 방식으로 이용되고 있다. ANSI E1.11로 표준화되어 있다. 그 후 광원 제어 및 조광 모듈과의 연결에 대한 표준 방법으로서 보다 더 유동적으로 할 수 있도록 1990년에 개정되어 광원과 관련된 장비와 함께 사용되는 가장 공통적인 국제 표준규격이 되었다. 네트워크 세그먼트(segment)당 최대 512개의 제어 채널을 제공하며 두개의 와이어를 통해 표준 RS-485 전송장치를 사용하여 1초당 250,000 비트씩 데이터를 전송한다.

### 5.5 KNX(Konnex)

KNX는 단독 주택 및 사무실 등 모든 건물의 지능적 제어를 위해 EIB(European Installation Bus)와 EHSA(European Home Standards Association)의 합의에 의해서 만들어 졌다. EN50090, ISO/IEC 14543-3 등에 표준으로 되어 있고 유럽, 특히 독일, 오스트리아, 스위스 등에서 조명 제어를 위해 광범위하게 사용되고 있다. 필립스도 KNX를 채택한 건물관리와 연계된 조명제어시스템을 보급하고 있다. KNX는 유선 및 무선 이더넷 통신을 허용하고 있다. 조명, 블라인드/셔터, 보안 장치, 에너지 관리, 난방, 환기, 냉난방 장치, 신호 및 모니터링 시스템, 서비스 및 빌딩 제어 시스템의 인터페이스, 원격 제어, 계량기, 음성/영상 제어, 백색 가전제

품 등 빌딩 관리 장치를 제어하는 센서 또는 작동 장치를 버스 장치로 이용하고 제어 센터를 추가 설치할 필요 없이 통일된 시스템을 통해 이들 기능을 모두 관리할 수 있어 건물관리시스템으로서 BACnet과 Lonworks와 경쟁관계에 있다.

### 5.6 LonWorks

LonWorks는 Echelon사에서 개발한 분산제어 네트워크 기술로 공장자동화, 건물관리 등에서 폭넓게 되고 있다. 2009년에 국제 표준화 기구 ISO와 국제 전기표준 회의 IEC의 국제 표준 ISO/IEC 14908-1로 채택되었다. 건물에너지관리분야에서는 기능적으로 BACnet, KNX와 경쟁관계에 있다. 개방형 표준이지만 이 프로토콜을 사용하려면 마이크로프로세서로 Neuron Chip을 사용해야 한다.

### 5.7 ZigBee

IEEE 802.15.4에 근간을 둔 표준 프로토콜로 낮은 데이터 전송율, mesh 네트워크, 양방향 통신이 주요 특징이다. 저전력소모의 범용적인 저가 무선 네트워크를 구성할 수 있기 때문에 블루투스나 와이파이가 같이 빠르고 많은 데이터 전송이 필요한 고가형 제품이 필요하지 않은 용도에서 조명제어외에도 산업용 제어, 센서, 건물 자동화 기기 등 많은 곳에서 효과적인 이용이 가능하다.

## 6. 결 론

본 고에서는 최근의 조명시스템을 이해하기 위해 융복합적으로 결합되는 많은 정보통신 기기 중 조명 기기와 관련 된 프로토콜에 대해서 소개하였다. 미국 조명학회지의 최근 전문가 그룹의 정리된 내용을 중심으로 조명기기의 측면에서 이들을 정리하였지만 그 래도 파악하기는 쉽지 않은 내용들이 포함되었다. 많

은 프로토콜은 각각 전송 속도, 거리, 부하의 처리 용량 그리고 전력소모 등에서 다 다르기 때문에 실제로 적합하게 적용하기 위해서는 각각에 대해 잘 숙지해야 하는 조건이 따른다.

전반적인 틀에서는 기존의 건물관리 시스템들은 각각 제조회사에 따라 다른 프로토콜을 갖는 장비들로 각 다른 기능들을 제어하였던 경향에서 BACnet, Lonworks 등 개방형 프로토콜을 사용하는 기기들로 통합 관리 및 쉽게 확장할 수 있는 환경으로 가는 중에 있다. BACnet, Lonworks이 미국에서 제안된 개방형 프로토콜이라면 최근에 유럽에서는 KNX를 제안해서 경쟁관계에 있다고 볼 수 있다. 한편 조명기기 자체는 DMX, DALI 등 조명기기의 규모에 맞는 표준 프로토콜이 널리 사용되고 있고 또 Zigbee라는 무선통신 프로토콜을 조명시스템에서도 적용이 확장되고 있다. 이들 프로토콜은 게이트웨이를 통해서 다른 프로토콜을 사용하는 제어기와 연계하여 관리를 할 수 있고 이러한 솔루션은 많은 조명기기 제조업체에서 이미 제공하고 있다. 이러한 전반적인 흐름을 염두에 두고 관련 문헌들을 보다 숙지하다면 다양한 기기들의 세부적인 활용이나 이해에 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

- [1] "Lighting Controls solutions for offices", Philips, 2011.
- [2] "Lighting Control Protocols" IES TM-23-11, Illuminating Engineering Society, 2011.

### ◇ 저 자 소 개 ◇



한수빈(韓秀彬)

1958년 6월 9일생. 1981년 한양대학교 전자공학과 졸업. 1986년 KAIST 전기 및 전자공학과 졸업(석사). 1997년 KAIST 전기및전자공학과 졸업(박사). 현재 한국에너지기술연구원 책임연구원. 한국조명전기설비학회 편수위원.