

# 디지털 디머 시스템 개발 연구

정승환\*, 최익\*, 최주엽\*\*

광운대학교 정보제어공학과\*, 광운대학교 전기공학과\*\*

## Development of the digital dimmer system

Seung-Hwan Jung\*, Ick Choy\*, Ju-Yuop Choi\*

Kwangwoon University\*

### ABSTRACT

현재 수요가 꾸준히 증가하고 있는 디지털 디머 시스템은 국내 연구가 미비한 실정이다. 이러한 시점에 본 논문은 현재 까지 개발한 디지털 디머 시스템과 그 기능을 소개하고자 한다. 개발한 시스템은 크게 콘솔과 디머 랙으로 나눌 수 있으며, 콘솔은 사용자와의 인터페이스와 전체 디머 시스템의 제어가 주목적이며, 디머 랙은 콘솔로부터 전송받은 각 조명 레벨을 위상각 제어 방식으로 조명기기의 밝기를 제어하도록 설계하였다.

### 1. 서 론

최근 생활수준의 향상에 따라 고급 주택 및 대형 사무실에서는 각 구성원들의 시력보호, 능률향상, 실내 분위기 조성을 위하여 적절한 조명시스템을 설치하는 것이 매우 중요시 여겨지고 있으며, 특히 24시간 점등이 필요로 하는 백화점, 주차장, 주유소, 상가, 대형 빌딩, 건설현장에서는 최상의 조명 환경 제공과 건물 관리의 효율화 제공을 위하여 디머 시스템의 설치가 절실히 요구되고 있다. 하지만 국내에서는 지속적인 시스템 연구개발이 이루어지지 않고, 개발된 시스템은 반도체 소자의 고장이 빈번하게 발생하고 있다.

이에 따라 가장 많이 사용하고 있는 무대 및 공연장에서는 Strand lighting, ETC와 같은 외국회사의 시스템을 선호하고 있으며, 중국에서도 값싼 디머제품들이 속속 출시되고 있다.

디머 시스템은 그림 1 과 같이 크게 3부분으로 나눌 수 있다. 디지털 섹션으로 디머 콘솔과 디머 랙이 있으며, 아날로그 섹션에 조명기기가 속한다. 콘솔은 사용자와의 인터페이스와 전체 디머 시스템의 제어가 주목적이며, 디머 랙은 콘솔로부터 전송받은 각 조명 레벨을 위상각으로 변환하여 조명기기에 신호를 주게 된다. 조명기기는 위상 신호에 따라 레벨을 유지하게 되어, 밝기 제어가 가능하고, 이로서 전체 시스템을 구성하게 된다.

본 논문은 디지털 섹션의 디머 랙과 콘솔을 개발하고, 구현한 기능에 대하여 세부적으로 기술하였다.

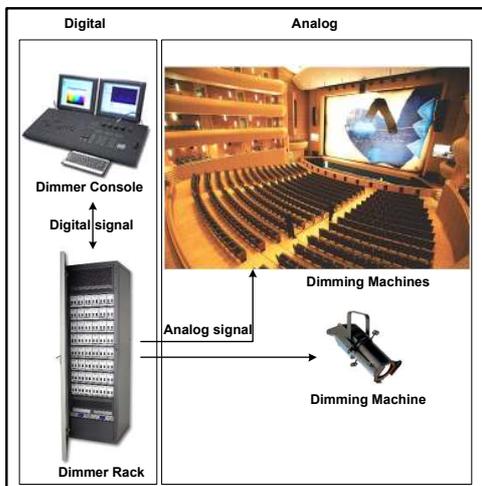


그림 1 디머 시스템의 구성도  
Fig. 1 Construction of a dimmer system

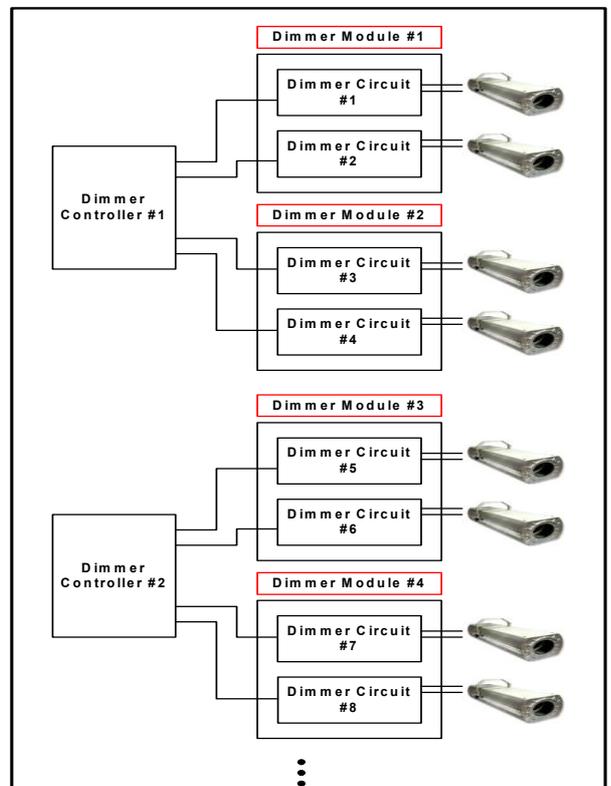


그림 2 디머 랙의 구성도  
Fig. 2 Construction of a dimmer rack

## 2. 디머 랙

디머 랙은 크게 랙 컨트롤러, 디머 모듈 그리고 디머 컨트롤러로 구분된다. 랙 컨트롤러는 디머 모듈에 조명 레벨을 전달하고, 조명의 상태를 파악하는 등 디머 랙의 전반적인 제어를 맡게 되며, 디머 모듈은 내부에 디머 회로를 구성하고 있어, 전송받은 조명 레벨을 통해 조명을 제어하게 된다. 디머 컨트롤러는 랙 컨트롤러와 디머 모듈 사이에서 디지털 디머 레벨을 위상각으로 변환하는 중계역할을 맡고 있다.

구성은 그림 2 와 같이 이루어지게 된다. 디머 컨트롤러는 디머 회로에 싸이리스터를 On/Off 할 수 있는 아날로그 신호를 전송한다.

### 2.1 디머 모듈

디머 모듈은 박스 형태로 견고하게 제작하였으며, 싸이리스터의 스위칭 동작으로 인한 발열을 줄이기 위하여 열전도가 잘 되는 알루미늄으로 외벽을 구성하였다. 디머 회로는 그림 3 과 같이 구성이 되어, 1 개의 조명기기를 제어할 수 있다.

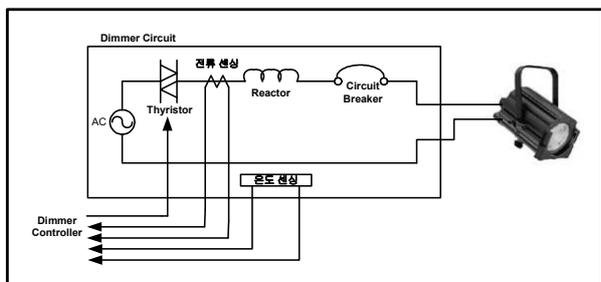


그림 3 디머 회로의 구성도  
Fig. 3 Construction of a dimmer circuit

그 기능으로 먼저, 조명의 레벨에 따른 위상 신호를 디머 컨트롤러에서 받아 싸이리스터를 On/Off 한다.

그리고 모듈 내의 온도와 회로에 흐르는 전류를 디머 컨트롤러로 ADC할 수 있도록 전송한다. 온도 센싱은 발열이 가장 심한 싸이리스터에 디지털 온도센서IC인 LM35를 부착하였고, 전류 센싱은 CT센서를 사용하였다. 디머 컨트롤러에서 사용된 마이크로프로세서의 ADC가 5V레벨이므로 별도의 회로를 구성하여 5V레벨 이내의 전압값으로 변환하여 전송하게 된다.

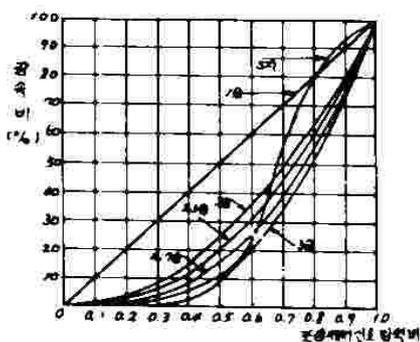


그림 4 조광 특성 곡선  
Fig.4 Waveforms of characteristic of dimmer

### 2.2 디머 컨트롤러

디머 컨트롤러는 랙 컨트롤러로부터 4개 회로의 조명 레벨을 입력 받아 디머 회로에 전송할 위상각 신호로 변환하며, 이 신호를 각 디머 회로의 싸이리스터에 전송한다. 여기서는 사람의 눈의 특성을 고려하여 제어신호 입력에 대한 조명 출력 특성곡선을 사용한다. 조광 특성 곡선은 다음 그림 4 와 같다. 이 중에서도 2승 특성곡선은 시감도 직선 특성이라고 불리며, 조명제어 입력의 변화와 시감도의 변화를 일치시킨 것으로, 디머 컨트롤러 내에 배열 테이블로 저장되어 있다.<sup>[1]</sup>

또한, 디머 컨트롤러는 디머 모듈로부터 전송 받은 온도와 전류의 센싱값을 ADC하여, 랙 컨트롤러로 전송하게 된다.

### 2.3 랙 컨트롤러

랙 컨트롤러는 디머 랙의 중추적인 역할을 하는 부분으로서, 디머 랙의 전반적인 제어를 맡게 된다. 다음은 랙 컨트롤러의 기능이다.

랙 컨트롤러의 가장 중요한 기능으로는 콘솔로부터 조명 레벨을 전달받아 디머 컨트롤러로 분배하는 것이다. 콘솔과 랙 컨트롤러는 DMX512 통신으로 연결 되어있으며, 랙 컨트롤러는 DMX512 통신을 통해 전송받은 조명 레벨을 CAN 통신을 통해 각 디머 컨트롤러로 재전송한다. 여기서 DMX512는 디지털 멀티플렉스(Digital Multiplex) 신호를 의미하며, 이것은 광원과 관련된 장비와 함께 사용되는 가장 공통적인 국제 표준규격이다. 하드웨어적으로는 RS-485 규격을 취하고 있으며, 250Kbps의 전송률로 데이터를 전송하도록 규정되어 있다.<sup>[2]</sup>

랙 컨트롤러는 다수의 디머 컨트롤러와 CAN 통신으로 연결되어 있다. CAN 통신은 다중 통신을 할 때 효과적인 통신 방식으로서, 각 컨트롤러들은 고유한 ID를 가져야만 한다. 이에 따라, 랙 컨트롤러와 디머 컨트롤러 보드에는 Dip 스위치로 CAN ID를 설정할 수 있도록 하였다.<sup>[3]</sup>

두 번째로 랙 컨트롤러에는 제로 크로스 시점을 디머 컨트롤러로 전송하고, 시점에 오류는 없는지 확인한다. 조명기기를 위상각 제어 방식으로 제어하기 위해서는 교류 전원의 제로 크로스 시점을 정확하게 알아내는 것이 중요하다. 랙 컨트롤러의 제로 크로스 회로는 디머 랙으로 들어오는 교류전원(3상4선식)을 입력받아 3상의 제로크로스 시점을 구형파로 정형하여 디머 컨트롤러로 전송하게 된다.

세 번째로 랙 컨트롤러에는 패닉(PANIC) 기능이 있다. 패닉이란, 디머 랙 또는 콘솔의 기능적인 오류나 탈착으로 인해 조명기기의 제어가 불가능할 때 사용되는 기능으로서, 조명기기는 미리 설정된 값인 100% 또는 0%로 켜지거나 꺼지게 된다. 설정 값은 랙 컨트롤러 내에 Dip 스위치로 On/Off를 설정할 수 있게끔 되어 있다. 패닉은 디머 랙에 부착되어 있는 버튼을 눌러 수동으로 작동할 수 있으며, 또는 랙 컨트롤러가 탈착되었을 경우에 자동으로 작동한다. 극장에서 연극을 상영하다가 랙 컨트롤러가 고장을 일으켰을 경우, 극장 내부가 어두워 자칫 사고가 날 수 있다. 하지만 패닉기능을 이용한다면 사고를 사전에 예방할 수 있다.

네 번째로 랙 컨트롤러는 디머 랙 전체의 상태를 파악하고, 오류 발생 시 LCD와 LED로 오류를 표시한다. 디머 랙의 상태를 파악한다는 것은 교류 전원, 디머 모듈, 외부 기기들과의 접속 상황 등을 통칭하는 것이다. 교류 전원은 조명기기의 전원을 공급하게 된다. 이 교류 전원의 전력이 크고, 디머 랙을 장시간 운전할 경우가 많기 때문에 자칫 화재를 불러올 수 있는

등 위험요소가 크다. 사용자는 가용 전압과 전류를 수시로 확인할 수 있으며, 디머 랙은 일정 용량을 초과하게 될 시에 경고등이 점멸하게 되고, 전력이 차단되게 된다. 또한 디머 모듈의 종류를 파악하고, 디머 모듈로부터 내부의 온도와 사용전류를 전송받게 된다. 발열이 심한 경우 디머 랙에 장착된 팬을 고속으로 기동시켜 온도를 낮추게 된다. 이는 디머 모듈에 사용된 SSR의 스위칭으로 발생한 높은 열로 인한 내부 IC의 고장을 막고, (특히 SSR) 디머 랙을 장기적으로 사용할 수 있도록 한다. 사용자는 랙 컨트롤러의 LCD창을 통하여 디머 랙의 상태를 확인할 수 있으며, 교류 전원의 최대 전압, 전류 등의 최고 수위를 정하여 LCD를 보지 않고, 경고 LED를 통하여 확인할 수 있다.

### 3. 콘솔

#### 3.1 콘솔 PC 프로그램

콘솔은 사용자 인터페이스를 주목적으로 하게 되며, PC를 기반으로 하여 어플리케이션 프로그램을 개발 중이다. PC의 윈도우 환경은 사용자에게 매우 친숙하고, 많은 라이브러리를 제공함으로써 개발 시간을 단축시킬 수 있는 장점이 있다.

콘솔은 단순히 개개의 조명 레벨을 입력하여 조명을 제어할 수 있는 것뿐만 아니라 서브마스터, 효과, 큐 등을 이용하여 편리하고 효율적으로 많은 수의 조명을 제어할 수 있다.

또한 하드드라이브의 저장 공간에 설정한 채널값, 큐, 효과, 서브마스터 등을 저장하여, 또 다시 설정하지 않고, 바로 불러와서 사용할 수 있어 편리하다. PC 기반이므로 휴대용 USB 메모리에 저장할 수 있고, 다른 콘솔에서도 설정한 기능을 불러올 수 있는 장점이 있다.

#### 3.2 콘솔 키보드

콘솔은 PC기반으로서 별도의 하드웨어를 설계하거나, 장착이 필요하지 않다. 하지만, 일반 PC의 키보드로는 조명기기의 조명값을 설정하기가 번거롭고, 콘솔에서 한글이나 영문을 입력할 필요가 없다. 이에 따라 콘솔 전용 키보드가 요구되며, 다음 그림 5 는 프로토 타입으로 제작한 보드의 모습이다.

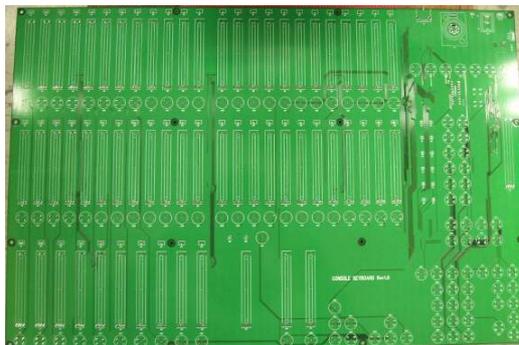


그림 5 콘솔 키보드의 사진  
Fig. 5 Picture of a console keyboard

콘솔 키보드는 조명 레벨 입력을 위한 슬라이드 타입의 가변저항(페이더)과 푸쉬 타입의 스위치, 상태와 표시기능을 위한 LED가 주로 쓰였다. 페이더는 조명기기들의 조명 레벨을 설정하기 위한 장점을 가지고 있으며, 실제로 조명 및 음향장비에

많이 쓰이고 있다. 버튼과 페이더의 배치는 일반적으로 시중에서 유통되고 있는 콘솔들의 형태를 참고로 하였으며, 프로토 타입이므로 기능을 구현하는데 중점을 두었다.

PC와의 통신은 전송률이 좋고, PC와 접속이 좋은 USB 통신을 사용한다. 콘솔 키보드의 마이크로프로세서는 페이더가 움직이거나, 버튼이 눌렸을 때의 이벤트를 감지하여, PC와 통신을 통해 데이터를 수정하게 된다.

### 4. 결론

본 논문에서는 디지털 디머 시스템의 구성을 분석하여, 시스템을 구현하기 위한 기능과, 이에 따라 실제 개발하고 있는 내용에 대하여 기술하였다.

디머 랙은 통신 부분인 DMX512와 CAN의 프로토콜을 개발하고, 테스트를 완료하였으며, 디머 모듈과 디머 컨트롤러의 기능구현이 완료된 상태로 랙 컨트롤러의 프로그램을 테스트 중에 있다. 콘솔은 PC 어플리케이션 프로그램을 작성 중에 있으며, 디머 랙의 테스트가 끝난 후에 시스템 통합 테스트를 시행할 예정이다.

현재 시스템의 개발이 끝난 이후, 보다 높은 전력에 대한 보호회로 및 안정성에 대한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 예상된다.

### 참고 문헌

- [1] 양운식, "조광기의 고찰", 한국조명·전기설비학회, 추계 학술발표회논문집, pp41~49, 1989, 7.
- [2] United States Institute for Theatre Technology, Inc., "USITT DMX512-A Asynchronous Serial Digital Data Transmission Standard for Controlling Lighting Equipment and Accessories", 2000, Oct.
- [3] BOSCH, "CAN Specification version 2.0", 1991.