

# ATMega128을 이용한 디지털/아날로그 자동조명제어장치의 개발

論 文

55P-4-2

## Development of Automatic Digital/Analog Lighting Control System using ATMega128

金 炯 完<sup>†</sup> · 朴 成 元<sup>\*</sup>

(Dong-Wan Kim · Sung-Won Park)

**Abstract** - In this paper, an automatic lighting control system is developed using microprocessor. The developed system consists of a digital lighting control unit, an analog lighting control unit, and a lighting control simulator. In the developed system, ATMega128 is used as the main controller. The developed digital lighting control unit consists of eight modules and the developed analog lighting control unit consists of six modules respectively. Additionally, the developed simulator consists of a digital and an analog lighting control simulation using graphic user interface. And so this developed system can be applied to the controller design of the interior and exterior lighting equipment.

**Key Words** : Digital lighting control unit, Analog lighting control unit, Simulator, ATMega128

### 1. 서 론

최근의 급격한 정보화 및 세계화로의 산업변화에 따른 대학에서의 실습교육의 체계적인 적응성이 어느 때보다 요구되고 있다. 특히, 21세기의 전원설비 및 조명설계 분야는 자동화 기술 및 지능화를 기반으로 발전될 것이며, 이에 따른 현장중심의 기초 개념을 바탕으로 한 실습능력의 함양이 필요한 실정이다[1, 7]. 그러나 국내의 경우, 전문 조명설계에 대한 인력양성 교육기관 및 실습 기자재가 부족한 현실이며, 체계화된 교육과정 또한 전무한 상황이다. 또한, 한 학기의 부족한 실습시간에 조명제어의 신호체계를 이해하고 습득하여 산업현장에 바로 적용하는 데에는 여러 가지 어려운 점이 있으며, 이를 위한 통합화된 실습장비의 부재 또한 체계적인 실습교육을 힘들게 하는 한 요인이 되는 것이 현실이다[2, 6].

본 논문은 이러한 점을 극복하고 자동조명제어의 기본이 되는 마이크로프로세서 제어신호의 흐름에 관한 기본개념을 확실히 이해하며, 이를 바탕으로 학습자가 스스로 제어대상을 제어하여 학습의욕과 현장적응 능력을 함양시키기 위하여 마이크로프로세서를 이용한 디지털/아날로그 자동조명제어장치를 개발한다. 본 논문에서 개발된 자동조명제어장치는 마이크로프로세서(ATMega128)를 이용하여 8개의 센서입력에 의한 조명제어를 수행하는 디지털 조명제어장치와 6개의 아날로그 조명제어모듈로 구성된 아날로그 조명제어장치로 구성되어 있다[3, 4]. 또한, 그래픽 사용자 인터페이스를 이용하여 그룹별 및 개별 시뮬레이션이 가능한 시뮬레이터도 포함되어

있다. 개발된 조명제어장치를 통하여 센서에 대한 개념과 최근의 경관조명 및 가로등조명 등에 주로 사용되는 LED의 특성과 제어방법 및 회로설계기술을 학습하고 프로그래밍 기술을 체계적으로 적용하는 방법을 습득함으로써 조명산업의 자동화분야에 기여하고자한다[8-10].

### 2. 시스템 구성

#### 2.1 디지털 조명제어장치

그림 1과 같은 디지털 조명제어장치는 각종 센서들로부터의 입력을 마이크로프로세서로 제어하여 주변 환경에 맞는 조명효과를 사용자의 프로그램을 통하여 조절할 수 있으며, 비접촉 터치센서, 포토 인터럽트센서, 온도센서, 적외선센서, 플렉스센서, 기울기센서, 조도센서 및 압력센서를 각각 이용하여 조명제어 실습을 수행할 수 있다.

그림 1에서 조도센서를 이용한 조명제어모듈은 조도센서에 입력된 광량에 의해 실내의 필요 조도를 항상 일정하게 주사해 주는 회로로 그 구성은 그림 2와 같으며, 건축물 구조에서 일사량에 대한 실내조명의 밝기를 자동제어 하는 시스템 등에 응용할 수 있다.

그림 2(a)의 입력부는 조도센서의 입력신호(전류 : 0~24[mA], 전압 : 0~5[V])를 OP-Amp를 이용하여 증폭함으로써 분해능을 확대하는 기능을 수행하며, 출력부는 입력된 조도센서의 광량에 따른 LED출력을 위하여 Tr을 이용한 구동회로와 LED를 각각 나타낸다. 또한, 그림 3은 마이크로프로세서(ATMega128)를 이용한 조도센서 조명제어모듈의 예제 프로그램 중 일부를 나타낸다.

이하 본 논문에서 개발한 모든 디지털 및 아날로그 조명제어장치는 이와 같은 형태로 구성되어 있다.

<sup>†</sup> 교신저자, 正會員 : 東明大 電氣電子工學科 教授 · 工博

E-mail : dongwan@tu.ac.kr

<sup>\*</sup> 正會員 : 東明大 電氣電子工學科 외래교수

接受日字 : 2006년 7월 5일

最終完了 : 2006년 11월 22일

그림 1의 비접촉 터치센서를 이용한 조명제어모듈은 센서의 근접 위치 감도에 따라 일정 거리에서 물체의 인식을 통해 조명을 제어하는 회로로 사용자의 프로그램에 의해 화상실 및 출입문 조명제어 등에 응용할 수 있다.

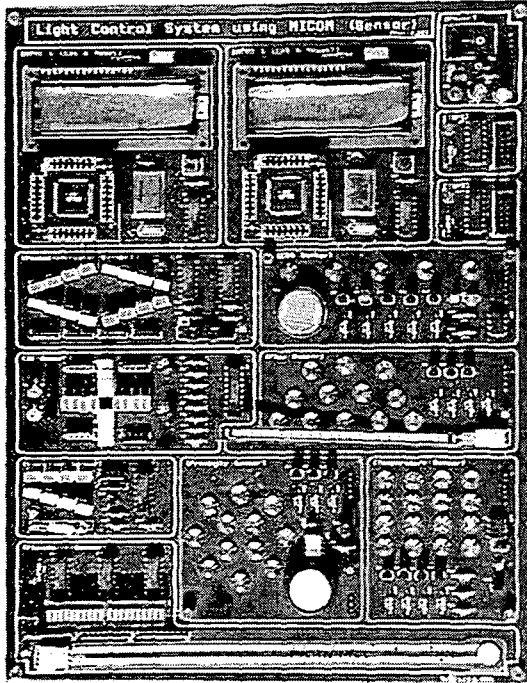
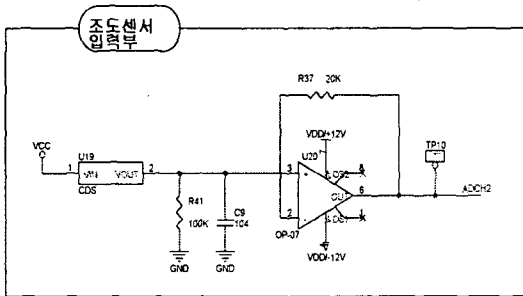
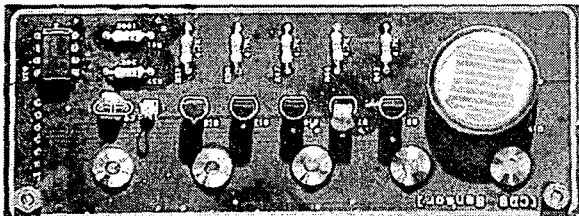


그림 1 디지털 조명제어장치  
Fig. 1 Digital lighting control unit



(a) 회로도



(b) 실제사진  
그림 2 조도센서를 이용한 조명제어모듈 예  
Fig. 2 Lighting control module using Cds sensor

그림 1의 포토 인터럽트센서를 이용한 조명제어모듈은 광전 입/출력 단자 사이의 신호를 on/off로서 출력력을 제어하는

회로로 산업자동화 시스템에서 모터 출력 속도 및 방향을 검출하여 사용자에게 시각적으로 디스플레이하는 회로 등에 응용할 수 있다.

```

[프로그램 예제]
//-----
#include <iom128.h>
#include "Lcd.h"

unsigned char logo[17]= "[CDS  Sensor!!]";
unsigned char logo1[17]= ">>>      [Lux]";
unsigned char Adch,Ad_l,Ad_h;
unsigned int Num,Num1,Num2,Num3,Num4;

void LedDisp(void)
{
    unsigned int Temp=0x00;
    Temp = Num;

    if(Temp>1000) { //조도센서값에 의한 LED디스플레이
        PORTC=0xf8; delay_ms(1000);
    }
    else if(Temp<1000){
        PORTC=0xf8;          delay_ms(500);
        PORTC=0x38;          delay_ms(500);
        PORTC=0x18;          delay_ms(500);
        PORTC=0x08;          delay_ms(500);
        PORTC=0x00;          delay_ms(500);
    }
}
    
```

그림 3 예제 프로그램  
Fig. 3 Example program

그림 1의 한모듈인 온도센서를 이용한 조명제어모듈은 마이크로프로세서에 프로그램 된 온도 입력값의 변화에 따라 고휘도 LED의 조명색 변화를 자동적으로 조절해 주는 회로로 사용자 프로그램에 따라 인터리어 조명 및 무드 조명 등에 응용할 수 있다.

그림 1의 적외선센서를 이용한 조명제어모듈은 각각의 방향에 설치된 적외선센서의 송/수신부의 입출력 단자를 통해 검출된 신호의 유무에 따라 LED 출력을 시각화하는 회로로 마이크로마우스 및 라인트레이스 로봇의 위치 검출을 통해 시스템의 진행방향을 시각화하는 디스플레이 회로 등에 응용할 수 있다.

그림 1의 플렉스센서를 이용한 조명제어모듈은 센서의 휘어짐 정도를 검출하여 고휘도 LED로 디스플레이하는 회로로 물류시스템에서 하중의 정도를 디스플레이 하는데 응용할 수 있으며, 압력센서를 이용한 조명제어모듈은 압력센서에 입력되는 값을 스크롤바 형태의 LED로 단계별 레벨 단위 값을 디스플레이하는 회로로 각종 입력 한계치 및 인장력 한계치의 위험수위를 디스플레이하는 시스템 등에 응용할 수 있다.

또한, 그림 1의 기울기센서를 이용한 조명제어모듈은 기울기센서 내의 수은 위치에 따라 스위치를 on/off 제어하는 회로로 물류시스템 및 화물하역시스템 등의 산업분야에도 응용할 수 있다.

### 2.2 아날로그 조명제어장치

그림 4는 전체 제어장치중 아날로그 조명제어장치를 나타내며, 아날로그 조명제어장치는 일반적인 상용 220[V]의 전원으로 구동되는 조명기구를 구동할 수 있으며, 푸시버튼을 이용한 AC 아날로그 담머 제어모듈, 2채널 AC 플래시 조명제어모듈, 고전압 크세논 방전관 조명제어모듈, FET 소자를 이용한 할로젠 조명제어모듈, 3채널 사운드 라이트 조명제어모듈 및 네온 방전관 조명제어모듈로 구성되어 있다.

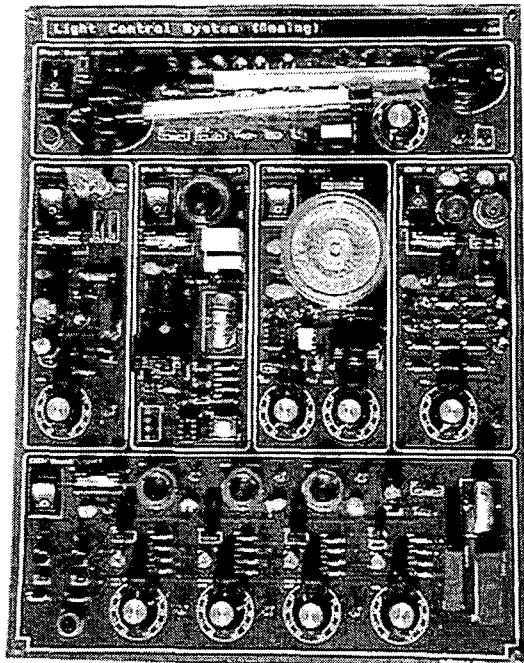


그림 4 아날로그 조명제어장치  
Fig. 4 Analog lighting control unit

그림 4에서 푸시버튼을 이용한 AC 아날로그 담머 제어모듈은 푸시버튼을 이용하여 220[V] 백열전구를 담머 동작시켜 소프트 스타트 방식으로 전구의 밝기를 제어하는 회로이다.

그림 4에서 FET 소자를 이용한 할로젠 조명제어모듈은 가변저항의 변화에 따라 고전류 제어용 FET 소자의 도통시기를 조절하여 할로젠램프의 소프트 스타트 제어를 수행하는 회로이다.

그림 4의 3채널 사운드 라이트 조명제어모듈은 음성 및 마이크 입력신호에 의해 해당 출력 감도의 램프가 점멸할 수 있도록 설계하여 가변저항을 통한 감도 조절부 기능을 통해 음성 입력신호의 감도를 조절하는 회로이다.

또한, 네온 방전관 조명제어모듈은 SCR 스위칭 회로를 통한 전원을 고전압 DC 변압기를 이용하여 DC 12[V] 구동용 네온 방전관의 방전 개시 전압을 제어하는 회로이다.

### 2.3 아날로그 조명제어장치의 실험결과

본 절에서는 조명제어장치의 신뢰성을 검증하기 위해 여러 모듈 중 AC 플래시회로에 대한 회로구성 및 실험결과에 대해 제시하고자 한다. AC 플래시 회로는 220V의 상용전원 램프 부하를 사용하여, 서로 교번하여 점등할 수 있도록 구성된 회로이다. 일반적으로 이러한 플래시 회로의 부하는 온도복사를 이용하여 빛을 얻는 백열전구를 사용하는데, 발광체인 필라멘트의 특성에 따라 효율이 좌우된다. 필라멘트의 융점이 높은 재료가 요구되고 전기 저항이 높고 가공이 용이한 것이라야 한다. 필라멘트는 코일 필라멘트와 2중 코일 필라멘트가 사용되어 지며, 필라멘트를 코일로 함으로써 긴 것을 짧은 곳에 설치할 수 있다. 이러한 특성을 가진 AC 플래시회로는 주로 지시등, 무대 조명, 인테리어 조명 효과 등, 사람들로 하여금 시선을 집중 시키는 용도로 주로 사용되어 지고 있다.

그림 4에서 2채널 AC 플래시 조명제어모듈은 SCR 소자를 이용하여 220[V] 백열전구를 2채널로 교번하여 on/off 점등시키는 회로로 그 구성은 그림 5와 같으며, 그림 6과 같이 분주회로를 통한 분주시간을 가변저항을 통해 조절할 수 있다.

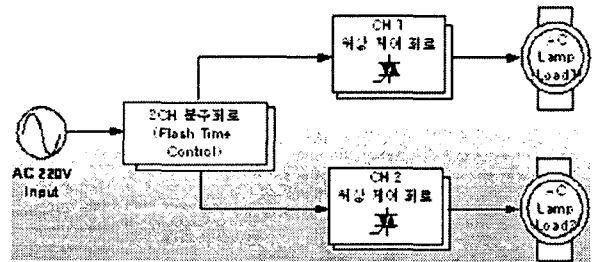


그림 5 2채널 AC 플래시 조명제어모듈  
Fig. 5 Two channel AC flash lighting control module

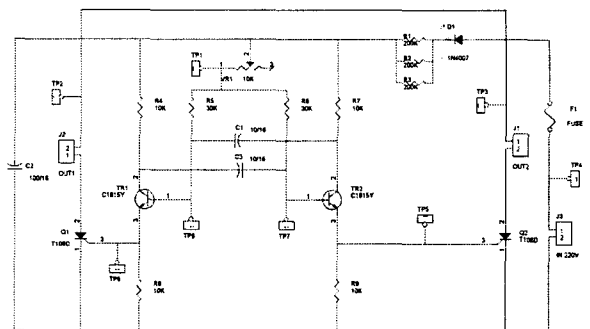
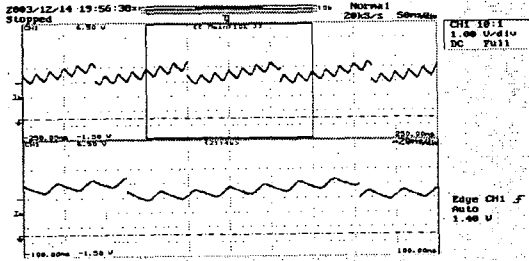


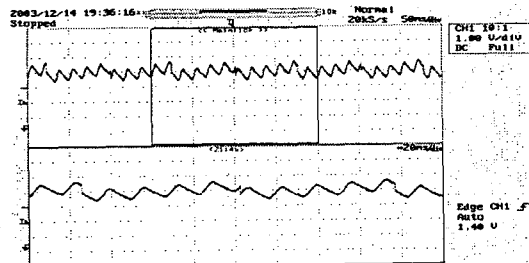
그림 6 2채널 AC 플래시 조명제어모듈의 입출력 구동 회로  
Fig. 6 Driving Circuit of two channel AC flash lighting control module

본 실험은 분주회로를 통한 분주 시간을 가변저항으로 조절하여 SCR 스위칭을 통해 220V 백열전구를 교번하여 On/Off 점등 시기를 제어하며, 조명제어를 위한 회로의 동작 원리 및 회로구성에 대한 학습을 그 목적으로 하여, 220V 백열전구의 순차적 교번 점등, 가변 저항 조절을 통해 부하 교

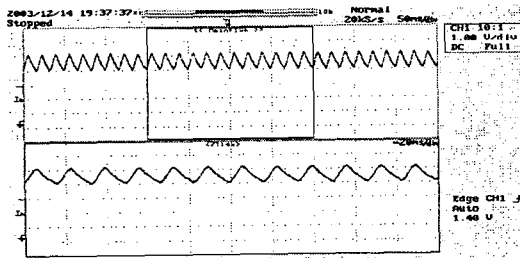
번 점등 주기의 조절 및 회로 동작시 구성 소자들의 각부 출력 파형을 확인한다. 그림 7의 (a)-(g)는 가변 저항 조절을 통한 2채널 플래쉬 회로의 동작 상태에 대한 출력특성을 나타낸다.



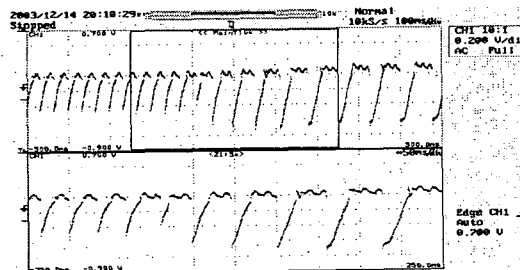
(a) TP1 (GND기준) : VR1의 값이 5[kΩ]



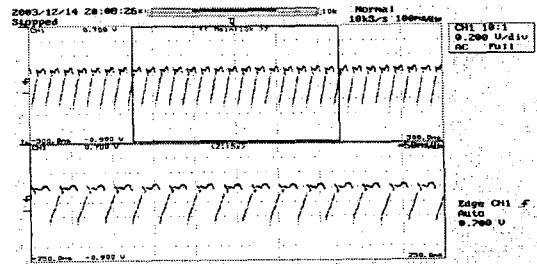
(b) TP1 (GND기준) : VR1의 값이 2.5[kΩ]



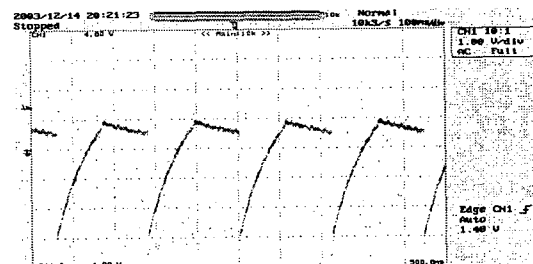
(c) TP1 (GND기준) : VR1의 값이 0[kΩ]



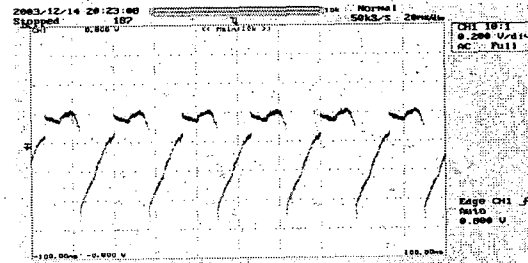
(d) TP5, TP8의 SCR GATING신호 :  
램프 점멸 속도 조절시 신호 변화



(e) TP5, TP8의 SCR GATING신호 :  
램프 점멸 속도 최고



(f) TP6, TP7의 C1815의 베이스 입력신호 :  
VR1 값이 최고, 램프 점멸 느림



(g) TP6, TP7의 C1815의 베이스 입력신호 :  
VR1 값이 최소, 램프 점멸 빠름

그림 7 가변 저항 조절에 의한 2채널 교류 플래쉬 조명제어회로의 출력특성

Fig. 7 Output characteristic of two channel AC flash lighting control circuit by variable resistance

### 3. 조명제어용 시뮬레이터

본 논문에서 개발된 자동조명제어용 시뮬레이터는 하드웨어 회로를 접하기 전에 전체구성과 각 그룹별, 또는 개별 모듈별로 선택하여 실제 회로가 어떻게 동작하며 전원 공급이 어떻게 되는 지 직접 시뮬레이션을 수행할 수 있도록 구성되어 있다.

시뮬레이터가 구동되면 그림 8과 같은 그룹별 실행 창이 나타난다. 이 실행 창에서는 디지털/아날로그 조명제어모듈이 각각의 이미지로 되어 있어 원하는 부분을 선택하여 클릭하면 이에 따른 회로도 설명 및 동작과정을 볼 수 있는 창이 생성된다.

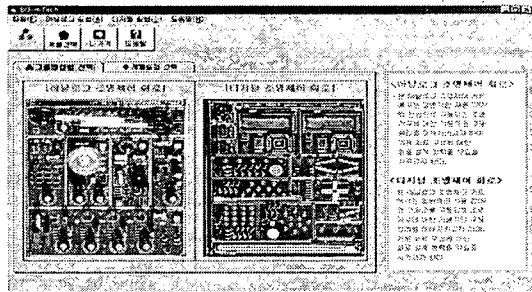


그림 8 그룹별 시뮬레이션 선택  
Fig. 8 Selection of group simulation

그림 8에서 개별 모듈별 시뮬레이션을 선택하면 본 논문에서 개발된 시스템으로 수행되어지는 개별 모듈이 그림 9와 같이 표시되어지고 개별 모듈을 선택하면 각 모듈별로 시뮬레이션을 수행할 수 있다.

시뮬레이터에서 아날로그 시뮬레이션은 총 6개로 구성되어 있다. 본 논문에서는 대표적인 예만 제시하였으며 그림 10은 시뮬레이션의 구동 전 그림을 나타내는 예이고, 실습의 특징, 블록도, PartList, 실제회로 및 모의실험으로 구성되어 있다. 이 화면을 통해서 하드웨어 회로가 구성되어졌을 때 전원이 공급되는 과정을 보여주며, 회로를 구성하는 각 소자나 회로 상에서 동작이 이루어지는 과정을 시뮬레이션을 통하여 보여준다.

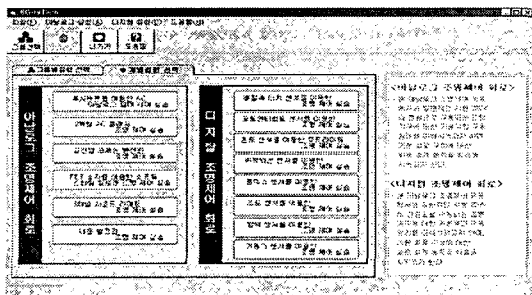


그림 9 개별 시뮬레이션 선택  
Fig. 9 Selection of individual simulation

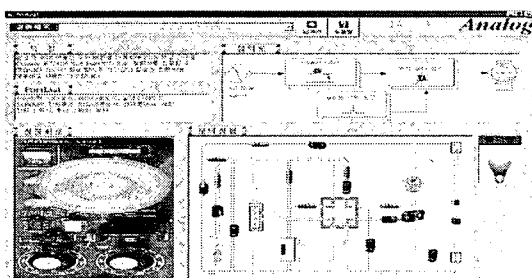


그림 10 아날로그 시뮬레이션 구동 전  
Fig. 10 Before starting of analog simulation

그림 11은 시뮬레이션의 구동 후의 그림을 나타내며, 하단의 모의실험 회로도 내의 푸쉬 버튼을 클릭하고 있으면 회로결선에 따른 구동 원리가 디스플레이 되며, 그 과정을 계속하여 확인가능하며 최종적으로는 백열 램프의 순차적 점등 상태를 확인 할 수 있다.

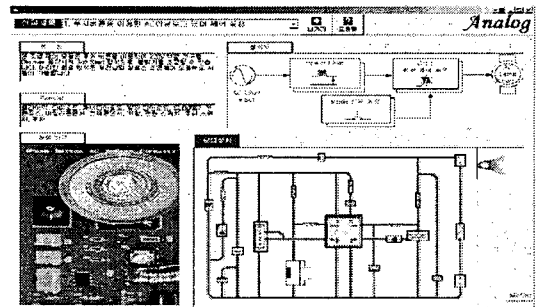


그림 11 아날로그 시뮬레이션 구동 후  
Fig. 11 After starting of analog simulation

시뮬레이터에서 디지털 시뮬레이션은 총 8개로 구성되어 있으며, 그 동작과정은 아날로그의 경우와 동일하고, 그림 12와 같이 특징, 블록도, PartList, 실제회로 및 모의실험으로 구성되어 있으며, 시뮬레이션의 동작전의 상태를 나타낸다. 그림 13은 디지털 시뮬레이션의 구동 후 상태를 나타내며, 이 화면을 통해서 하드웨어 회로를 동작시켰을 때의 구동원리 및 회로 상에서 어떤 동작변화가 일어나는지를 시뮬레이션을 통하여 미리 확인하여 그 이해와 실습의 효율성을 향상 시킬 수 있다.

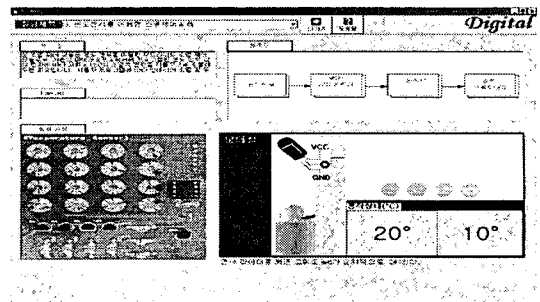


그림 12 디지털 시뮬레이션 구동 전  
Fig. 12 Before starting of digital simulation

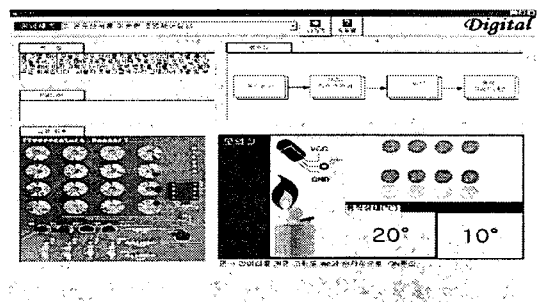


그림 13 디지털 시뮬레이션 구동 후  
Fig. 13 After starting of digital simulation

#### 4. 결 론

본 논문에서 개발된 디지털/아날로그 자동조명제어장치는 기존의 마이크로프로세서를 사용한 실습장비와 비교하여 다음과 같은 특징을 가지고 있다. 첫째, 체계적인 실습이 가능하다. 실습대상이 하드웨어에 바로 집합으로서 생기는 하드웨어에 대한 거리감을 줄이기 위해 먼저 컴퓨터상에서 시뮬레이터를 통해 소프트웨어적인 실습을 한 후 하드웨어 실습을 함으로서 실습의 접근이 용이하고 개념의 정립이 쉬운 장점이 있다. 둘째, 간편한 실습이 가능하다. 기존의 마이크로프로세서(80196, PIC 등)는 프로그램을 다운로드 할 때마다 롬라이터를 사용하여 실습과정이 복잡하나 본 논문에서 개발된 장치는 이러한 과정이 필요 없어 실습과정이 간편하고 체계적인 실습이 가능하다. 셋째, 일관성이 있는 실습이 가능하다. 기존의 마이크로프로세서의 일부 실습장비는 프로그램이 어셈블리어로 되어 있어 프로그램 실습(C 또는 C++)과의 일관성이 없으나 본 논문에서 개발된 장치는 C 언어로 실습이 가능하게 하여 일관성이 있는 실습이 가능하다. 따라서, 본 논문에서 개발된 디지털/아날로그 자동조명제어장치는 전기, 전자, 건축 및 조명관련 학과의 실습용으로 사용 가능하고 산업체의 관련 전문가의 기본 지식의 체계화 및 최근의 LED산업의 발전과 함께 실내외경관조명의 설계에도 기여하리라 사료된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 지철근, "최신 조명공학", 문운당, 2000.
- [2] 박필제, "조명디자인 입문", 예경, 1997.
- [3] 지일구 외, "센서 회로 설계 및 실험 실습", 성안당, 2002.
- [4] 차영배, "C언어로 배우는 AVR 마이컴", 다다미디어, 2003.
- [5] Hae-lim Yoon, "Space Perception Produced by Lighting Control", J. Korea. Soc. Living. Environ. Sys. Vol. 9, No. 3, pp 206-214, 2002.
- [6] 김훈, "조명광원으로서의 LED", 한국조명전기설비학회지, Vol 17, No 5, 2003.
- [7] 홍창희, "고휘도 LED의 연구개발 동향", 한국조명전기설비학회지, Vol 17, No 5, 2003.
- [8] 김동완외 4인, "마이컴을 이용한 자동조명제어장치의 개발", 한국조명전기설비학회 학술대회 논문집, 2004.
- [9] 박효식의 2인, "원칩 마이컴을 이용한 형광등용 역률 보상기 및 전자식 안정기의 동시제어", 전기학회논문지, Vol. 53P, No. 4, 2004.
- [10] 이진숙외 2인, "야간 경관조명의 조명방식에 따른 평가특성 분석", 대한건축학회논문집(계획계), Vol. 20, No. 2, 2004.

### 저 자 소 개



김 동 완 (金炯完)

1960년 2월 1일생. 1984년 동아대 전기공학과 졸업. 1987년 부산대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1995년 동대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 현재 동명대 전기전자공학과 교수. 건축전기설비기술사, 조명전문가, 부산광역시 건축위원.

Tel : 051-620-3416

E-mail : dongwan@tu.ac.kr



박 성 원 (朴成元)

1973년 12월 1일생. 2000년 동아대 전기공학과 졸업. 2002년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 동대학원 전기공학과 박사과정.

Tel : 051-803-3652