절전형 LED라인조명 제어장치

김원식*, 김진희**, **양진영*****, 박찬원******
벽산엔지니어링*, 강원대학교 전기전자공학부

Power-Saving LED Line Lamp Control Unit

Won-Sik Kim*, Jin-Hee Kim**, **Jin-Young Yang*****, Chan-Won Park******
Byucksan Eng*, Kangwon National University

Abstract - 본 연구는 LED 광원을 이용한 절전형 라인 조명제어장치의 개발에 관한 것이다. 기본 광원은 5W급 고휘도 LED Lamp를 기본적으로 1~5개의 개별 램프를 제어하며 LED Lamp의 불량상태와 운전상태 감시를 위한 정전류 방식의 구동 기능을 포함하고 여러 단계의 밝기 변화와 절전, 방열을 고려하여 PWM 방식으로 구동 밝기조절 및 점멸 주기 제어기능을 갖는다. 이장치는 도로의 라인조명용 단위장치로 구성될 수 있으며 개별적으로 중앙통제시스템과 통신제어기능을 수행할 수 있게 구성된 시스템이다.

1. 서 론

본 연구는 주로 자동차 도로의 가로등에 사용되는 조명등의 절전효과와 우수한 식별성, 편리한 제어성을 대체하기 위하여 복수의 고휘도 LED를 사용하여 밝기 변화조절에 의한 절전과 기능성 점멸동작을 수행하며, 아울러 LED Lamp의 불량상태와 운전상태를 감시하는 제어장치의 개발에 관한 것이다.

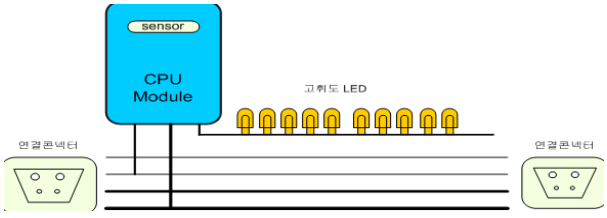
LED는 기존의 유리전구 형태의 광원과 다르게 소형의 고체 형태이며 견고하고 수명이 긴 특성을 지니고 수은을 사용하지 않는 친환경 제품으로 최근에 여러 조명기구에의 사용이 급속히 확산되고 있다. 본 연구에서는 이러한 LED를 기존의 가로등을 대체하기위한 조명방식으로 설정하고 특히 차량의 소통이 빈번한 고속도로 등 일반 도로의 갓길에 설치하는 라인조명시스템의 개별 조명 Unit으로 절전형 라이조명제어장치를 개발하고자 하였다. 본 장치는 연속과제로 개발되는 지능형 도로 LED라인조명시스템의 하부요소로 구성되며 단위장치마다 마이크로콘트롤러를 탑재하여 차량의 유무에 다른 소등과 일몰일출시의 조도제어기능으로 절전기능을 확보하고 사고시의 점멸제어기능과 LED자체의 고장유무판단 전송기능 등을 시스템과 연동으로 작동할 수 있도록 개발하였다.

2. 본 론

2.1 LED Line Lamp

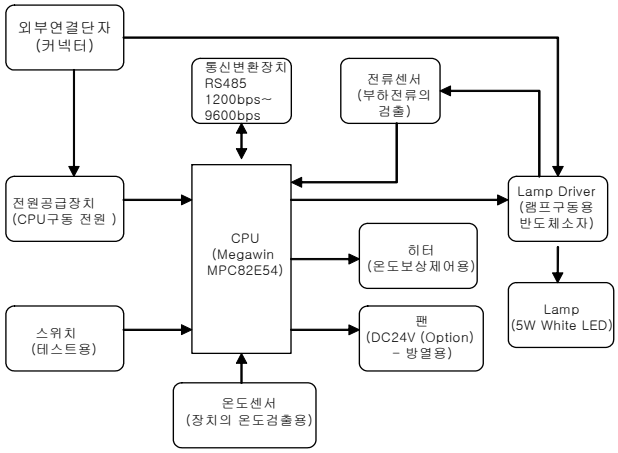
Line Lamp Unit의 기본 광원은 5W급 고휘도 LED Lamp를 채택하여 기본적으로 1~5개의 개별 램프를 제어 할 수 있도록 구성하였다. 또한 Lime Lamp의 불량 상태와 운전 상태를 감시하고 여러 단계의 밝기 변화와 절전, 방열을 고려하여 PWM 방식으로 구동토록 하였으며 기본적인 구동 성능과 제원은 다음과 같다.

- o 입력전원 : DC 24V / 0.3A ~ 1.5A
- o 10단계의 밝기 조절 기능 및 점멸 주기 제어
- o 온도 변화에 따른 기기의 오동작을 방지하기 위하여 내부 Heater 및 Fan 등의 온도 제어 기능
- o 고휘도 LED의 안전한 동작을 위한 정전압, 정전류 방식의 구동 기능
- o 다단계 밝기 변화를 위한 PWM 구동 방식



<그림 1> Line Lamp Unit

그림 1과 그림 2에서와 같이 외부 연결 단자를 통하여 LED Lamp의 입력전원을 입력 받는다. 이때 CPU(MPC82G516) 및 시리얼 통신(RS-232, RS-485)을 위하여 내부 전원 변환 장치에서 필요 전압으로 변환하여 공급된다. 온도센서를 이용하여 온도 상승과 온도 하강시 전류와 광 출력의 감소를 예방했으며 이를 위해 히터와 팬을 장치하여 온도변화에 따른 이상동작을 차단하였다. 전류검출센서를 이용하여 LED 모듈 전류의 량을 검출하고 AD변환 후 고휘도 LED 모듈의 과전류, 또는 LED 모듈의 파손 등을 CPU에서 판단 정보를 시리얼 통신으로 PC등에 전송할 수 있도록 하였다. 스위치는 Debug용으로 밝기 조절과 점멸의 신호를 직접 확인할 수 있다. LED 모듈에서는 Lamp Driver에서 LED를 ON/OFF 및 10단계의 밝기 조절과 점등의 주기를 조절하고 LED를 조절한다.

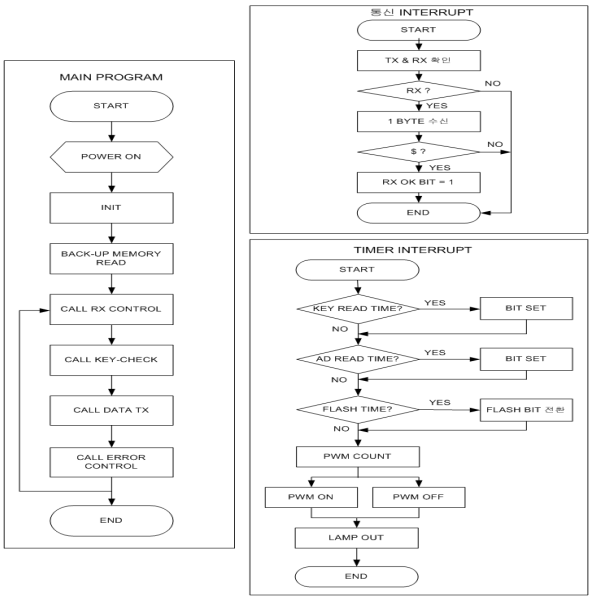


<그림 2 > Line Lamp Unit의 개발구성도

2.2 Line Lamp제어장치의 프로그램

그림 3은 LED Line Lamp의 프로그램 순서도를 나타낸 것이다. Main CPU는 전원이 켜진후 초기화 처리를 진행하면서 각종 이니셜라이즈 및 Flag를 세트 한다. 이후 메모리 상태를 확인하고 각 서브루틴을 수행하면서 반복 루프를 돌게 되는데 이 과정에서 수신 명령을 체크하고 자신의 데이터를 통신으로 전송하는 과정을 수행한다.

한편 메인프로그램이 반복 루프를 돌며 수행하는 동안 CPU의 내부 인터럽트 기능을 통하여 통신과 타이머 인터럽트를 수행하는데 통신 이벤트가 발생하였을 때 처리되는 통신 인터럽트용 서브루틴과 일정시간 설정된 타이머의 설정값에 따라 수행되는 타이머 인터럽트가 있다. 타이머 인터럽트에서는 온도 검출에 대한 A/D컨버터의 제어를 수행하고 PWM(Pulse Width Modulation)파형 제어 알고리즘에 의해 flash time을 조절하여 10단계 밝기로 조명에 대한 제어를 처리하는 기능으로 동작한다.



<그림 3> Line Lamp제어장치의 프로그램 흐름도

2.3 LED Lamp 제어회로 설계

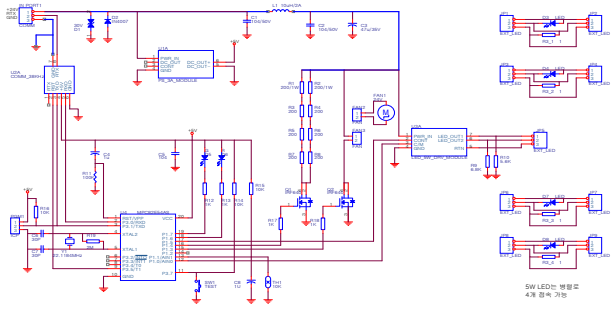
외부 연결 콘넥터를 통하여 전원공급(DC24V)과 통신을 수행하도록 하였다. 이를 통해 공급된 전원은 내부 전원 변환 장치에서 필요 전압으로 변환되어 CPU및 다른 전자회로에 공급이 된다. 외부 연결 콘넥터를 통하여 입력된 제어 신호(Data)는 신호 변환 장치를 거쳐 CPU에 전달이 되고 CPU에서 나온 Data는 다시 신호 변환 장치를 거쳐 통신선에 전달이 된다. 단 이때의 통신 신호는 단방향 직렬 신호이며 통신속도는 1200BPS ~ 9600BPS이다.

입력된 명령 Data에 따라 CPU는 먼저 개별, 전체, 그룹동작 등의 명령 Data 종류를 구분한 후 그에 따른 동작을 한다. 개별 동작인 경우는 Lamp Unit의 ID를 확인한 후 명령에 따른 동작을 한다.

Lamp의 동작중 밝기 조절은 CPU에서 PWM 제어 신호로 10단계로 출력이 되며, 점멸의 신호도 PWM 출력 신호를 10 단계의 주기로 점멸 제어를 한다. 또한 이 기능을 이용하여 초기조도 제어 기능을 할수 있다. 펄스폭 변조 기능으로 에너지 절약형으로 운용이 가능하다.

이때의 신호는 Lamp Driver에서 정전류 제어 방식으로 제어를 하여 과전류로 인한 LED Lamp의 파손을 최대한 방지 하도록 제어 한다.

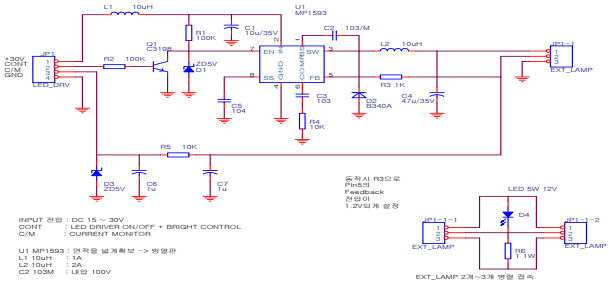
그림4의 온도 센서로부터 온도를 CPU에서 AD 변환하여 영상 10도 이하의 저온이면 8번의 Heater를 구동한다. 옵션사항으로서 영상 65도 이상의 고온이면 Fan을 구동하여 Line Lamp Unit의 내부 온도를 10 ~ 65도 사이를 유지하도록 하여 안정된 동작을 할 수 있도록 하였다.



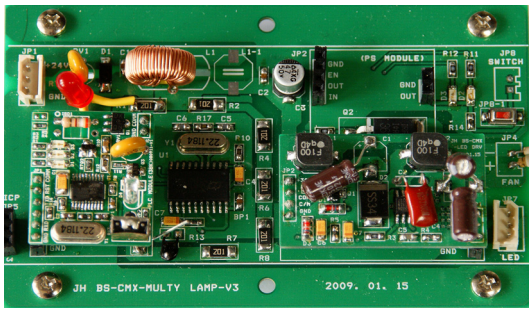
<그림 4> 제어회로 주변회로도

2.4 LED Lamp 모듈의 구성

LED Lamp는 고휘도 5W 백색LED로 되어 있으며 3개까지 병렬로 구동 될수 있다. Lamp Driver에서 LED를 구동할 때 흐르는 전류의 흐름을 센싱하여 과전류, 또는 LED Lamp의 파손, 동작 상태를 CPU에서 AD 변환하여 이상 발생시 제어 또는 통신 장치들로 이상유무를 확인 하도록 한다.



<그림 5> LED Lamp 모듈 회로도



<그림 6> 완성된 LED Line Lamp제어기판

3. 결 론

LED Line Lamp의 개발결과 기존 가로등 및 조명시설에 비교하여 큰 에너지 절감 효과를 얻을 수 있으며 탑재된 마이크로컨트롤러의 프로그램변경에 의하여 여러 가지 기능들을 구성할수 있는 장점을 제공한다. 아울러 RS485 통신을 이용하여 장거리 조명시설 구축에 용이하며 LED의 불량상태와 운전상태를 쉽게 파악하고 제어할수 있다. 또한 도로 주변에 직접 시설되는 관계로 혹한혹서에도 동작에 이상이 없도록 LED의 온도변화에 따른 특성변화를 온도보상하고 내부에도 강제 항온유지장치를 부가함으로 보다 안정하게 시스템을 구축할 수 있다. 위 결과 시설관리 및 유지보수가 용이 할 뿐만 아니라 다양한 조명응용분야에 적용 가능할 것으로 예상한다. 앞으로 LED Line Lamp 중앙제어시스템과 연계하여 개발함으로써 향후 시스템의 발전을 기대할 수 있을 것이다.

[참 고 문 헌]

[1] Robert F. Coughlin, Frederick F. Driscoll, "Operational Amplifiers and Linear ICs", Prentice Hall, 2007

[2] Berlin, H. M., "OP-amp. Circuits and Principles", SAMS, 1991

[3] Roland E. Thomas, Albert J. Rosa, "The Analysis and Design of Linear Circuits", Prentice Hall, 1997

[4] Stephen D., "Interfacing : A Laboratory Approach Using the Microcomputer for Instrumentation, Data Analysis and Control", University of California, Berkeley, Prentice Hall, 1990

[5] Joseph H. Carr, "Elements of Electronic Instrumentation and Measurement", 3th ed., Englewood Cilffs, N.J., Prentice-Hall, 1996

[6] J.G. Webster, "The Measurement Instrumentation and Sensors Handbook", CRC press, 1999

[7] 高橋 清, 小長井 誠, "センサ エレクトロニクス", 昭晃堂, 2000