정전류 LED 구동방식을 사용한 DMX512 수신 장치 제작

(Implementation of DMX512 Receiver using Constant Current LED Driver)

김철오* · 임계영

(Cheol-Oh Kim · Kye-Young Lim)

요약

전 세계적인 에너지 절약 정책에 대응하여 새로운 고효율 LED 및 드라이버 IC의 출시가 활발하다. 단색 또는 칼라 LED를 사용하여 경관조명, 무대조명, 음악분수 등에 많이 활용되는데, 다양한 전압 및 LED 구동 방식 등에 따라 LED의 수명과 비용이 달라질 수 있다. 또한 LED의 밝기 및 색상 등을 조절하여 멋진 연출을 위해 마이크로컨트롤러의 사용이 필수적이고. 다수의 장치를 함께 연동하는 경우에는 이들을 통신으로 연결하여 사용하는데, 본 논문에서 조명 장치에 표준으로 많이 사용하는 DMX512 통신 프로토콜, 몇 가지 정전류 구동 방식에 대해서 살펴보고, 저가격의 마이크로컨트롤러를 사용하여 DMX512 수신 장치를 구현해 보았다.

1. 서 론

에너지 절약 및 공원이나 각종 건축물의 멋진 경관 조명을 위해 LED를 사용한 각종 조명 장치의 사용이 늘고 있고, LED의 안정적인 동작 및 수명 문제 등으로 정전류 제어 방식을 사용해야한다는 인식이 증가하고 있다.

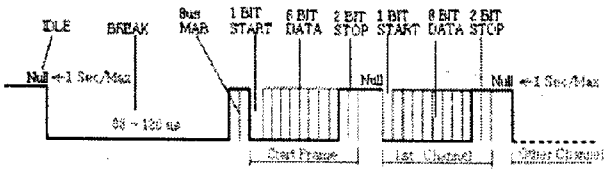
또한 콘서트, 교량, 음악분수 등의 조명을 위해 다수의 LED를 사용하는 경우에, 통신 방식으로 연결하여 연동할 필요가 있고, 업계에서는 DMX512 통신 방식을 많이 사용한다. 본 논문에서는 DMX512 통신 프로토콜에 대해서 살펴보고, 경제적인 정전류 LED 구동 방식의 검토 및 저가의 마이크로컨트롤러를 사용하여 DMX512 통신 처리 구현 방법에 대해서 살펴본다.

2. 본 론

2.1. DMX512 통신 프로토콜

DMX512(Digital MultipleX 512)는 1986년 USITT(US Institute for Theatre Technology)에서 처음 개발된 이후, 그 기능을 1990년 개정 보완하였으며, ESTA에서 "BSR 1.11 -- DMX-512/2000" 표준을 현 개정판 초안으로 발표하여 사용되고 있다.

그림1. DMX512 프로토콜 형태



DMX512의 통신 물리적 신호는 차동 방식의 단방향 통신을 사용한다. 차동 형태의 신호이므로 장거리(1.2km 이내) 전송에 유리하며 단방향이므로 응답을 받지 못하므로 신호가 에러 없이 전달되었는지 알 수는 없다.

일반 비동기 통신 포트를 사용하여 구현이 가능하며 8비트 데이터이고, 통신 속도는 250Kbps로 고정되어 있다.

그림1의 DMX512 통신 프로토콜 형태를 좀 더 살펴보면, 처음 프레임의 시작은 브레이크 상태(Break, Logic level 0)를 일정 시간이상 유지하는 것으로 시작되며(보통 88usec, 최대1초 이내), 이 브레이크의 사용 방법은 일반적인 비동기 통신 방식과 다르다 볼 수 있는데, 일반적인 비동기 통신에서는 이 브레이크 신호는 에러발생 상황으로 간주(정상적인 경우 신호 레벨 1상태를 유지)되는데, DMX512에서는 새로운 프레임으로 시작으로 사용한다.

산업용으로 많이 사용하는 모드버스 RTU의 경우는 2.5문자 이상의 1상태 유지가 새로운 프로토콜의 시작 의미한다.

DMX512 통신 프로토콜에서 시작(브레이크 상태)에 이어서 첫 번째 데이터는 반드시 0값 데이터가 전송되어야하며, 이 0값이 DMX512 통신 프로토콜임을 다시 한 번 확인하는데 사용된다. 그 뒤 이어서 오는 데이터는 채널0, 채널1,...등 값이 되며, 전송 에러 검출을 위한 CRC 등 체크섬 기능은 없다.

데이트 크기는 8비트이므로 0값이 최소값, 255가 최대값으로 256단계 표현이 가능하다.

그림2. DMX512 1바이트 구성

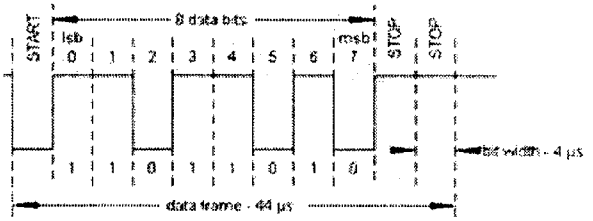


그림2에 DMX512 통신의 1바이트 구성에 대해보이고 있다. 시작(1비트), 데이터(8비트),스톱(2비트)으로 구성되며 250kbps이므로 1비트 시간은 4usec가 된다.

DMX512 통신은 250kbps 전송속도이므로 512대의 refresh는 44회 정도이고, 1장치가 RGB 3색 칼라를 표현하는 경우에 512/3 = 170대 장치의 접속이 가능하다. 더 많은 장치를 부착하고자하는 경우에는 512에 이어서 계속 전송하여 1024대 등

도 가능하지만 이 경우 refresh 횟수 감소(1024의 경우 22회 정도)된다.

표1. DMX512 타이밍 시간

DMX512 (1990) timing chart

Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
BREAK	88	88	1000000	usec
MAB		8		usec
FRAME WIDTH		44		usec
START/DATA/STOP BITS		4		usec
MTBF	0	NS	1000000	usec
MTBP	0	NS	1000000	usec

Note: NS means Not Specified and is designer definable

더 많은 장치를 연결하고자하는 경우에 송신 채널을 확장(512대씩 증가)하여 사용하는 방법이 일반적이다.

2.2. LED 구동 방식 검토

본 절에서는 몇 가지 LED 구동 방식에 대해서 살펴보고, 적합한 정전류 LED 구동소자를 선정하여 사용하도록 한다.

그림4에 몇 가지 LED 구동 방법을 보이고 있는데, 4-1은 저항을 사용하여 전류를 제한하여 LED를 구동하는 예로써 가장 간단하게 구성이 가능하여 많이 사용하지만 전압이 변하면 전류가 달라지는 문제와 전류가 수백 mA이상 흐르는 경우에는 저항의 발열이 심하고, 효율이 낮아서 적은 전류를 구동하는 경우에 주로 사용한다.

그림4-1. 저항을 사용한 LED 구동 예

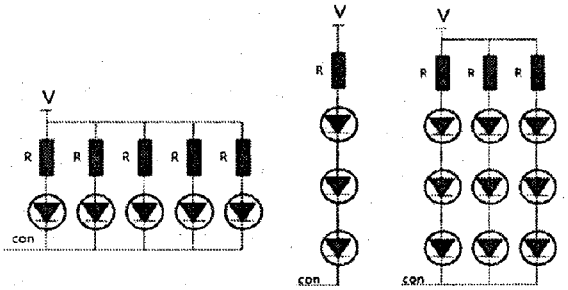


그림4-2. 선형 레귤레이터를 사용한 정전류 구동 예

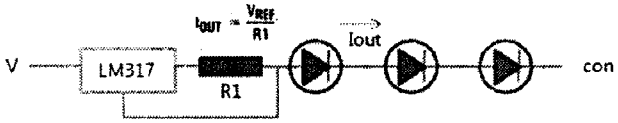
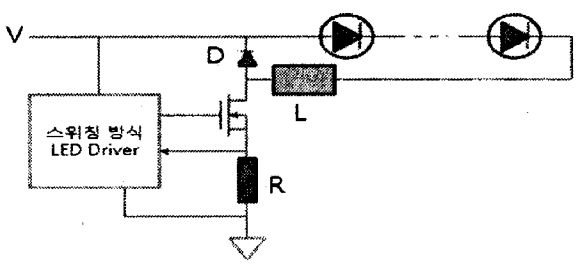


그림4-3. 스위칭 소자를 사용한 정전류 구동 예



LED의 수명을 길게 하려면 LED에 흐르는 전류를 정격 전류 이내로 해야 되며, 이것을 LED 정전류 구동이라 하고, 그림4-2와 같이 선형 레귤레이터를 사용하여 저항 값을 적절히 조정하여 일정 전류가 흐르도록 회로를 구성할 수 있다.

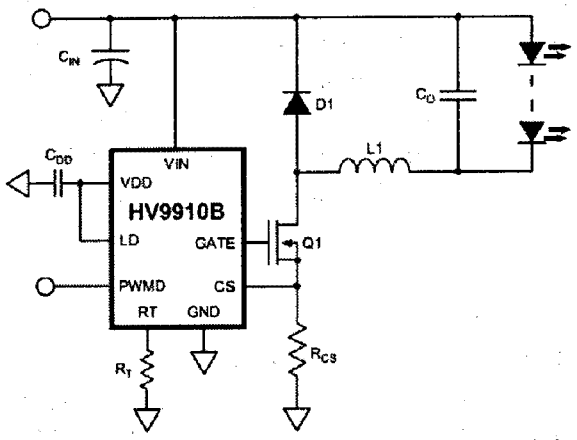
이 방식은 회로가 간단하여 저가격으로 정전류 회로를 구성하는 경우에 많이 사용도지만 어느 정도 용량이 큰 정밀 션트 저항(R1)을 사용해야 되고, 선형 소자(예 LM317)에 많은 열이 발생할 수 있다. 이 방식은 비교적 전류량이 적고, 입력 전압에 이 고정되어 있고, LED 개수를 고정적으로 사용하는 경우에 적절하다.

그림4-3은 스위칭 방식의 구동 소자를 사용한 LED 정전류 구동회로인데, 넓은 입력 전압 범위에서 사용이 가능하고, 전류량을 제어하기위해서 PWM(Pulse Width Modulation) 방식을 사용하므로 효율이 높다. 또한 LED 개수를 한 개부터 입력 전압 범위까지 자유롭게 사용이 가능하다.

사용 부품 면에서 FET, 인덕터, 다이오드, 검출저항 등을 기본적으로 사용해야하는 부담이 있지만, 정전류 구동의 가장 일반적인 방법으로 많이 사용한다.

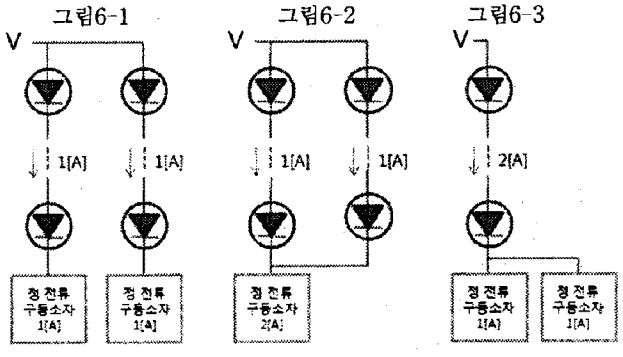
그림5는 정전류 구동 IC로 많이 사용하는 Supertex 사의 HV9910B 회로 예를 보이고 있다. 이 소자는 입력 범위가 DC8~450V까지 매우 넓어서 DC 전원 및 상용 AC 전원을 정류하여 사용할 수도 있다. 또한 전류 센싱 저항의 위치가 그라운드 쪽에 위치하여 필요시 A/D 변환기로 입력 처리하는데 유리하다.

그림5. 정전류 구동 회로 예



또한 이 소자는 Rt를 사용하여 스위칭 주파수 변경이 가능하여 인덕터 용량 선택 면에서 유리하고, 외부에서 PWMD (PWM Dimming) 신호를 제어하여 전류량의 조절이 가능하여 본 장치 제작에 사용한다.

그림6. 정전류 구동 연결 구성 살펴보기



다수의 LED를 정전류 구동하는 경우에 1개의 LED마다 정전류 소자를 사용하는 것은 비경제적 이므로 여러 개의 LED를 직렬로 연결하여 사용한다.

그림6에서와 같이 몇 가지 구성이 가능한데, 발생할 수 있는 문제점을 간단히 살펴보자.

그림6-1에서 1개의 정전류 소자로 한 줄의 LED를 구동하면 바람직하다. 이 경우에 물론 1개의 LED 고장 시 해당 열의 모든 LED가 OFF 된다.

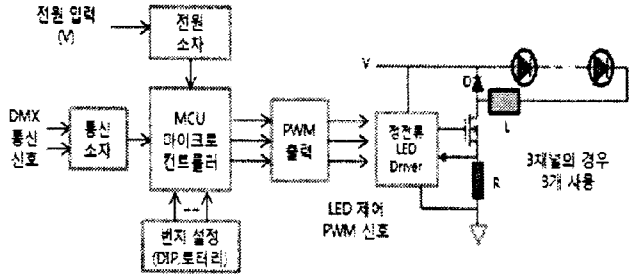
그림6-2에서는 직렬 LED 열을 다시 병렬로 구동하는 경우, 별로 바람직하지 않는데, 각 열의 특성 차이로 인해 전류가 양쪽에 고르게 흐르지 않고, 한쪽으로 치우칠 수 있으며, 하나의 LED가 고장 난 경우 다른 쪽에 과도한 전류가 흘러 LED가 손상될 수 있다.

그림6-3의 경우는 정전류 구동 소자 전류가 부족한 경우 함께 병렬로 전류 분담하여 구동하는 방식인데, 그림6-2보다 위험하지는 않지만 그림6-1보다 바람직하지는 않다.

2.3. DMX 수신 장치 제작 및 실험

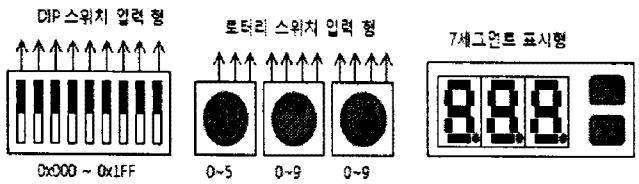
그림7에 DMX512 수신 장치의 구성도를 보이고 있다. 마이크로컨트롤러는 DMX통신 신호와 번지 설정 입력을 받아서 해당 채널 값을 PWM 파형 형태로 출력한다. 이 PWM출력이 정전류 구동 회로부에 입력되어 원하는 전류 값으로 LED를 구동한다.

그림7. DMX512 수신 장치 구성도



번지 설정 방법 검토: 그림8에 몇 가지 번지 설정 방법이 나와 있는데, DIP 스위치 입력 형(9비트 필요)은 비용이 가장 저렴하게 제작 가능하지만 번지 설정이 16진수 형태이므로 조금복잡한 면이 있다. 예를 들어 300번지로 설정할 때, 16진수로 0x12C 이고 ON-OFF를 적절히 설정해야한다. 로터리 스위치 입력 형(11비트 필요)은 설정이 쉽다. 또 다른 방법으로 7세그먼트와 버튼을 사용하여 버튼을 사용하여 설정하는 방법이 있다.

그림8. 번지 설정 입력 방법



출력 채널 수 검토: 1개의 LED만을 수신하는 경우에 PWM 채널은 1개 필요하고, 3색 LED를 구동하는 경우에는 3개(RGB) 또는 4개(RGBW) 채널이 필요하다.

마이크로컨트롤러의 PWM 출력이 많은 경우, 더 많은 출력을 만들 수 있다. 채널 수가 적은 경우, 주변 소자로 인해 비용이 증가할 수 있고, 채널 수가 많은 경우 독립성이 적어 설치 면에서 불리할 수 있는데, 본 장치에서는 3채널로 제작한다.

그림9. DMX512 수신기 동작 순서도

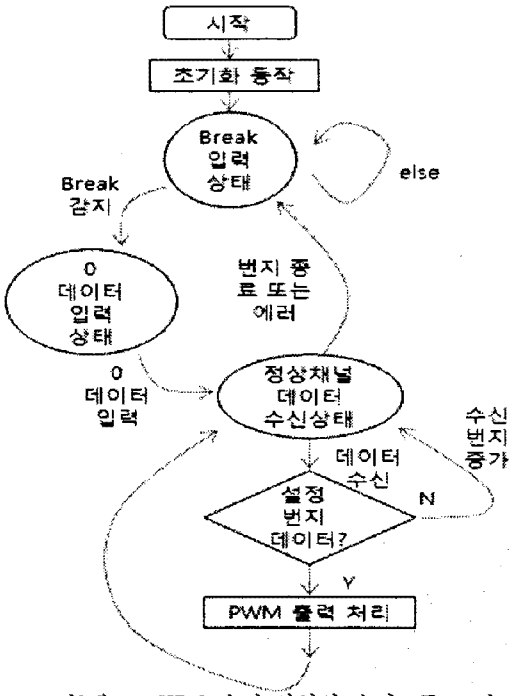


그림9에 DMX512 수신 장치의 순서도를 보이고 있다. 통신 동작 처리이므로 상태이동 형태로 기술하였으며, MCU(여기에서 Atmega8 사용) 초기화, 번지 입력 등 초기화 동작 후에, 통신 신호를 기다리는 모드가 되고, 수신 동작은 인터럽트 처리 형태로 작성된다. DMX512 수신 프레임의 시작은 Break 상태이므로 Break 상태를 기다린다. Break 입력이 감지되면 0 데이터를 기다리는 상태로 이동하고, 0 데이터가 입력되면 정상 채널 데이터 입력모드로 이동한다. 데이터가 수신되면 번지가 1씩 증가되고, 설정번지와 일치하면 데이터를 PWM에 출력한다.

그림10. DMX512 수신 신호 파형

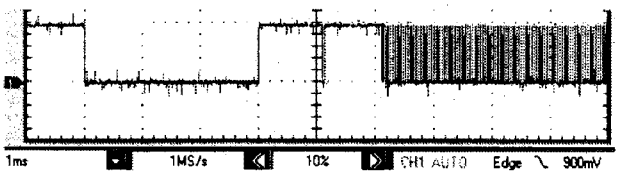


그림11. 정전류 출력 파형 (3.91 kHz PWM)
(상단 파형:LED 출력 전압, 하단 파형: MCU PWM)

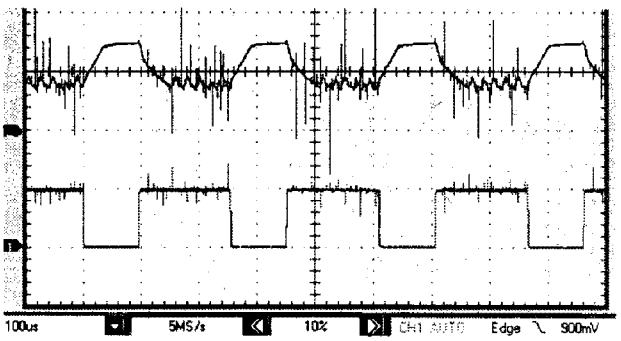


그림12. 정전류 출력 파형 (488 Hz PWM)
(상단 파형:LED 출력 전압, 하단 파형: MCU PWM)

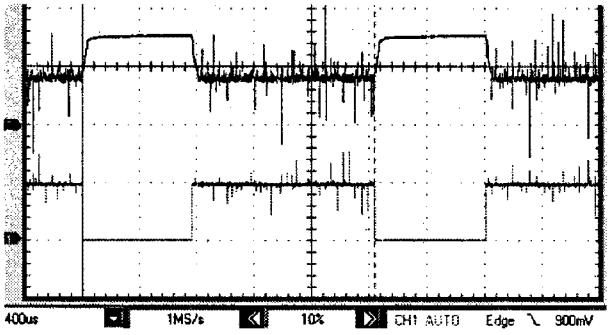
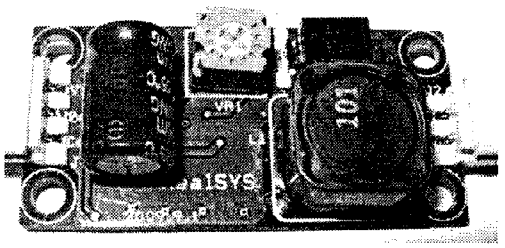


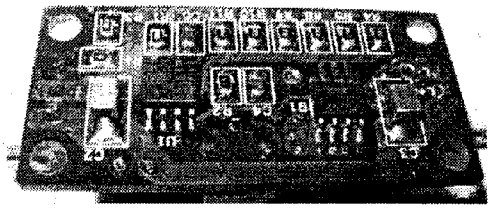
그림10은 DMX512 신호 파형으로 오픈 프로그램 "DMX512 Light Control"를 사용하여 컴퓨터상에서 발생한 파형이다.

그림11은 MCU에서 3.91kHz 주파수로 PWM을 출력할 때, 정전류 구동 IC의 출력 파형이고, 그림12는 488Hz 주파수의 PWM 파형 출력일 때의 LED 구동 전압 파형인데, 주파수를 낮게 할 때, 전류량의 선형 제어면 에서 유리함을 볼 수 있다.

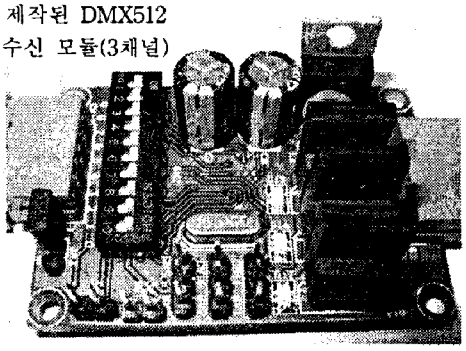
그림13. 제작된 DMX512 수신 장치 및 LED



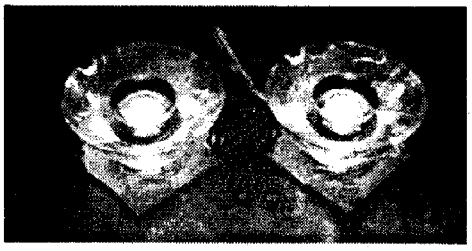
제작된 정전류 모듈(2[A]급)



제작된 DMX512
수신 모듈(3채널)



시험에 사용된 LED (2개 직렬연결)



3. 결 론

본 논문에서는 몇 가지 LED 구동 방법에 대해 살펴보고, 최근 출시되고 있는 정전류 구동 IC 중에 비교적 기능이 좋은 소자를 선정하여 LED 정전류 구동 실험을 하였으며, 무대 조명 등에 많이 사용하는 DMX512 통신 프로토콜 이해 및 수신 프로그램을 작성 시험해 보았다.

본 실험에서는 정전류 구동 IC의 전류를 2[A]급으로 시험하였는데, 향 후 대전류 및 고전압에서의 동작 구현 시험도 필요하리라 생각하며, 현재 저가격 마이크로컨트롤러를 사용하여 3채널의 PWM 출력이 가능한 수신 장치를 구현하였는데, 더욱 많은 수의 채널 출력 장치를 구현 해보는 것도 의미가 있으리라 생각한다.

또한 본 실험에서는 전류량을 디지털 멀티미터를 사용하여 관찰하였는데, 자체 표시 장치 부착 및 PWM 량과 전류량을 표시할 수 있는 수신 장치를 제작해보는 것도 의미가 있으리라 생각한다.

또한 DMX512는 단방향 통신이어서 마스터 장치에서 현재의 출력 상태의 확인이 불가능한데, 별도의 통신 선로를 사용하여 각 수신기의 출력 상태 또는 고장 상태 등을 확인할 수 있는 송수신 장치를 구현해보는 것도 흥미가 있으리라 생각한다.

참 고 문 헌

[1] 한수빈,박석인,송유진,정학근,정봉만,김규덕 , "최근의 LED 구동 IC의 종류 및 특성", 한국조명 전기설비학회 추계학술대회 논문집 2008.10.17

[2] 손수국,한영석, "LED 조명장치를 위한 새로운 WDMX 제어기의 구현", Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers Vol.22,No.10,pp1~7 October 2008

[3] "USITT DMX512-A - Asynchronous Serial Digital Data Transmission Standard for Controlling Lighting Equipment and Accessories", Entertainment Services and Technology Association,2000.

[4] 웹사이트 http://www.usitt.org/standards/DMX512.html