

간단한 회로구조의 소형 LED 백라이트 제어기의 구현

이재민, 유두희, 정강률
순천향대학교 전자정보공학과

Implementation of Small LED Backlight Controller with Simple Circuit

Jae-Min Lee, Doo-Hee Yoo, Gang-Youl Jeong
SoonChunHyang University, Asan 336-745, Korea

ABSTRACT

간단한 회로구조의 소형 LED 백라이트 제어기의 구현을 위하여 2.5W LED 4개를 각 섹터로 구분지어 섹터별로 제어하는데 목적을 두었다. LED의 전류를 제어하기 위한 스위칭 구동회로 부분을 설계, 구현하고 스위칭을 구동하기 위한 PWM(Pulse Width Modulation)을 마이크로컨트롤러를 이용하여 제어하였다. 섹터제어 회로 부분을 구현하기 위하여 저가의 8비트 마이크로컨트롤러인 PIC16C73B를 사용하였다. 또한, RS-232 통신을 이용하여 각 섹터의 LED 제어 및 휘도를 제어하였다. 이러한 구성을 바탕으로 제어기를 제작 및 실험을 하였으며, 본 논문을 통하여 실험의 타당성을 증명하도록 한다.

1. 서론

LCD의 발전 및 개발비용 절감으로 인한 수요가 급증하고 있는 요즘, 기존의 백라이트 유닛인 냉음극형광램프(CCFL; Cold Cathode Fluorescent Lamp)는 수은의 첨가로 인한 환경 오염의 이유로 점점 비중이 줄어들고 있다. 이를 대체하기 위한 발광다이오드(LED; Light Emitting Diode)는 저전력으로 고효율을 구현할 수 있고, 긴 수명과 빠른 동작특성을 가지고 있어 LCD(Liquid Crystal Display) 백라이트의 적용에 매우 유리하여 이를 드라이브하기 위한 제어기 개발이 최근 들어 학계 및 업계에서 활발히 이루어지고 있다.

LED는 직류전원을 이용하여 구동되므로 구동회로가 필요하다. 또한, 구동회로 외에 LED의 광량을 조절하기 위하여 제어 회로 부분이 사용되어진다. 시장이 점차 확대되고 있는 LED 백라이트 유닛에 있어서 제어회로 부분은 상당히 중요한 부분을 차지하고 있다. 정전류 구동방식의 구동회로와 이를 제어하기 위한 제어기의 알고리즘을 개발하여 소형 LED 백라이트 제어기에 구현하여 다가올 LED 백라이트 시장에 적극 대응하고자 하는 것에 본 논문의 목적이 있다.

본 논문에서는 마이크로컨트롤러와 LED 구동전원 드라이브 칩을 이용하여 제어회로를 구성하고 그에 따른 부품 수 절감과 제어기의 간단화로 인한 제어회로의 크기 및 제작비용을 절감하도록 한다.

2. LED 백라이트 제어기

2.1 LED 백라이트의 구동회로 설계

본 논문에서는 LED를 정전류로 구동하기 위하여 구동전원 드라이브 칩을 사용하였다. 구동전원 드라이브 칩은 LINEAR사의 600kHz Switching DC/DC Converter, LT1308B를 이용하였다. LT1308B는 Single Li-Ion Cell(4V/700mA)의 입력전원으로 5V/1A의 출력을 얻을 수 있고, 정전류 구동의 Boost Converter이다. 입력전압(V_{in})은 V_BAT를 통하여 공급이 된다. 출력전압(V_{out})은 R2, R3의 전압분배로부터 최대 34V의 전압을 얻는다. 본 논문에서는 전부하(full load)에서 5V / 700mA의 출력을 얻도록 설계를 하였다.

$$V_{out} = V_{fb}(1 + R1/R2) \quad (1)$$

$$V_{fb} = 1.22V \quad (2)$$

$$I_{out} = \frac{V_{out}}{R_L} \quad (3)$$

LED의 전류를 제어하기 위하여 부하에 스위치를 추가하고, LED 전류의 ON, OFF 시간을 제어하여 휘도 제어 및 LED 발열, 보호를 하였다. 또한 스위치 보호를 위하여 스위치의 드레인, 소스 단에 스너버 회로를 구성하였다. 이는 그림 1에 나타내었다.

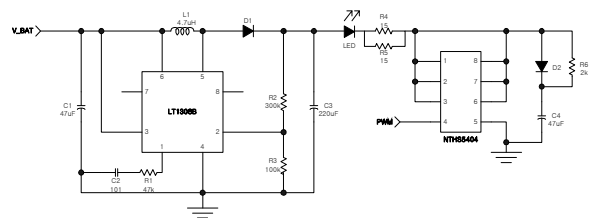
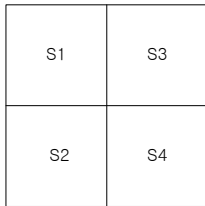


그림 1 LED 백라이트 제어기의 LED 구동회로 회로도
Fig. 1 LED drive part of LED backlight controller with a circuit diagram

2.2 LED 백라이트 제어회로 설계

2.2.1 하드웨어 설계

LED를 이용한 백라이트 제어기를 구현하고자 마이크로컨트롤러를 이용하여 설계하였다. 마이크로컨트롤러는 크기 및 가격, 성능을 고려하여 Microchip사의 PIC16C73B를 이용하였다. 각 섹터 제어를 위하여 스위치를 이용한 간단한 스위치 프로토콜을 구성, 제어 하였다. SW1은 LED 백라이트의 아날로그제어, 디지털제어를 나타내고, SW2는 아날로그제어에서 LED의 섹터제어, 전체 LED의 제어를 나타내었다. 섹터제어에서 SW3, SW4는 각 섹터의 제어를 나타내고, SW2의 전체 LED 제어에서 SW3은 전체 LED의 제어의 방법을 나타내었다. SW1의 디지털제어에서는 아날로그제어와 마찬가지로 통신으로 상기 기능을 대신하도록 설계하였다. 이는 그림 2에 나타내었다.



(a) LED 섹터

B3	B2	B1	B0		
sw1	sw2	sw3	sw4		
1	1	X	X		
1	0	X	X		
0	1	1	X		
0	1	0	X		
0	0	1	1		
0	0	1	0		
0	0	0	1		
0	0	0	0		

(b) LED 제어를 위한 간단한 스위치 프로토콜 구성

그림 2 LED 섹터 및 제어기의 간단한 스위치 프로토콜 구성
Fig. 2 LED sector and simply switching protocol system of controller

2.2.2 소프트웨어 설계

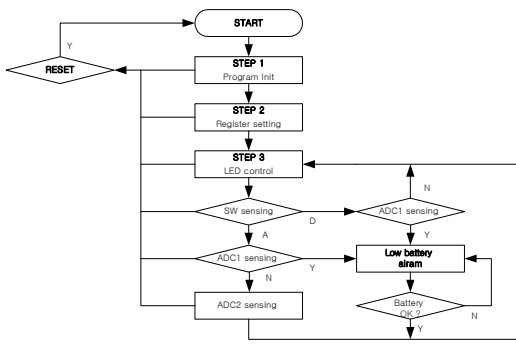


그림 3 LED 백라이트 제어기의 프로그램 제어 흐름도
Fig. 3 Program control flow chart of LED backlight controller

LED 백라이트 제어기를 구현하기 위하여 그림 3의 제어 흐름도를 따라서 프로그램을 작성하였다. STEP 1에서 마이크로컨트롤러의 초기화를 시작으로 LED 백라이트 제어가 구동

을 한다. STEP 2는 제어기 구동을 위한 모든 레지스터들을 설정을 한다. STEP 3은 LED 백라이트 제어를 위한 프로그램의 main 구간이다. 먼저, SW의 상태를 감지하고 그에 따른 동작을 시작 한다. LED 제어의 방법을 결정하고, LED 제어를 시작한다. LED 전류제어를 위한 PWM은 8bit 분해능을 가지고 있어서 256단계의 PWM Duty를 제어할 수 있고, 그에 따른 LED의 휘도를 변화시킬 수 가 있다. 항상 아날로그 값을 감지하여서 필터링을 거친 후 마이크로컨트롤러의 내부 ADC(Analog to Digital Conversion)를 이용하여 변환을 시작 한다. 변환된 값을 가지고 LED 전류제어를 위한 스위치의 ON, OFF 시간을 결정하여서 LED에 흐르는 전류 및 휘도를 제어 하도록 설계하였다. LED 전류의 디지털 제어는 직접 LED 백라이트의 휘도를 조절할 수 있도록 설계되었다. 항상 입력전원을 감지하여서 저전압을 감지한다. 이는 입력전원을 Single Li-Ion Cell로 사용할 때의 저전압 감지기능이다. 이러한 알고리즘을 기반으로 PIC16C73B 내부에 동작 가능한 코드를 작성 하였다. Assembly 언어를 기반으로 하였으며 Mr. PIC 에뮬레이터를 사용하여 프로그램을 작성하였다.

3. 실험결과

본 논문의 구동회로 및 제어회로의 구현에 대한 실험을 하였다. 표 1은 LED 백라이트 제어기 구현을 위한 시뮬레이션 실험의 파라미터 값이다. 그림 4는 구동회로의 동작 시뮬레이션 회로이다. 시뮬레이션 Tool은 Linear사의 SwcadIII를 사용하였다. 시뮬레이션 실험에서는 LED를 제외하고 부하 저항을 7Ω을 사용하였다. 또한, 스위치가 이상적으로 동작하여서 스위치 보호를 위한 스너퍼 회로를 제외하였다. 그림 5는 디밍제어범위에 따른 시뮬레이션 실험의 결과 파형이다.

표 1 시뮬레이션 실험 파라미터
Table 1 The parameters of simulation experiment

Parameter	Symbol	Value	Unit
입력전압	V_{in}	4	V_{dc}
출력전압	V_{out}	5	V_{dc}
부하저항	R_L	7	Ω
디밍주파수	f_d	1000	Hz
디밍제어범위		20 ~ 80	%

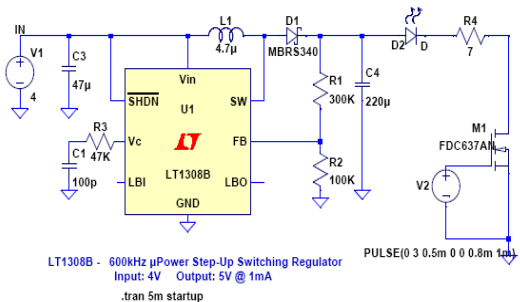
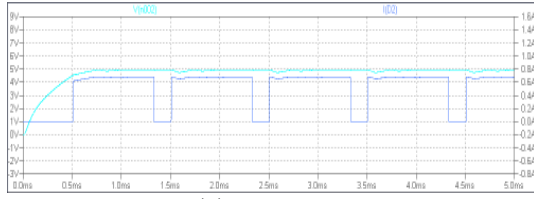
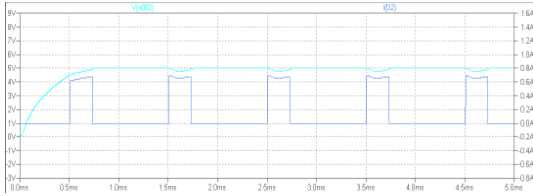


그림 4 구동회로의 시뮬레이션 회로
Fig. 4 The simulation circuit of a drive part



(a) 20% ON



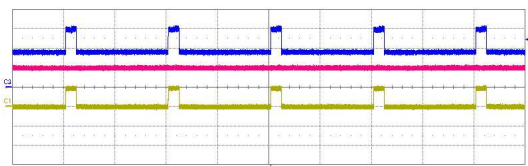
(b) 80% ON

그림 5 LED 디밍 제어 전압, 전류 시뮬레이션 파형
Fig. 5 The voltage and current of simulation waveform with LED dimming control

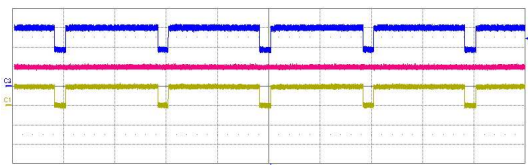
실험을 위하여 LED 구동회로의 전원은 저전압 검출을 위한 출력전압이 가변되는 Flyback 컨버터를 사용하였다. 표 2는 실험을 위한 파라미터 값이다. 그림 6은 구현된 LED 백라이트 제어기의 LED 전압, 전류 파형이다. 그림 7은 저전압 감지 기능을 위한 저전압 검출파형이다. 그림 8은 구현된 LED 백라이트 제어기의 실제 동작 모습이다.

표 2 실험 파라미터
Table 2 The parameters of experiment

Parameter	Symbol	Value	Unit
구동회로 입력전압	V_{in1}	3.8 ~ 4.3	V
제어회로 입력전압	V_{in2}	5	V
디밍주파수	f_d	1000	Hz
디밍제어범위		10 ~ 90	%



(a) 10% ON



(b) 90% ON

그림 6 LED 디밍 제어 전압, 전류 실험 파형
Fig. 6 The voltage and current of experiment waveform with LED dimming control

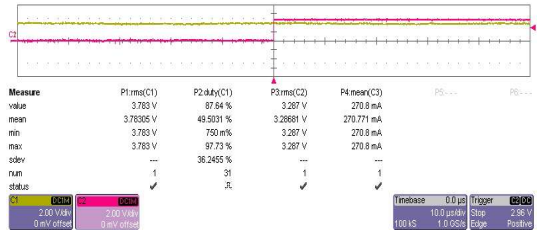


그림 7 LED 백라이트 제어기의 저전압 검출 파형
Fig. 7 The low voltage detecting waveform of LED backlight controller

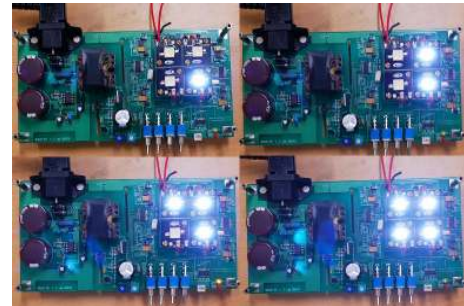


그림 8 구현된 LED 백라이트 제어기의 섹터제어 동작모습
Fig. 8 The operating of realization LED backlight controller with sector control

4. 결론

본 논문에서는 섹터 제어가 가능한 소형 LED 백라이트를 구현하였다. LED 구동회로 및 제어회로 부분을 설계, 구현하여 실험하였으며, 마이크로컨트롤러를 이용한 LED 백라이트 제어기의 효율성을 입증하였다. 소형 LED 백라이트 제어기 특성의 확실성을 실험을 통하여 확인하였다.

본 논문에서 구현한 소형 LED 백라이트 제어기를 실험 및 측정된 결과는 다음과 같다.

1. LED를 섹터로 구분지어 섹터제어가 가능함을 보였다.
2. 마이크로컨트롤러를 이용한 제어기 구현으로 차후 변경 가능한 부분에 대한 대처가 가능하도록 설계 되어서 연동 부분에 대한 제어기의 구현이 가능하도록 되었다.
3. 본 제어기 구현에 있어서 사용된 LED는 2.5W POWER LED이다. LED의 전류가 가변함에 따라 적절한 동작전압 및 전류 조건을 찾아서 본 실험의 동작전원은 Flyback 컨버터를 이용하였다. 본 실험을 통하여 차후 진행될 대화면 LED 백라이트 제어기에 대한 전원용 Power Supply에 대한 조건을 찾을 수 있었다.

참고 문헌

[1] 천우영, 송상빈, 김진홍, 김기훈 “직하형 LED BLU의 구동 및 제어회로에 관한 연구” 한국조명, 전기설비학회 추계 학술대회 논문집 2007.11.02
[2] 이상운, KR-10-2005-00412526, 삼성전기주식회사 “디밍회로를 갖는 LED 구동회로”