

보호회로를 이용한 LCD 백라이트 유닛용 LED 구동회로

박유철, 김훈, 김희준, 채균, 강의병
 *한양대학교 전자건기제어계측공학과, **주)아크로텍

A LED Drive Circuit of LCD BLU Using Protection Circuit

Yu-Cheol Park, Hoon Kim, Hee-Jun Kim, Gyun Chae and Eui-Byoung Kang

*Department of Electronics, Electrical, Control, and Instrumentation Engineering, Hanyang University, **ACROTECH Co.

Abstract - 기존의 LED(Light Emitting Diode)를 이용한 LCD(Liquid Crystal Display) 백라이트 유닛은 LED에 과전류가 흐르면 소자의 파손이 발생하고 무부하시 불필요한 전력소모가 발생하는 경우가 있어 보호회로가 필요하였다. 그래서 본 논문은 보호회로를 이용한 LCD 백라이트 유닛용의 LED 구동회로를 제안한다. 제안된 보호회로는 2가지로 첫 번째 보호회로는 무부하시 소비전력을 줄이는 보호회로 이다. 시뮬레이션 결과 무부하시 피드백 제어부 IC(Integrated Circuit)의 전원전압 V_{cc} 를 UVLO(Under Voltage Lock Out)전압 이하로 강하시켰다. 그래서 무부하시 소비되는 전력을 줄일 수 있었다. 두 번째 보호회로는 과전류시 보호회로 이다. 시뮬레이션 결과 과전류시 SCR이 온 되어 피드백 제어부 IC의 전원전압 V_{cc} 를 UVLO전압 이하로 강하시켰다. 따라서 과전류시 LED 구동회로 소자의 파손을 방지할 수 있는 장점이 있다.

1. 서 론

전자, 통신 기술이 발전해 감에 따라 대부분의 전자, 통신 기기들은 소형화 경향화가 진행되고 있다. 또한 멀티미디어 시대가 도래함에 따라 음성, 텍스트 등 단순한 정보가 아니라 영상, 동영상 등 시각으로 확인할 수 있는 정보가 각광받고 있다. 따라서 최근에 출시되는 대부분의 전자, 통신 기기들은 시각으로 정보를 확인할 수 있는 표시장치를 구비하고 있다.

최근에 각광받는 표시장치는 기억형 표시장치, 플라즈마 표시장치 및 LCD, EL(Electroluminescence), LED, ECD(Electro Chromic Display) 등이 있다. 이러한 표시장치들은 소형, 경량화가 가능하다는 점에서 그 개발이 급속히 진행되고 있다.

근래의 대표적인 표시장치로서 LCD를 가장 많이 사용하고 있다. LCD는 기존의 CRT에 비해서 소형으로 제작될 수 있는 장점이 있지만, 자체적으로 발광할 수 없기 때문에 별도의 광원을 필요로 한다. 이 광원에 의해서 LCD에 나타나는 영상을 관찰할 수 있으며, 이 광원의 성능이 결국 영상에 직접적인 영향을 주게 된다.

기존에는 CCFL이 LCD의 광원으로 이용되었다. 하지만 최근에는 LED가 주목을 받고 있다. LED는 다른 표시장치의 광원에 비해 에너지 절감 효과가 뛰어나고 반영구적으로 사용할 수 있어 차세대 광원으로 인식되고 있다. 또한 LCD 화면의 밝고 어두운 부분에 따라 LED Array부분에 신호를 보내 밝은 부분은 밝게 어두운 부분은 어둡게 조정하여 항상 켜져 있는 CCFL에 비해 LED를 사용하면 전력소모를 줄일 수 있다. 이러한 여러 가지 장점들 때문에 LED를 이용한 LCD 백라이트 유닛에 관한 연구도 발표되었다.[1-3]

본 논문은 기존의 LCD 백라이트 유닛용 LED 구동회로가 과전류시 소자의 파손이 발생하는 문제와 무부하시 불필요한 전력소모가 발생하는 경우에 보호회로가 필요하여 2종류의 보호회로를 제안하였다.

2. 본 론

2.1 LCD BLU의 LED 구동회로

그림 1은 LED 구동회로의 블록도 이다. LED 구동회로의 블록도는 크게 5가지로 구성된다. 첫 번째는 스위칭 컨버터이다. 스위칭 컨버터는 부스트 컨버터로 구성되어 있어 입력전압 보다 높은 출력전압을 얻을 수 있다. 두 번째는 피드백 제어부이다. 피드백 제어부는 전류를 센싱하여 에러 앰프 출력과 비교한다. 비교기에서 나온 출력은 Latch에 의해 스위칭 컨버터의 시비율을 결정한다. 피드백 제어부에 의해 컨버터의 출력 전류는 일정한 값을 갖는다. 세 번째는 LED Array 부분이다. LED Array는 LED 구동회로의 부하 부분이다. 네 번째는 정전류 구동회로 부분이다. 정전류 구동회로는 LED Array에 개별적으로 있어 각각의 LED Array의 밝기를 조절할 수 있다. 각각의 LED Array의 밝기를 조절하면 LCD의 밝은 부분은 밝게 어두운 부분은 어둡게 할 수 있어 불필요한 전력 소모를 막을 수 있다. 다섯 번째로 이 논문에서 제안하는 보호회로 이다. 보호회로는 과전류방지 회로와 무부하시 불필요한 전력소모 발생을 줄이는 회로를 제안하였다.

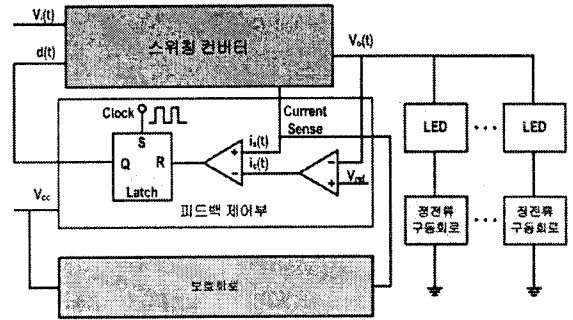
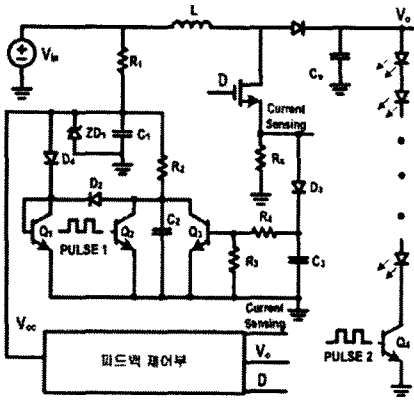


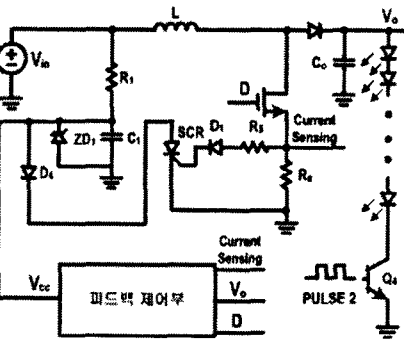
그림 1. LCD 백라이트 유닛용의 LED 구동회로 블록도

2.2 LED 구동회로의 보호회로

그림 1의 5가지 구성 중 본 논문에서 제안하는 보호회로는 그림 2와 같이 두 종류의 보호회로 이다. 기존의 LED를 이용한 LCD 백라이트 유닛은 무부하시 피드백 제어부 IC에서 전력소모가 발생하는 단점을 갖고 있었다. 여기에 그림 2(a)를 사용하여 불필요한 전력소모가 발생하는 것을 줄일 수 있었다. 기존의 LCD 백라이트 유닛용 LED 구동회로에서는 부하의 LED가 노후 되거나 파손되거나 단락되어 과전류가 흐르는 경우가 있었다. 여기에 그림 2(b)를 사용하여 부하에 과전류가 흐르는 것을 방지할 수 있었다. 그림 3에서 V_{in} 은 컨버터의 입력, V_{cc} 는 피드백 제어부 IC의 파워 서플라이 전압, L은 인덕터, Q는 BJT, SCR은 써이리스터, ZD는 제너다이오드, D는 다이오드, R은 저항, C는 커패시터, C_o 은 출력 커패시터, 피드백 제어부의 D는 시비율, V_o 은 컨버터의 출력, PULSE 1 과 PULSE 2는 외부에서 입력되는 신호이다.



(a) 무부하시 전력소모 발생 억제 보호회로



(b) 과전류 보호회로

그림 2. LED 구동회로의 보호회로

2.3 보호회로 동작원리

무부하시 불필요한 전력소모 발생을 줄이는 그림 2(a)와 과전류시 피드백 제어부 IC를 오프시키는 그림 2(b)의 동작에 대해 설명하겠다. 그림 4의 PULSE 1과 PULSE 2는 외부에서 입력되는 신호이고, V_{C2} 는 커패시터 C_2 의 전압, V_{C3} 는 커패시터 C_3 의 전압, V_{CC} 는 피드백 제어부 IC의 파워 서플라이 전압을 나타낸다. 그림 5의 I_L 는 인덕터 L의 전류, D는 MOSFET의 시비율, I_{RS} 는 센싱저항에 흐르는 전류, V_{RS} 는 센싱저항의 전압, V_{CC} 는 피드백 제어부 IC의 파워서플라이 전압을 나타낸다.

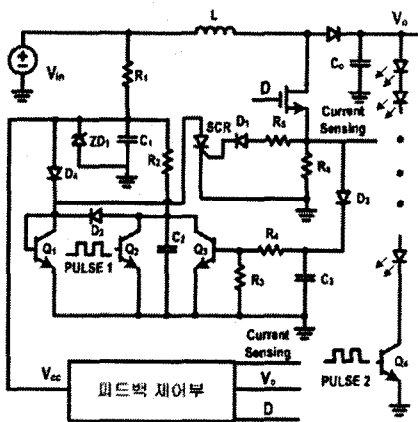


그림 3. LED 구동회로의 전체 보호회로

2.3.1 BJT Q4가 오프 될 때(무부하시)

그림 2(a)에서 BJT Q_4 가 오프 되면 인덕터 L이 정지하여 저항 R_5 에 전류가 흐르지 않는다. 그림 4에서처럼 저항 R_2 와 커패시터 C_2 의 값을 조절하여 BJT Q_4 가 한 주기 동안 완전히 오프가 될 때 BJT Q_1 이 온이 되도록 상승기간을 조절하면 유부하시에는 BJT Q_1 이 온 되지 않고 무부하시에만 온 한다. 저항 R_5 에 전류가 흐르지 않으면 그림 4에서처럼 V_{C3} 의 전압이 방전되어 BJT Q_3 는 오프가 된다. BJT Q_3 가 오프가 되면 저항 R_2 와 커패시터 C_2 의 시정수값에 의해 그림 3처럼 커패시터 C_2 의 전압이 상승을 한다. 그림 4처럼 V_{C2} 가 1.4V가 넘으면 Q_1 은 온이 되어 IC의 전원전압 V_{CC} 는 IC내부의 UVLO전압 이하로 강하게 되어 IC동작은 정지한다. 그림 2(a)에서 BJT Q_2 의 펄스의 주파수 PULSE 1은 BJT Q_1 의 주파수보다 낮은 주파수를 선택하여 V_{C2} 를 일정한 주기로 방전 시켜 준다. V_{C2} 를 일정한 주기로 방전시켜주는 이유는 BJT Q_4 가 온이 되어 컨버터가 작동을 할 때 IC의 전원전압 V_{CC} 에 일정한 주기로 전압을 공급해 주기 위함이다. 이렇게 무부하시 IC의 전원전압 V_{CC} 를 UVLO전압 이하로 강하게 하여 IC동작을 정지 시키면 IC에서 소비되는 전력을 줄일 수 있어 무부하시 IC의 소비전력을 줄일 수 있다.

2.3.2 BJT Q4가 온 될 때(유부하시)

그림 2(a)에서 BJT Q_4 가 온이 되면 BJT Q_2 가 PULSE 1에 의해 온이 되어 그림 4와 같이 V_{C2} 는 방전이 된다. V_{C2} 가 방전이 되면 BJT Q_1 은 오프가 된다. 그림 4에서 IC의 전원전압 V_{CC} 는 IC내부의 UVLO전압 이상으로 상승하여 IC는 동작하게 된다. IC가 동작을 하면 인덕터 L이 작동하여 저항 R_5 에도 전류가 흐르게 된다. 그림 2(a)의 BJT Q_3 는 온이 되고 컨버터는 원활한 동작을 하게 된다.

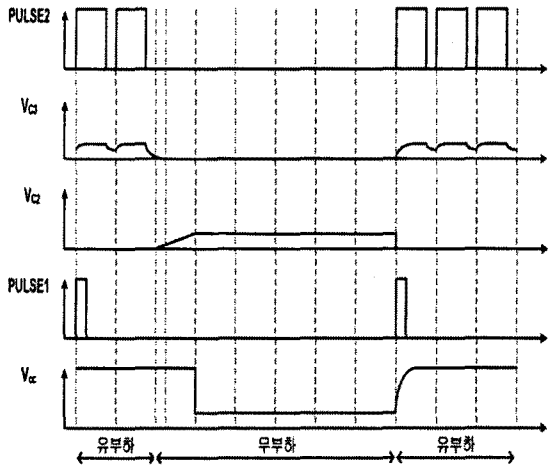


그림 4. 그림 2(a)의 유부하, 무부하 동작파형

2.3.3 과전류가 흐를 경우

그림 2(b)에 과전류가 흐를 경우 그림 5와 같이 인덕터 L에 전류가 상승한다. 저항 R_5 는 인덕터 L의 전류를 센싱하는 저항이다. 인덕터 L에 과전류가 흐를 경우 저항 R_5 는 전류를 센싱하여 저항 R_5 에 걸리는 전압이 일정 전압을 넘을 경우 SCR이 온이 되어 그림 5와 같이 IC의 전원전압 V_{CC} 는 IC내부의 UVLO전압 이하로 강하게 되어 IC동작은 정지한다. 이 IC는 컨버터의 입력전압을 오프하지 않는 이상 계속해서 동작이 정지하여 소자의 파손을 막을 수 있다. 과전류가 흘러 컨버터의 IC가 동작을 하지 않을 때 컨버터의 입력전압을 오프하면 SCR이 오프가 된다. 이때 다시 컨버터의 입력전압을 온 하면 컨버터는 정상적으로 동작하게 된다.

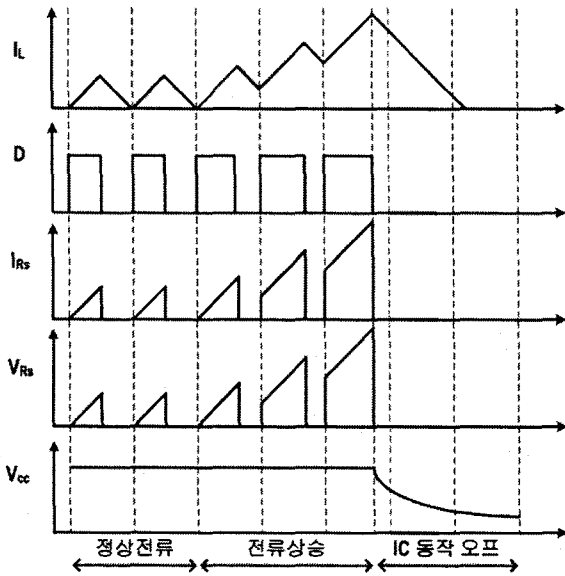


그림 5. 그림 2(b)의 과전류 동작파형

3. 시뮬레이션 결과

무부하시 불필요한 전력소모 발생을 줄이는 보호회로와 과전류방지 보호회로의 동작을 알아보기 위해 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 6은 그림4와 같이 유부하시, 무부하시의 동작파형을 시뮬레이션 한 파형이다. 입력전압 V_{in} 은 24V, 인덕터 L 은 500 μ H, 시비율 D 는 40%, 부하는 저항 80[Ω]을 선택하여 출력부의 전류를 500mA가 되게 함, 출력전압 V_O 은 40V로 시뮬레이션을 하였다. PULSE2가 오프가 되면 IC의 전원전압 V_{CC} 가 UVLO전압 이하로 강하하는 것을 그림 6에서 확인 할 수 있다. 그림 7(a)는 유부하시 시비율 D 가 40%일 때의 파형이다. PULSE2가 온 일 때 시비율 D 가 40%로 동작을 하여 각 부분의 파형이 정상적인 동작을 하는 것을 볼 수 있다. 그림 7(b)는 유부하시 시비율 D 가 80%일 때의 파형이다. PULSE2가 온 일 때 인덕터의 전류가 상승을 하여 센싱 저항의 전류도 상승함을 볼 수 있다. 센싱 저항의 전류가 상승함에 따라 전압도 높아져 SCR이 온이 된다. SCR이 온이 되어 IC의 전원전압 V_{CC} 가 UVLO전압 이하로 강하한다. 하지만 그림 7(b)는 개루프로 시뮬레이션을 하여 V_{CC} 가 강하하여도 컨버터가 동작을 한다. 페루프로 실험을 하면 IC의 동작이 정지하여 그림 5와 같이 컨버터의 구동이 멈출 것이다.

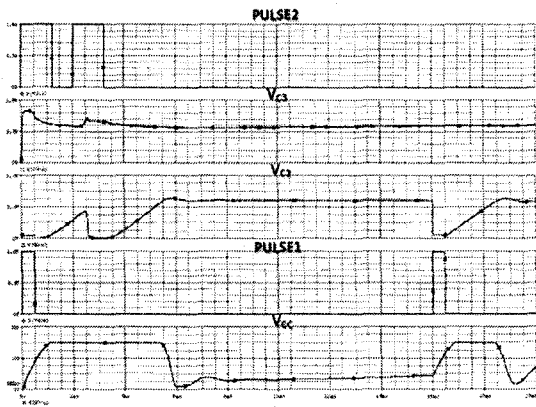
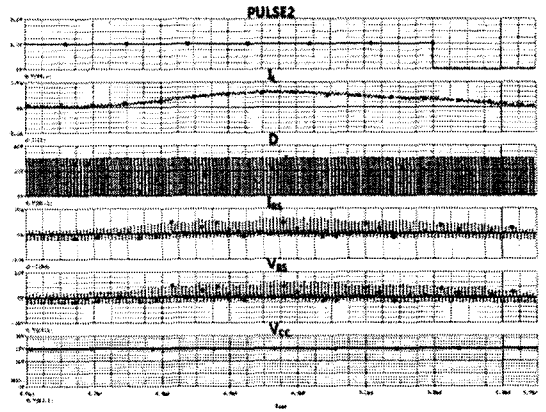
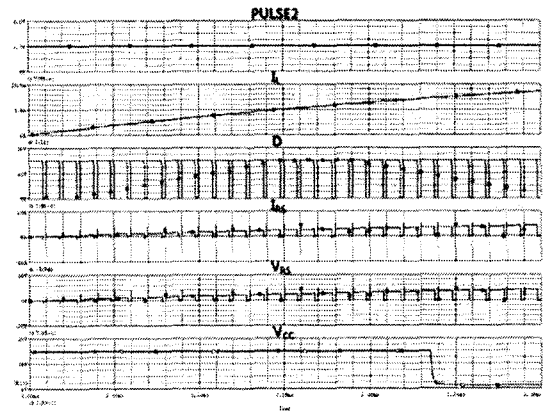


그림 6. 그림 2(a)의 유부하, 무부하 동작파형 시뮬레이션



(a) 시비율 D 가 40%일 때



(b) 시비율 D 가 80%일 때

그림 7. 그림 2(b)의 과전류 동작파형

4. 결론

본 논문은 기존의 LCD 백라이트 유닛용 LED 구동회로에 무부하시 불필요한 전력소모 발생을 줄이는 보호회로와 과전류시 피드백 제어부 IC를 오프 시키는 보호회로를 제안하였다. 전자의 보호회로는 무부하시 피드백 제어부 IC에서 발생하는 전력소모를 줄여 무부하시 낭비되는 전력을 막을 수 있었다. 후자의 보호회로는 LED가 노후되거나 LED가 파손되어 단락이 될 경우 부하에 과전류가 흐르는 것을 방지하여 다른 소자의 파손을 막을 수 있었다. 이처럼 2종류의 보호회로를 사용하면 LED 구동회로에 전력소모를 줄이고 소자의 파손을 방지할 수 있는 장점이 있다. 따라서 기존의 LCD 백라이트 유닛용 LED 구동회로에 본 논문에서 제안한 보호회로를 사용하면 보다 효율적이고 보다 안전한 LED 구동회로를 만들 수 있을 것이라 예상된다.

[참고 문헌]

- [1] C.-C. Chen, C.-Y. Wu, and T.-F. Wu, "LED Back-Light Driving System for LCD Panels", IEEE APEC 2006, pp.381-385, March.19, 2006.
- [2] Masahiro Nishikawa, Yoichi Ishizuka, Hirofumi Matsuo, and Koichi Shigrmatsu, "An LED Drive Circuit with Constant-Current Control and Constant-Luminance Control", INTELEC 2006, sept, 2006.
- [3] A. Konno, Y. Yamamoto and T. Inuzuka, "RGB Color Control System for LED Backlights in IPS-LCD TVs", in proc. SID, 2005, p.1380-1383