

# LED를 이용한 차량용 램프 구현 LED Automotive Signal Lamp Design

홍대운 · 이성재

충남대학교 전자공학과 ☎ 305-764 대전광역시 유성구 궁동 220  
optical@cnu.ac.kr

LED를 이용한 차량용 signal lamp를 구현 하였다. 가변적인 전원전압 및 온도조건에서도 일정한 광량을 유지할 수 있도록 하였으며, 한편 단위 LED 사이의 특성 차이로 인한 밝기의 불균일성을 줄일 수 있도록 하기 위하여 펄스폭 변조를 응용한 회로를 적용하였다.

## I. 서론

그동안 가시광영역의 고휘도(high-brightness) 특성의 LED(light-emitting diode)는 옥외용 전광판, 교통 신호등, 차량용 신호등의 분야에서 대단위로 사용되어 온 것은 주지의 사실이다. 특히 최근 들어 LED의 광 출력과 효율이 더욱 개선됨에 따라 현재 LED는 일반조명(general lighting) 분야에서까지 기존의 백열등이나 할로겐램프 등을 대체해나가기 시작했는데 이와 같은 추세는 앞으로 더욱 가속화될 것으로 전망된다.<sup>[6]</sup>

향후 LED응용분야가 더욱 확대되기 위해서는 LED의 광출력, 효율, 수명 등을 개선하기 위한 노력 못지 않게 LED램프의 특성을 최대로 살릴 수 있는 구동회로에 대한 연구도 중요한 의미를 갖는 것으로 판단 된다. 본 논문에서는 LED 램프의 구동회로의 하나로써 중요한 위치를 차지하고 있는 차량의 신호용 LED 램프의 구동회로에 대하여 연구하였다.

## II. 구동회로에 대한 기본 고려사항

차량용 신호용램프의 구동회로를 구현하기 위해서는 우선적으로 차량 특유의 특수한 동작환경을 고려한 설계가 필수적이라고 할 수 있다. 일반적인 차량에서 사용되는 전원은 발전기와 결합된 축전지라고 할 수 있는데, 단자전압이 비교적 큰 범위(9 ~ 15V)에 걸쳐 변하는 것으로 알려지고 있다. 뿐만 아니라 구동회로의 동작온도의 범위가 혹한(-20℃)에서부터 혹서(80℃)에 까지 매우 넓다는 점도 중요 고려사항이라고 할 수 있다. 그밖에도 구동회로는 차량용 부품의 하나라는 점을 감안하면 저가격화, 회로의 간소화, 내구성 등이 추가로 고려되어야함은 물론이다.

일반적으로 LED 램프의 구동회로는 정전압원 특성보다는 정전류원 특성을 갖는 것이 바람직하다고 할 수 있는데, 그 이유는 기본적으로 LED의 내부양자효율(internal quantum efficiency)이 일정하다고 가정할 경우 LED로부터 방출된 광자의 양은 공급되는 전류에 비례하기 때문이라고 할 수 있다. 구동회로를 정전류원 대신에 정전압원 특성을 갖도록 구성할 경우, 적지 않은 문제점이 야기된다고 할 수 있는데, 그림1에 도식적으로 보인 바와 같은 일반적인 LED 램프의 전압-전류 특성으로 설명할 수 있다. 일반적으로 p-n junction의 경우 turn-on 전압  $V_f$ 는 온도상승에 따라 대강  $dV_f/dT = -0.2mV/K$ 의 비율로 감소하는 특성을 보여주고 있다.<sup>[3]</sup> 즉 구동전압을 일정한 전압  $V_o$ 로 맞춘

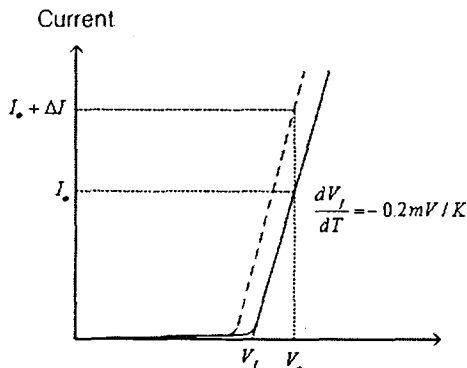


그림1. 일반적인 p-n junction의 전압-전류

정전압원 회로의 경우, junction 온도가 변하게 되면 turn-on 전압이 변하게 되고 그에 상응하여 구동전류가 큰 비율로 확대되어 변하게 된다. 이 경우, 앞에서 이미 설명되었듯이 LED의 경우 발생된 광자의 수는 구동전류에 비례한다고 할 수 있기 때문에, 궁극적으로 LED 램프의 밝기가 동작온도에 따라 심각하게 변하는 문제로 귀결된다고 할 수 있다. 이에 비하여 구동회로를 온도의 변화에 무관하게 정전류원 특성을 갖도록 설계할 경우 동작온도의 변화에 따른 LED 램프의 밝기가 심각하게 변화하는 것을 막을 수 있게 된다. 이와 같은 이유에서 대부분의 LED 램프의 구동 회로는 기본적으로 정전류원 특성을 갖도록 제어하는 것이 필수적이라고 할 수 있다.

### III. 정전류 & PWM 응용 제어

그림2는 본 논문으로부터 제안된 개선된 LED 램프용 구동회로의 한 예를 보여주고 있다. 본 구동회로의 중요한 특징은 PWM(pulse width modulation) 기능을 추가적으로 포함하고 있다는 것이라고 할 수 있다. 일반적으로 LED램프의 밝기를 감소시키기 위한 가장 손쉬운 방법은 정전류원의 구동전류를 감소시키는 것이라고 할 수 있는데, 이 경우 예상되는 문제점은 구동전류가 감소함에 따라 LED 램프를 구성하는 다수의 LED사이에 밝기의 편차가 매우 심각해질 수 있다는 점이라고 할 수 있다. 좀더 구체적으로는 램프를 구성하는 다수의 LED 사이의 turn-on 전압의 차이가 나는 경우, 상대적으로 큰 turn-on 전압을 갖는 LED에는 훨씬 적은 전류가 공급되게 되어 그 LED의 밝기는 현저히 감소하게 된다. 이에 비하여 PWM 기능을 갖는 정전류원의 경우에는, 구동전류의 peak 값을 모든 LED에 turn-on 전압 이상의 전압이 인가될 수 있도록 충분히 큰 값으로 고정하고 단지 pulse의 폭만을 가감하는 방법으로 램프의 밝기를 조절하게 됨에 따라 보통의 정전류원에서 예상되는 문제점을 크게 완화시킬 수 있게 된다. 그림2의 PWM 정전류 구동회로는 정전류제어 기능을 갖는 기본회로<sup>[2]</sup>에 pulse generator 와 switching 용 FET 소자가 결합되어 있는 형태로 이루어졌다고 할 수 있다. 회로가 비교적 간단하며 저가의 소자로 이루어져 있다는 장점을 갖고 있다고 할 수 있다.

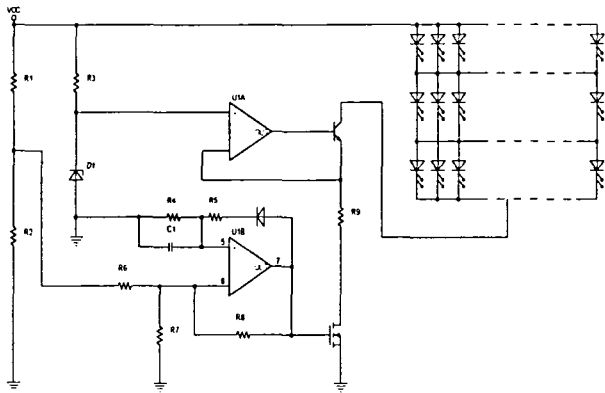


그림2. 개선된 정전류 PWM lamp 제어 회로

### IV. 실험 결과

그림3의 단순형 정전류 제어회로 경우에 대한 인가된 전원전압에 따른 구동전류의 변화를 보여주고 있는데, 차량의 축전지의 동작전압의 범위 내에서 구동전류가 일정한 값을 갖고 있음을 보여 주고 있다. 이에 비하여 그림3의 PWM 정전류제어의 경우 100 Hz, duty 50%로 구동한 경우의 램프에 공급되는 total 전류의 RMS 값의 전원전압에 대한 변화는 대강 단순형 정전류 제어의 경우에 비하여 peak 전류값이 약 50%로 줄어들었음을 알 수 있다. 특기할 점은 PWM 정전류제어의 경우 램프의 전체적인 밝기는 절반정도로 줄어들었지만 램프를 구성하는 각 LED 간의 밝기 차이는 거의 나타나지 않음을 확인할 수 있었다.

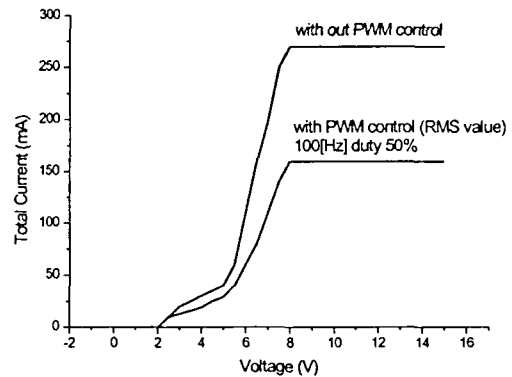


그림3. 구동회로에 따른 RMS 전류비교

### V. 결론

본 논문에서는 기존 LED signal lamp 구동회로의 문제점을 수정, 보완, 개선함으로써 비교적 큰 범위의 단자전압(9 ~ 15V)과 혹한(-20°C)에서 혹서(80°C)까지의 매우 넓은 구동회로의 동작온도조건에 일정한 광량을 유지할 수 있도록 회로를 구현하였으며, 저가의 소자를 이용한 간소화된 펄스폭 변조 응용 회로를 적용하여 효율적인 광량제어를 할 수 있었다.

### 참고문헌

- [1] CLIFFORD R. POLLOCK, OPTOELECTRONICS, IRWIN, 1995.
- [2] BEN G. STREETMAN, SOLID STATE ELECTRONIC DEVICES, 1995.
- [3] LUMILEDS, ELECTRICAL DESIGN CONSIDERATIONS FOR SUPER FLUX LED'S, APPLICATION NOTE1149-3.
- [4] SEDRA & SMITH, MICROELECTRONIC CIRCUITS, OXFORD, 1997.
- [5] JASPRIT SINGH, OPTOELECTRONICS, MCGRAW-HILL, 1996.
- [6] SONG JAE LEE, DIFFERENCES IN DESIGN CONSIDERATION BETWEEN InGaN AND CONVENTIONAL HIGH BRIGHTNESS LIGHT EMITTING DIODES, JOURNAL OF OPTICAL SOCIETY OF KOREA, VOL. 2, NO. 1, MARCH 1998.