

전압 변동분 보상이 가능한 새로운 LED 구동드라이브 설계

양희원, 이상훈*, 박성준
전남대학교, 한국승강기대학*

Design of New LED Operation Drive Using Compensating Circuit for Transformed Voltage

Hee Won Yang, Sang Hun Lee, Sung* Jun Park
Chonnam University, Korea Lift College*

ABSTRACT

현재의 고효율 LED (Light Emitting Diode)는 긴 수명시간, 적은 유지보수 비용, 그리고 고효율의 특징으로 차세대 조명 소자로 각광받고 있다. 본 논문에서는 Two-stage LED 구동 회로에서 온도 변화에 따른 정전류 제어가 가능한 LED 구동 드라이브의 효율을 개선하기 위해 입력 전압을 기본 전압으로 하고 LED 출력전류를 통한 전압 변동분만을 전력변환하여 보상할 수 있는 LED 구동 드라이브 회로를 연구하였다. 제안된 비절연 전압 변동분 보상회로는 기존 DC/DC 컨버터를 이용한 LED 구동 드라이브에 비해 효율이 개선되었음을 실험을 통해 알 수 있었다.

1. 서론

발광다이오드(LED)가 IT(정보기술)와 GT(녹색기술) 산업으로 각광받으면서 세계시장이 급속히 확산되고 있다. LED가 에너지를 절감하고 탄소 배출을 획기적으로 줄이는 친환경 소재로 알려지고 있기 때문이다. 이 같은 LED산업의 확산은 일반 소비자와 밀접한 조명시장에서 성장이 가장 두드러진다. 본 논문에서는 25[W] 이상의 LED 조명기구에서 사용하는 Two-stage LED 구동회로의 단점인 효율저하의 단점을 보완하기 위해 정전류 제어에 필요한 Driver 회로에 대해 기존에 사용하고 있는 회로와는 다른 새로운 형태의 회로를 제안하고자 한다. 기존의 Driver의 경우 LED 조명기에 필요한 전력전체를 전력변환 함으로서 전력 손실이 크다. 이에 반해 제안된 Driver의 경우 1차측 전력의 대부분을 제어 없이 2차측으로 변성하고 온도 및 기타 주변영향에 의해 발생하는 전압 변동분만을 제어함으로써 전력변환 손실을 줄일 수 있다.^[1]

2. 본론

2.1 기존의 LED 구동을 위한 직렬저항 삽입

그림 1은 조명용 LED 광원에서 온도에 따른 병렬회로의 전류편차를 줄이기 위해 병렬회로에 직렬저항을 삽입한 회로이다. LED에 정전압을 인가할 경우 온도가 증가할 때 전류가 증가하게 된다. 온도에 따른 전류 변화를 보상하기 위해서 그림 1과 같이 LED에 직렬저항을 삽입하여 온도에 따른 전류변동을 저감하게 하는 구조가 일반적이다. 이때 정격전류는 식

(1)과 같이 정의된다.

$$I_{rate} = \frac{V_{dc} - V_{max}}{R} \quad (1)$$

온도 변화에 따른 정격전류를 형성하기 위한 전압변동은 LED 특성에 의해 결정된다. 전류변동은 식 (2)와 같다. 전류변동을 작게 하기 위해서는 저항을 키워야 하나 이로 인한 저항손실이 증가하는 단점을 가진다.

$$\Delta I = \frac{\Delta V}{R} \quad (2)$$

온도에 따라 LED에 전압 변동율이 있는 경우 전류는 식 (3)과 같다.

$$I = \frac{V_{dc} - (V_{max} + \Delta V)}{R} \quad (3)$$

(LED 전압 변동에 따른 전류)

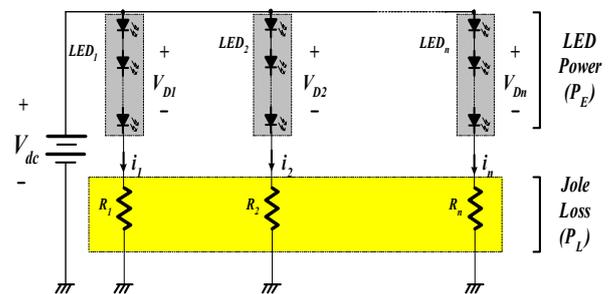


그림 1 직렬저항 삽입에 의한 LED 구동
Fig. 1 LED drive using series register

2.2 전압 변동분 보상회로를 이용한 LED 구동 회로

본 논문에서는 온도에 따른 전압 변동분을 보상하기 위해 전압 변동분만을 제어하여 전력 변환효율을 높일 수 있는 DC/DC 컨버터를 제안하고 한다 LED 병렬회로에 온도변화와

관계없이 LED에 정전류를 흘리기 위해서는 최소전압과 최대 전압 사이의 전압을 가변 해야 하며, 가변전압의 범위가 매우 좁은 값이 되어야 한다. 기존의 제어기는 높은 전압을 가변 하여 LED에 정전류를 제어하게 된다. 이런 경우 변환되는 전압의 폭이 크게 되므로 전력변환기의 효율이 저하된다. 제안된 회로는 LED의 최소전압은 정전압회로로 구성하고, LED변동분만을 제어하는 DC/DC컨버터를 사용함으로써 LED의 최소전압 구동 드라이브의 효율을 극대화할 수 있다. 그림 2는 온도에 따른 전압 변동률 보상을 위한 비절연 전압 변동 보상회로를 나타낸다. 제안된 비 절연 전압변동 회로는 기존의 Flyback 컨버터의 회로에서 2차측 회로의 접지부분을 1차측 입력단과 단락 시키고 LED 출력전류를 피드백 하여 정전류 제어를 해 줌으로서 입력 전압을 기본 전압으로 온도변화에 따른 LED 병렬회로의 전압 변동분에 대한 2차 권선의 유기전압을 더해 줌으로서 보상이 가능하다.

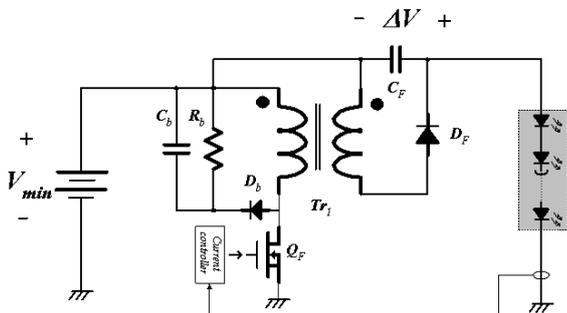


그림 2 비 절연 전압 보상회로
Fig. 2 Non-isolated voltage compensation circuit

3. 시뮬레이션 및 실험

제안된 전압 변동분만을 전력변환 할 수 있는 LED 구동회로에 대한 타당성을 검증하기 위하여 PSIM을 이용하여 시뮬레이션을 하였다. 그림 3은 제안된 전압 변동분 보상회로를 나타내며 그림 4는 제안된 회로의 입력전압, 출력전압, 콘덴서에 충전되는 충전전압에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸다.

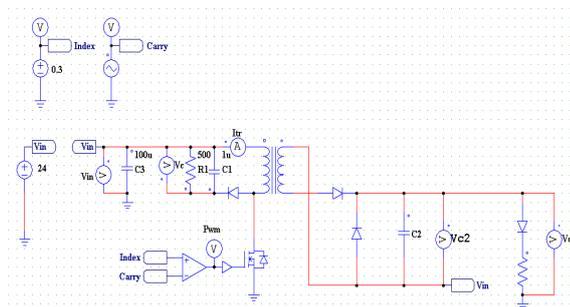


그림 3 비 절연 전압 보상회로 시뮬레이션
Fig. 3 Non-isolated voltage compensation circuit simulation

제안된 전압 변동분만을 전력변환 할 수 있는 LED 구동회로에 대한 타당성을 검증하기 위하여 LED Power System을 구성하였다. LED Power System은 크게 AC/DC 컨버터 부와 제안된 비절연 전압 보상 회로로 구성되어 있다. 비절연 전압 보상 회로는 기존의 Flyback 컨버터를 기본으로 1차측 입력단자와 2차측 접지측을 단락시켜 구성하였다

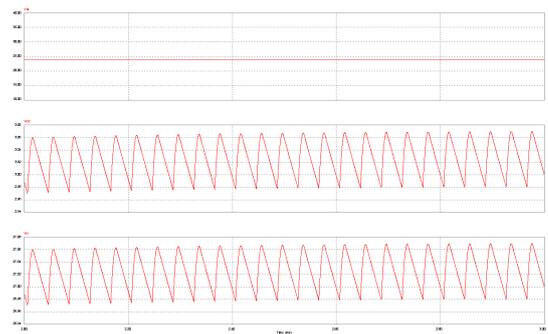


그림 4 비 절연 전압 보상회로 시뮬레이션
Fig. 4 Non-isolated voltage compensation circuit simulation

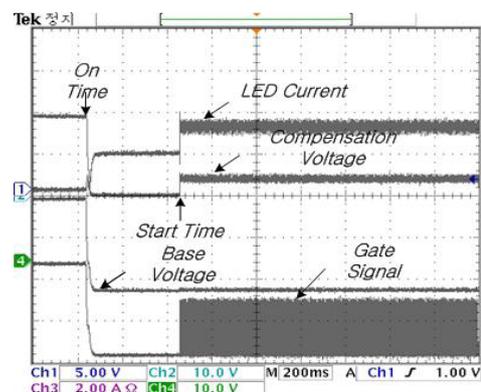


그림 5 제안된 회로의 기준전압, 보상전압, 출력 LED 전류
Fig. 5. Base voltage, Compensation voltage, Gate signal of Proposed circuit.

그림 5는 출력 LED 전류와 그에 따른 기준전압 및 보상전압 그리고 게이트 신호를 나타낸다. 그림 5에서 알 수 있듯이 초기 전원 투입 되고 400mS 후 출력이 정상상태에 도달 한다. 기준전압은 22V를 나타내고 있으며 전압 변동분에 의한 전압 보상은 2~3V 정도에서 제어되고 있음을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 이러한 Two-stage LED Power System의 단점을 개선할 수 있도록 온도 변화에 따른 정전류 보상을 하는 LED 구동 드라이브를 온도 변화에 대한 전압 변동분만을 전력변환 할 수 있는 회로로 구성하였다. 제안된 비절연 전압 변동분 보상회로는 입력 전압을 기본 전압으로 하고 LED 출력전류를 통한 전압 변동분만을 전력변환하여 보상해 줌으로서 기존의 Boost 방식에 비해 전력 변환 손실을 최소화 할 수 있다.

참고 문헌

- [1] 굿모닝신한증권(주) “LED 조명” 시장동향서, 2009
- [2] ‘LED 조명기술의 최신동향[하]’, 월간 전기기술, 2006
- [3] 박규민의 3명, “전압 스트레스 저감을 위한 새로운 조명용 LED 조명회로”, 전력전자학회, 전력전자학회논문지 제14권 제3호 2009, 6, pp.243-250