벅 컨버터를 이용한 LED 전류제어기 개발

이용재, 김진배, 김춘성, 임상길, 박성준, 임영철
전남대학교

LED Current controller development Using Buck Converter

Yong-Jae Lee, Jin-Bae Kim, Chun-Sung Kim, Sang-Kil Lim, Sung-Jun Park, Young-Cheol Lim
Chonnam National University

ABSTRACT

조명용 LED 시스템은 크게 LED 광원과 이 광원을 구동하기 위한 Power부로 구성되며 LED를 이용한 조명용 광원을 구성할 경우 LED 자체가 점광원이므로 면광원 구성을 위해서는 많은 수의 LED Array 구성이 필요하다. LED Array 구성에 있어 직 병렬 구성 및 조합은 직류 공급 장치의 출력 사양을 결정하는 중요한 요인이 된다. 본 논문에서는 온도 변화에 따른 전류변동을 보상하기 위한 DC/DC 컨버터 구조를 제안한다. 컨버터의 Base 입력전압 최대치는 온도변화에 대한 전류변동의 최저치가 되며, 온도변화에 따른 전압 조정을 위한 컨버터는 0~6[V]만을 제어함으로서 낮은 전압으로 전류를 제어하고, 결과적으로 효율을 증대할 수 있을 거라 예상된다.

1. 서 론

최근 LED는 휘도 및 발광 효율이 크게 개선되면서 다양한 분야에 적용되고, 다양한 파장의 LED를 이용하여 색 온도제어 등 다양한 종류의 조명기구에 적용이 가능하며 높은 수준의 조명 디자인이 가능하다. 또한, 녹색성장산업으로 각광받으면서 세계시장에서 급속히 확산되고 있으며 LED는 기존 광원에 비하여 낮은 전력 소모량과 긴 수명, 작은 크기 등의 장점으로 큰 성장을 가져올 것이라는 전망도 있다. 이 같은 LED산업의 확산은 일반소비자와 산업분야 등에 쓰이는 조명시장에서 성장이 두드러질 것으로 예상이 된다. 하지만 LED는 반도체 소자로서 장시간 구동 시에 생기는 발열과 전류증가 등에 의해 제품의 수명과 손실을 야기 시킨다.

본 논문에서는 LED의 입력전압에 있어 전압변동분을 고려하고 일정 베이스전압에 변동분만을 고려한 벅컨버터의 회로를 추가하여 스위칭시 발생되는 손실을 줄이는 구조를 취하였다. 또한 부하측에 흐르는 전류를 검출하고 피드백하는 LED 정전류 제어시스템을 제안하고 있다.

2. 본 론

2.1 기존의 LED 구동 드라이브

그림 1은 LED 광원에서 온도에 따른 병렬회로의 전류편차를 줄이기 위해 병렬회로에 직렬 저항을 삽입한 회로이다.

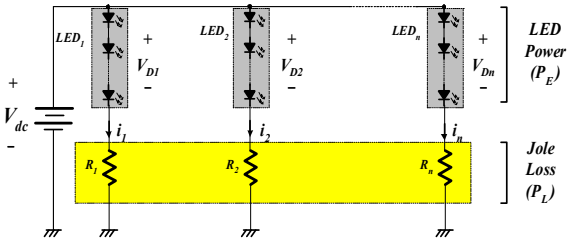


그림 1. 직렬저항 삽입에 의한 LED 구동
Fig. 1 LED drive using series register

LED에 전압을 인가할 경우 온도가 증가할 때 전류가 증가하게 된다. 온도에 따른 전류 변화를 보상하기 위해 그림 1과 같이 직렬저항을 삽입하여 온도에 따른 전류변동을 저감하게 하는 구조가 일반적이다.

LED에 전력을 공급할 경우 공급된 전력은 크게 발광을 위한 전력과 정전류 유지를 위한 전력손실로 구별할 수 있다. 식 (1), (2)는 발광을 위한 전력과 전류안정화를 위한 전력손실을 나타내며 식 (3)은 LED전력 이용률을 나타낸다. 직렬저항을 크게 할 경우 온도에 따른 전류변동은 적으나 LED전력 이용율이 낮아지는 단점이 있다.

$$P_E = \sum_{k=1}^{n} V_{Dk} \; i_k \tag{1}$$

(발광을 위한 전력)

$$P_L = \sum_{k=1}^{n} R_k \; i_k^2 \tag{2}$$

(전류안정화를 위한 전력손실)

$$U_L = \frac{P_E}{P_E + P_L} = \frac{\sum_{k=1}^{n} V_{Dk} \; i_k}{\sum_{k=1}^{n} V_{Dk} \; i_k + \sum_{k=1}^{n} R_k \; i_k^2} \tag{3}$$

(LED전력 이용률)

온도에 따라 LED에 전압 변동율이 있는 경우 전류는 식 (4)와 같다.

$$I = \frac{V_{dc} - (V_{\max} + \Delta V)}{R} \quad (4)$$

(LED 전압 변동에 따른 전류)

2.2 제안한 정 전류 LED 구동 드라이브

본 논문에서는 기존의 LED구동에 있어 직렬저항을 삽입하여 전류변동을 줄이는 방법이 아닌 전류변동에 대처하여 전압을 가변하는 방식을 택하였다. 제안하는 회로는 그림 2와 같다.

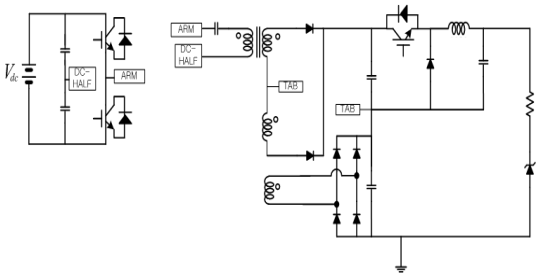
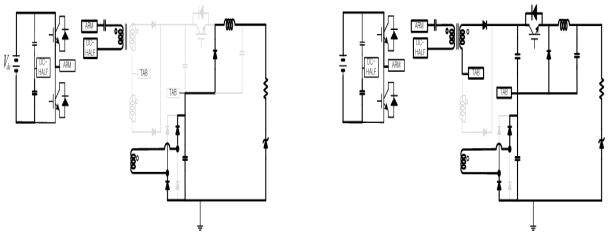


그림 2. 제안한 LED 드라이버 회로
Fig. 2 LED driver circuit

LED를 제어함에 있어서 온도특성은 시스템에 많은 영향을 끼친다. 온도가 상승함에 따라 LED의 내부 저항값은 감소하며 결과적으로 전류의 증가를 초래한다. 이러한 이유로 LED에 정전류의 제어가 필요하게 되며, 시스템 설계시 손실분을 최소화하는 구조를 필요로 한다. 제안하는 구조는 부하에 공급하는 전력으로 브릿지 다이오드를 지나는 베이스전압과 벅 컨버터에서 공급하는 가변전압의 합으로 표현된다. 스위칭 시 발생할 수 있는 손실을 줄이기 위해 베이스 전원은 22[V]를 유지한 상태에서 온도특성에 의한 가변범위인 6[V]의 전압을 벅컨버터의 입력전압으로 하여 제어를 한다.

제안된 시스템의 모드는 다음과 같다.



(a) mode 1 (b) mode 2

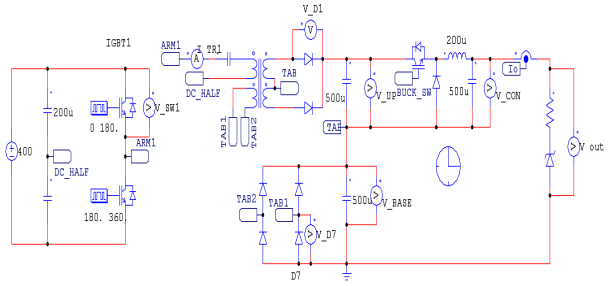
그림 3. 모드동작
Fig 3. mode operation

mode 1 : 벅 컨버터 스위칭 off시 일 때의 동작상태이다. 벅 컨버터의 스위치가 오프된 상태로 하프브리지 입력은 변압기의 턴수비에 비례하여 부하에 전달되며 이때의 전압은 시스템의 베이스전압이 된다.

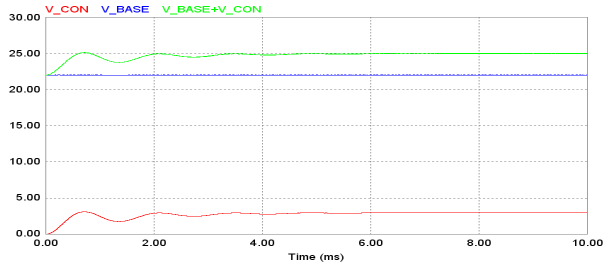
mode 2 : 벅컨버터 스위칭 ON/OFF시 일 때의 동작상태이다. 기존의 베이스 전압에 벅컨버터의 스위칭에 의한 전압이 추가되는 형태로 부하에서 공급받는 전압은 베이스 전압과 벅 컨버터의 출력전압이 합쳐진 전압이 인가되게 된다. 출력의 전압을 조정함으로서 출력단의 전류를 제어할 수 있는 구간이다.

결과적으로 벅 컨버터의 스위칭 변화에 따라 출력전류는 가변이 가능하며 이로 인해 정전류의 제어도 가능해진다.

3. 시뮬레이션



(a) 회로도



(b) 결과파형

그림 4. 회로도 및 결과파형
Fig 4. circuit and result waveform

그림 4의 (a)는 전체 회로도이며 (b)의 결과파형은 베이스전압과 벅 컨버터 스위칭의 전압의 상태를 나타내었다.

4. 결 론

LED는 반도체 소자이기에 온도영향에 민감하며 온도가 높아질수록 전류량이 증가하는 특성 때문에 정전류 제어가 필수적이다. 따라서, 본 논문에서 제안한 방식을 이용하여 부하단의 출력전류를 일정하게 제어함으로써 부하단의 손실과 수명연장등의 효과를 얻을 수 있는 장점을 지닌다. 추후 LED드라이버를 병렬로 연결함으로써 좀 더 효율적인 제어방식을 가져올 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

참 고 문 헌

[1] 박규민외 3명, "전압 스트레스 저감을 위한 새로운 조명용 LED 조명회로", 전력전자학회, 전력전자학회논문지, 제14권 제3호 pp.243 250, 2009, 6

[2] 김응석 외 1명 "파워 LED 구동을 위한 정전류 제어기 설계", 대한전기학회, 전기학회논문지, 제59권 3호 2010.3,page(s) 555 561