

저가 LED 모듈 일체형 구동 드라이브에 관한 연구

위한별, 박민영, 송광석, 박성준
전남대학교

Research for low price LED module integral operation drive

Han-Byul wi, Min Young Park, Kwang Suk Song, Sung-Jun Park
Chonnam National University

ABSTRACT

최근 LED의 빠른 성장과 새로운 개발이 이루어지면서 이를 이용한 응용제품의 개발과 기존 조명을 대체하려는 연구가 활발히 진행 되고 있다. 기존의 LED PCB Ass'y와 구동드라이브는 분리형으로 Size 및 소자의 개수가 많아 cost 및 신뢰성 부분에 제약이 따른다. 이에 대한 보완점을 찾기 위하여 본 연구에서는 새로운 LED 구동 드라이브를 제안하였다. 회로의 부하를 LED Module로 구성하여 피크 전류를 완화하여 LED 동작 및 전류제어가 가능 하고, 부하에 저항만 있을 때의 전압, 전류의 출력파형이 플리커 현상을 보이는 부분이 사인파로 조정된 모습을 확인 할 수 있다. 본 연구에서는 기존 LED 드라이브의 많은 제약적인 부분을 보완하기 위해 출력되는 전압, 전류의 파형이 부하에 따라 변화하는 모습을 시뮬레이션을 통해 검증하였다.

1. 서 론

최근 LED조명 기술은 녹색기술의 중요 기술 중에 하나이며 주요 차세대 성장 동력 산업으로 널리 인식되고 있다. 그리고 정부에서도 보급이 용이하도록 많은 지원 제도가 있으며 표준화에 대해서도 다른 어느 국가보다도 적극적으로 추진하고 있다. 또한, LED는 빠른 성장과 새로운 개발이 이루어지면서 이를 이용한 응용 제품의 개발과 기존 조명을 대체하려는 연구가 활발히 진행 되고 있다. 허나, 기존의 LED PCB Ass'y는 IC 소자의 개수가 많아 사이즈와 Cost 및 신뢰성 부분에 제약이 따른다. 본 논문에서는 이를 개선하고자 LED 모듈을 이용하여 소프트스위칭이 가능한 BUCK 컨버터 회로를 구성하였다. BUCK 컨버터의 L과 LED모듈의 C을 이용하여 ZCS(Zero Current Switching), ZVS(Zero Voltage Switching)을 구현하였다. 소프트스위칭으로 스위칭손실을 저감하는 저가형 LED모듈 일체형 구동 드라이브를 제안하였다.

2. 본 론

2.1 기존의 BUCK 회로

그림 1은 Buck 컨버터 (DC DC 컨버터)회로이다. 기존의 Buck 컨버터는 스위치, 다이오드, L의 순서로 회로를 이루고

있다. Buck 컨버터는 출력전압이 입력전압 보다 낮게 나타난다.

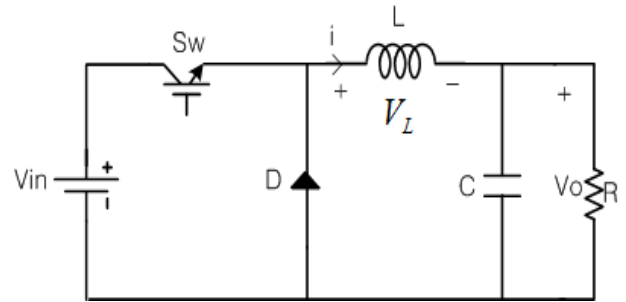


그림 1. Buck 컨버터 (DC-DC 컨버터)
Fig. 1 Buck Converter (DC-DC Converter)

정상상태에서의 입출력 특성은 Volt · set평형 조건에 의해서 식 (1)과 같이 나타내어진다.

$$V_O = D \cdot V_i \quad (1)$$

이 식에서 시비율 (Duty ratio) 는 1.0보다 작은 값이므로 출력 전압은 항상 입력 전압보다 낮은 범위에서 나타나게 된다.

2.1 L-C 공진

광범위하게 공진의 의미를 정의하자면 주파수 선택적 특성을 가지는 현상을 의미한다. 일반적으로 공진은 공진 주파수에 대해서만 일어난다. 이 공진 주파수는 다음의 공진 조건으로부터 구할 수 있다.

$$X_L = X_C \quad (2)$$

L과 C에 대해 리액턴스 공식을 대입 하면,

$$2\pi f_r L = \frac{1}{2\pi f_r C} \quad (3)$$

이 식을 f_L 에 대해 풀면,

$$f_r^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC} \quad (4)$$

공진 주파수는 다음과 같다.

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (5)$$

소프트 스위칭을 이루기 위해서는 일반적으로 식 (5)의 공진주파수보다 낮은 주파수의 스위칭이 요구되고, 이때 L_r 에 흐르는 전류는 불연속이 되므로 ZCS가 가능해진다.

2.2 제안한 LED 모듈 구동 드라이버

본 논문에서는 기존의 Buck 회로에 부하부를 LED 모듈로 구성 하므로써, 기존 Buck 회로의 L과 LED Module의 C가 공진이 된다. 이때의 LC 공진으로 소프트스위칭이 된다. 소프트스위칭으로 인해 스위칭 손실이 저감된다. 실험에 인가되는 전원전압 V_{dc} 는 75V 이고, 스위칭 주파수는 10kHz로 설정하였다.

제안하는 회로는 그림 2와 같다.

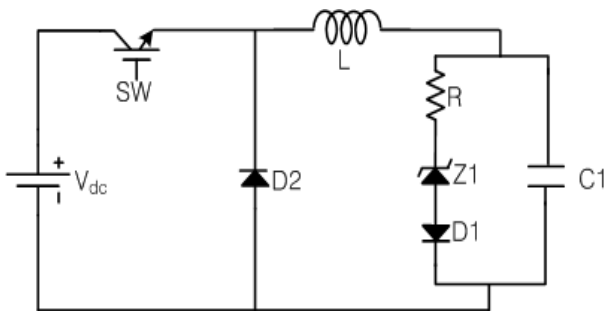


그림 2. 제안한 LED 모듈 드라이버 회로
Fig. 2 LED driver circuit

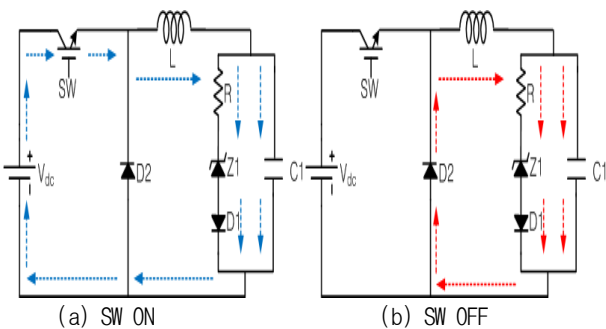
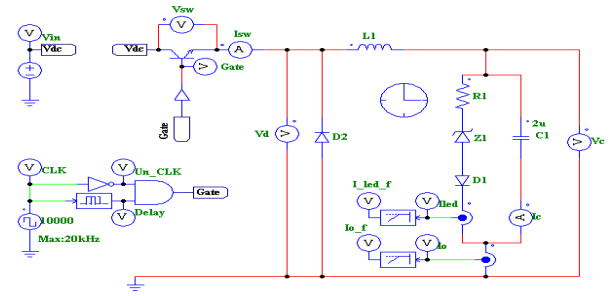


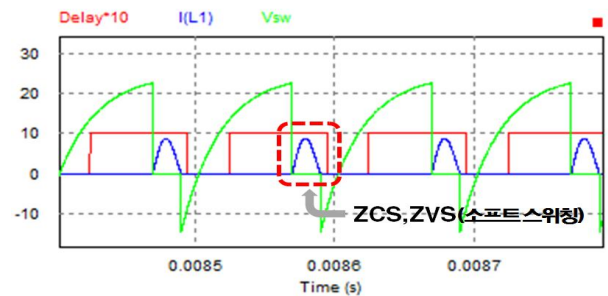
그림 3. 동작회로
Fig 3. Operating Circuit

그림 3은 LED 모듈 드라이버 회로의 ON, OFF 상태일 때의 흐름을 나타내는 회로이다. 그림 3에서 스위치를 ON하였을 때는 소프트 스위칭으로 전체적으로 흐름을 이어가는 반면, OFF 하였을 때는 L과 C에 충전된 값을 가지고 D2를 거쳐 부하부에서만 흐르는 모습을 확인할 수 있었다.

3. 시뮬레이션 및 결과



(a) 시뮬레이션 회로도



(b) 결과파형

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

그림 4의 (a)는 시뮬레이션 회로로 이며 (b)의 결과파형은 L에 인가된 전류와 Gate전압과 벽 컨버터 스위칭 전압의 상태를 나타내었다. LC공진으로 인해서 ZCS와 ZVS가 되는 것을 확인할 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 소프트 스위칭이 가능한 Buck 컨버터를 제안하였다. LED Module의 C와 Buck 회로의 L의 결합으로 야기된 LC공진회로와 스위칭주파수의 결합으로 스위칭 손실이 저감되는 것을 시뮬레이션을 통하여 검증하였다. 제안한 Buck 컨버터는 소프트 스위칭을 통하여 스위칭 손실을 저감하여 고효율 전력시스템을 구현할 수 있게 하였다. 추후 LED드라이버를 일체형으로 사용 하므로써 cost와 신뢰성 부분 또한 개선할 수 있고, 저가형으로 사용할 수 있을 것이라 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 박규민의 3명, "전압 스트레스 저감을 위한 새로운 조명용 LED 조명회로", 전력전자학회, 전력전자학회논문지, 제14 권 제3호 pp.243 250, 2009, 6
- [2] 이용재의 5명, "벽 컨버터를 이용한 LED 전류제어기 개발", 전력전자학회, 전력전자학회 2011년도 학술대회 논문집 2011.7, page(s): 427 428