

조명용 LED 구동을 위한 최소원가의 전력변환기

박해영, 정재현, 노의철, 김인동, 김흥근*, 전태원**
부경대학교, 경북대학교*, 울산대학교**

Power Converter for LED Drive with Minimized Cost

H.Y. Park, J.H. Jung, E.C. Nho, I.D. Kim, H.G. Kim*, T.W. Chun**
Pukyong National Univ., Kyungpook National Univ.*, Univ. of Ulsan**

ABSTRACT

본 논문에서는 조명용 LED 구동을 위한 최소원가형 전력변환장치를 제안하였다. 부하측의 전압과 전류 피크값을 낮춤으로써 스위칭 손실을 줄이면서 플리커 현상도 최소화하고, 입력 전압과 전류를 동시에 가깝게 제어를 하여 역률을 최적화 하였다. 전해커패시터를 없앴으로써 장수명화에 기여를 하였고, 필터에 사용되는 소량의 용량은 필름커패시터를 대체하여 부하측 전류의 안정화에 기여하였다. 본 연구의 결과는 LED 구동용 전원장치의 최적화에 기여하여 장수명화 및 비용을 최소화할 것으로 기대된다.

1. 서 론

전 세계적으로 에너지 비용 저감에 대한 필요성과 에너지 생산에 따른 환경 영향 인식의 제고로 인하여 친환경 에너지 저감기술이 집중적으로 개발되고 있다. 특히, 전 세계에서 사용하는 전기에너지의 약 20%가 조명에 사용되고 있고, 기존의 형광등 및 백열등과 같은 저효율 조명을 고효율 LED 조명으로 대체하는 것은 에너지 절감 측면에서 바람직한 현상이다.[1]

에너지 절약의 일환으로 추진되고 있는 조명용 LED의 보급 확산에 따라 다양한 용량의 LED 구동용 전원장치에 대한 수요가 급증하고 있다. 전원장치에 대한 성능은 전력계통 측면과 부하측면에서 검토되는데, 전력계통 측면에서는 역률과 효율이 주요 요소가 되고 부하측면에서는 안정된 전압 또는 전류의 확보가 주요 요소가 된다.

2. LED 조명용 전원장치

2.1 LED 조명용 직류 전원장치

LED 조명 시스템의 경우 일반적으로 AC를 DC로 바꾸어 주는 정류부, DC전원을 원하는 크기로 바꾸어 주는 DC/DC 컨버터 부로 구성된다. DC/DC 컨버터의 경우 PWM 방식을 이용한 전력변환 방식을 주로 사용하며 제어하고자 하는 대상에 따라 정전류 제어 방식의 컨버터와 정전압 방식의 컨버터로 구분된다.

LED 조명 시스템은 입력전압의 변동 및 부하의 변동에 대해서 정전류 제어 및 정전압 제어 모두 부하에 공급하는 전압 또는 전류의 조절이 가능하다. LED 출력인 광속은 전류에 비례하기 때문에 전류가 변화하면 광속이 변하게 된다. 정전압

방식의 경우는 LED의 광속이 온도에 따라 변화할 수 있는 문제가 존재한다.[2]

2.2 제안한 Flyback 컨버터

본 논문에서 사용한 LED 구동용 전력변환장치는 그림 1과 같다. 일반적인 Flyback 컨버터와 다른점은 2차측 전압의 평활을 위해 사용하는 전해커패시터 대신에 필름커패시터를 사용한다는 것이다. 전해커패시터를 사용하지 않음으로써 장수명화를 이룰 수 있다. 또, AC를 DC로 바꾼 후 원하는 크기의 DC 전원을 만들기 위하여 2단구조의 형태의 컨버터가 일반적이지만, 제안한 방식은 1단 구조이므로 사용하는 소자의 수가 적다. 이는 전원장치의 부피를 줄일 수 있을 뿐 아니라 가격적인 면에서도 이점을 가져올 수 있다.

제안한 방식의 Flyback 컨버터는 1차측과 2차측이 트랜스포머를 통하여 절연이 되어 있고, 2차측에는 기본적인 다이오드와 아주 작은 용량의 필름커패시터와 인덕터를 사용하게 된다.

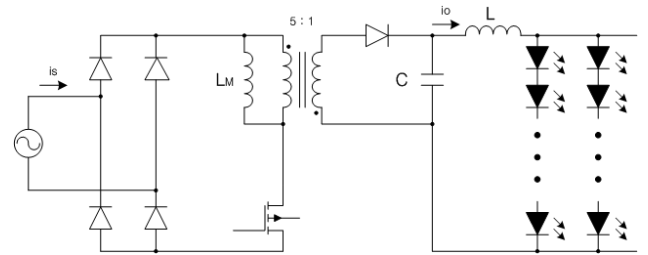


그림 1 제안한 Flyback 컨버터

Fig. 1 Proposed Flyback converter

2.3 시뮬레이션

스위칭 주파수는 50k[Hz], 입력단 전압은 220[Vrms]로 하였다. $L=10[\mu\text{H}]$, $C=5[\mu\text{F}]$, 트랜스포머 권선비는 5:1, 부하는 150[W]로 동작한다.

그림 2는 일반적인 Flyback 컨버터의 전압과 전류 파형을 나타낸다. 전압과 전류가 동상이 되게 스위칭을 하기 때문에 역률은 0.99 이상으로 아주 우수하지만, 1차측에서 입력단 60[Hz]를 정류하므로 2차측에서는 120[Hz]의 리플성분이 나타난다는 문제점이 있다. LED 부하에서는 밝기 조절을 하기 위하여 흐르는 전류의 평균값을 제어하게 되는데, 그림 2와 같이 흐를 경우에는 LED 정격 전류 이상의 값이 주기적으로 인가되므로 LED 자체의 수명에도 영향을 미칠 수 있게 된다.

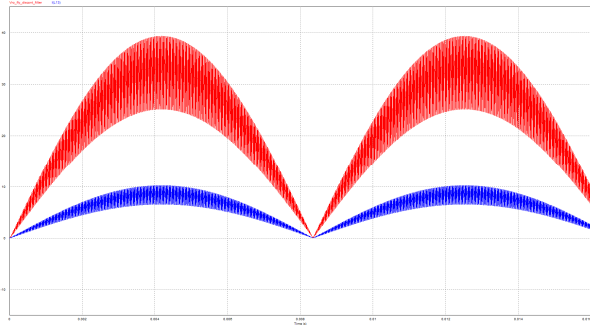


그림 2 일반적인 Flyback 컨버터의 전압, 전류 파형 (PF=0.99)
Fig. 2 Voltage and current Waveform of Flyback converter

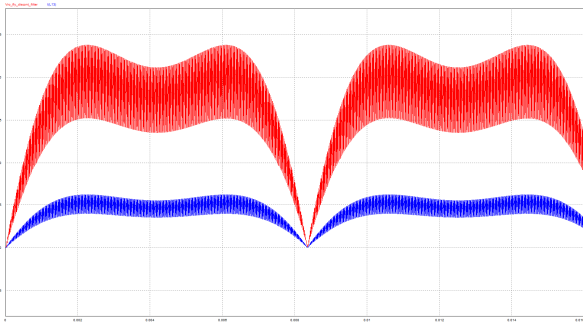


그림 3 Flyback 컨버터의 전압, 전류 파형 (PF=0.88)
Fig. 3 Voltage and current Waveform of Flyback converter

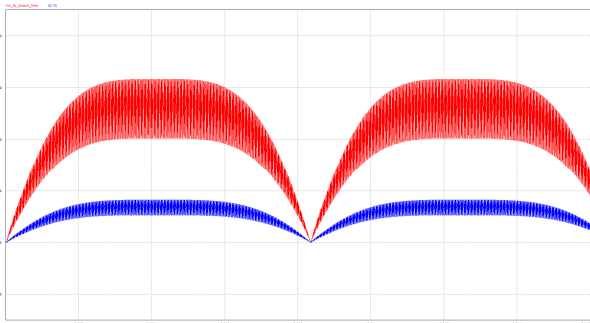


그림 4 Flyback 컨버터의 전압, 전류 파형 (PF=0.96)
Fig. 4 Voltage and current Waveform of Flyback converter

우리나라에서 LED 조명을 제품화하기 위해서는 KS C 76xx 시리즈의 규격을 만족해야 한다. 그 중 KS C 7651은 컨버터 내장형 LED 램프에 관한 것으로 몇 가지 요구사항이 있다.[3] 그중 역률에서 0.9이상의 조건을 만족해야 한다. (단 5W 이하는 0.85 이상) 이 외에도 KS C 7652(컨버터 외장형 LED램프), KS C 7653(매입형 및 고정형 LED 등기구) 등 LED 조명이 가로등이나 아니면 실내에서 형광등 대체용으로 사용하느냐와 같이 사용하는 방법에 따라 나누어져 있지만 LED 조명 제품은 해당 규격을 만족하여야 한다.

LED 조명의 플리커 및 수명 문제를 해결 하기 위해서는 그림 3과 그림 4처럼 전압과 전류의 최대값을 제어하여 그 값이 평균값과 근사하게 평평한 파형으로 만들면 되지만 역률이 나빠지는 단점이 있다. 따라서 위에서 언급하였던 KS 규격을 만족하는 0.85 이나 0.9 이상을 만족하는 범위 내에서 최대한 피

크치를 낮출 필요가 있다. 그림 3은 PF=0.88, 그림 5는 PF=0.96에 해당하는 전압과 전류 파형이다. 그림 5에 역률에 따른 전압과 전류의 최대치를 비교해 놓았다. 최대값이 작아지면 평평한 구형파에 가까워지면서 역률은 낮아지게 된다. 반대로 역률이 0.99, 즉 1에 가까워 질수록 최대값은 크고 정현파에 가까워진다.

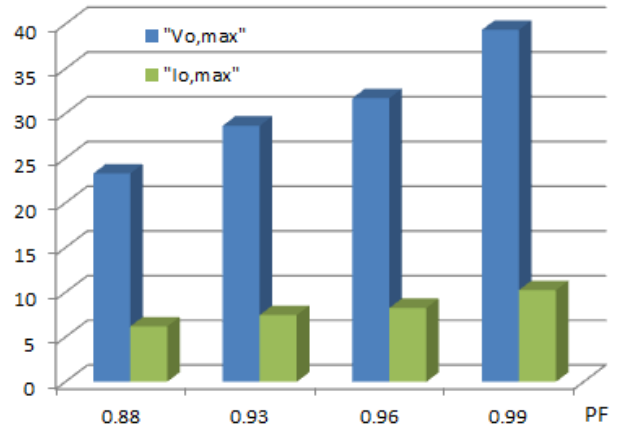


그림 5 역률에 따른 LED 전압, 전류 최대치
Fig. 5 Maximum Voltage and current value of LED with the variation of power factor

제어 방법은 그림 2와 같이 기본파형의 결과를 얻을 때에는 듀티비가 일정한 스위칭을 하였지만, 그림 3과 그림 4와 같은 결과를 얻기 위하여는 최대값에 가까울수록 듀티비는 작아지고 0에 가까울수록 듀티비를 크게 하는 방법으로 하였다.

3. 결론

본 논문에서는 조명용 LED 구동을 위한 전력변환장치의 전해커패시터를 없애고 구조를 최소화하여 그에 따른 특성 분석을 하였다. LED 부하 측의 전압, 전류의 최대값을 제어하였고 규격을 만족하기 위한 역률을 확보하였다. 전해커패시터를 없애므로써 장수명화에 기여를 하였고, 필터에 사용되는 소량의 용량은 필름커패시터를 대체하여 부하측 전류의 안정화에 기여하였다. 본 연구의 결과는 LED 구동용 전원장치의 최적화에 기여하여 장수명화 및 비용을 최소화할 뿐 아니라 평균전류에 가까운 값으로 구동되므로 플리커를 없앨 것으로 기대된다.

본 연구는 지식경제부 산업원천기술개발사업 (과제번호 : 10037416, 해양 LED 융합기술지원 기반구축 및 상용화 기술 개발)으로 지원된 연구임

참고 문헌

- [1] J. Tsao, "Roadmap projects significant LED penetration of lighting market by 2010," Laser Focus World, vol.39, pp.11-14, May 2003.
- [2] 한수빈, 박석인, 정학근, 송유진, 정봉만, "LED driver에서의 정전류 및 정전압 제어의 비교 연구", 전력전자학회 학술대회 논문집 2010. 7, pp. 83-84.
- [3] KS C 7651, 컨버터 내장형 LED램프의 안전 및 성능요구 사항