

# LED 조명용 전원장치의 120Hz 리플성분 저감 기법

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

## 120Hz Ripple component minimization method of LED Drive Power Supply

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

### ABSTRACT

조명용 LED의 보급확산에 따라 LED 구동용 전원장치에 대한 수요가 급증하고 있는데, 심각한 문제 중의 하나는 전원장치의 수명이 LED 수명에 비해 매우 짧다는 것이다. 이 문제를 해결하기 위해 전원장치에 포함되어 있는 전해커패시터를 없애야 한다. 또 다른 문제는 전원장치의 60Hz의 교류전원을 정류하여 회로를 구성해야 하는 특성상 120Hz 리플성분 때문에 플리커가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 전해커패시터를 없앤 조명용 LED 전원장치를 제안하고 120Hz 리플성분에 의한 플리커를 최소화하기 위한 방안도 제시하고자 한다.

### 1. 서론

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 당연하다.[1]

LED 조명은 기존의 백열등이나 형광등과 달리 반도체 특성을 갖고 있으므로 직류전원에서 동작하고 전력 소비가 적고, 수명이 길고, 외부 충격에 강해 내구성이 우수한 장점이 있다. 반면에 전원장치의 수명이 LED 수명에 비해 매우 짧은 문제가 있는데 이를 해결하기 위해 전원장치에 포함되어 있는 전해커패시터를 없애야 한다. 또 다른 문제는 LED를 구동하는 직류 전류에 포함되어 있는 120Hz 리플성분 때문에 플리커가 발생할 수 있다는 것이다.

따라서 전해커패시터를 없앤 전원장치를 개발하여 전원장치의 장수명화에 기여하고 120Hz 리플성분에 의한 플리커 발생도 최소화하고자 한다.

### 2. LED 조명용 전원장치

#### 2.1 LED 조명용 직류 전원장치

LED 조명 시스템의 경우 교류를 직류로 바꾸어 주는 정류부, 바뀐 직류를 원하는 크기로 바꾸어 주는 DC/DC 컨버터부로 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 LED 조명용 전원장치

본 논문에서 사용한 LED 조명용 전원장치는 그림 1과 같다. 일반적인 Flyback 컨버터와 다르게 2차측 전압의 평활을 위해 사용하는 전해커패시터 대신에 필름커패시터를 사용한다. 장수명화를 이루기 위하여 전해커패시터를 사용하지 않고 소용량의 필름커패시터를 사용한 회로를 제안하였다 제안한 전원장치의 동작은 간단한 스위칭으로 우수한 역률과 부하단의 출력을 확보할 수 있지만, 120Hz의 성분이 남아있다는 단점이 있다. 따라서 기존 Flyback 컨버터에 변압기와 스위치를 추가하여 그림 2와 같이 구성하여 120Hz 리플 성분 크기를 감소시킬 수 있는 또 다른 방법을 제시한다.

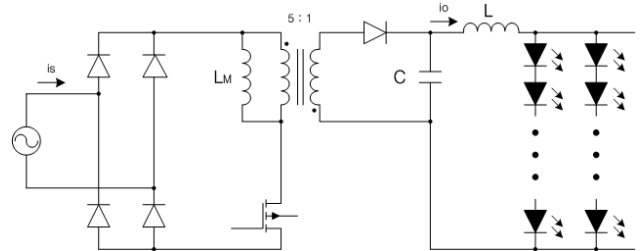


그림 1. 제안한 LED 조명용 전원장치

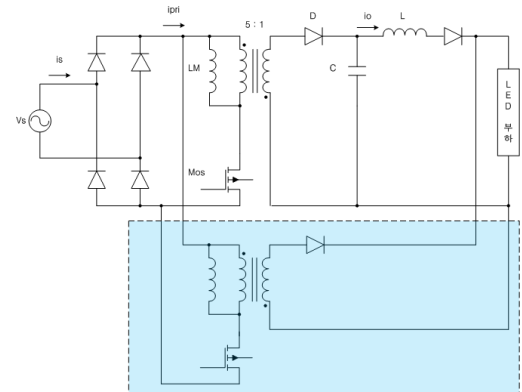


그림 2. 추가회로를 포함한 전원장치

### 2.3 시뮬레이션

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

그림 3은 제안한 전원장치에서 일정한 듀티비를 가지는 제어 방법으로 구동시켰을 때의 전압과 전류 파형을 나타낸다. 역률은 0.99로 아주 우수하지만, 120Hz 전류 성분은 3.7A로 상당히 크게 나타난다는 문제점이 있다. LED 부하에서는 밝기 조절을 위하여 전류의 평균값을 제어하는데, 그림 3과 같이 흐를 경우에는 LED 정격 전류 이상의 값이 주기적으로 인가되므로 LED 자체의 수명에도 영향을 미칠 수 있게 된다.

그림 4는 전압과 전류의 최대값을 제어하여 그 값이 평균값과 근사하게 만든 파형이다. 입력은 정현파와 형태이므로 에너지가 클 때는 변압기에 자화에너지로 저장하는 값을 늘리고 작을 때는 부하측으로 에너지를 많이 넘길 수 있게 스위칭 신호를 제어하였다. 이 때의 역률은 0.96, 120Hz의 전류 성분은 2.4A이다. 간단한 스위칭 동작만으로 역률을 0.9 이상으로 유지하면서 120Hz 리플성분을 크게 줄였다.

그림 5는 구형파에 가깝게 출력하기 위하여 스위칭 신호를 제어하여 나온 파형이다. 역률은 0.85이고 120Hz 전류 성분은 1.67A이다. 120Hz 리플성분은 상당히 감소하였으나 역률이 감소한다는 문제가 있다.

그림 6은 변압기와 스위칭 소자를 추가하였을 경우의 파형이다. 앞선 결과와 차이점은 전류가 0으로 완전히 감소하지 않고 어느 정도 유지한다는 것이다. 최소값으로 떨어지는 구간에서 추가한 변압기와 스위칭을 통해서 보상을 받아서 리플이 줄게 된다. 커패시터의 용량을 크게하면 보상할 수 있는 값이 커지지만, 장수명을 위하여 용량을 작은 필름커패시터를 사용하기 때문에 한계가 있다. 이 때의 역률은 0.9, 120Hz 성분은 2A이다.

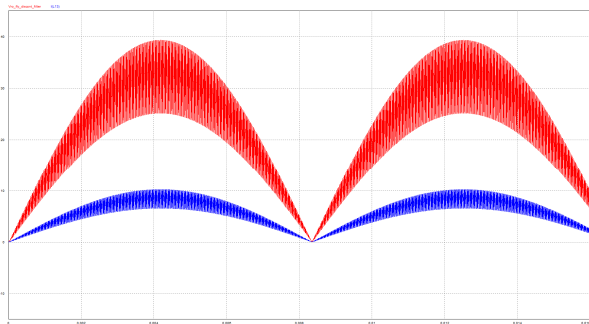


그림 3. 일정한 스위칭 방식의 전압, 전류 파형

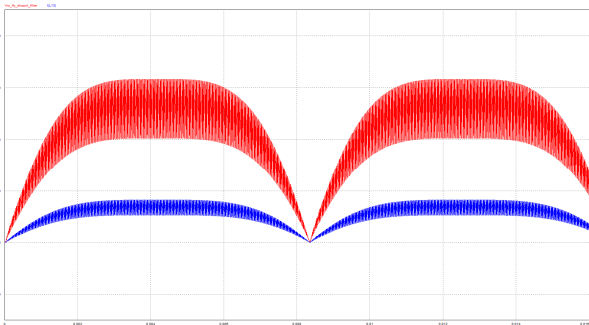


그림 4. 최대값 제어 방식의 전압, 전류 파형

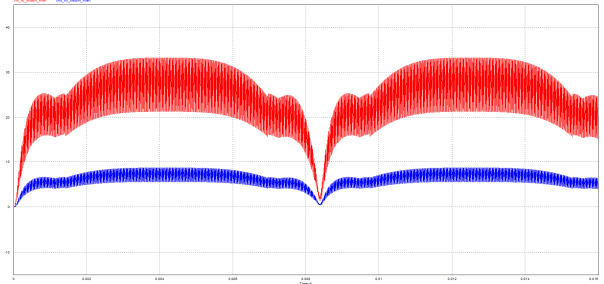


그림 5. 구형파 출력을 위한 스위칭 방식의 전압, 전류 파형

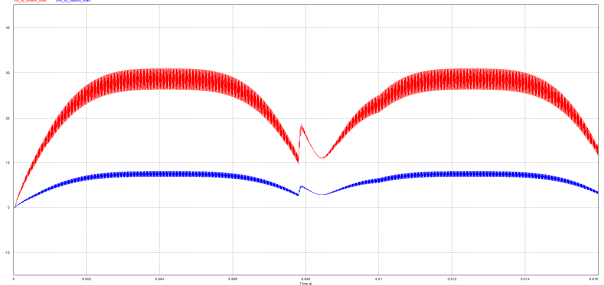


그림 6. 추가회로를 사용한 방식의 전압, 전류 파형

살펴본 결과를 분석해보면 그림 3의 경우는 120Hz 리플성분이 크고 그림 5의 경우는 역률이 나쁘다. 그림 6의 경우는 리플성분이 가장 적고 역률도 우수하지만 추가회로가 필요하여 전원장치의 전체적인 크기가 증가하고 비용이 증가한다는 단점이 있다. 따라서 제안하는 방식의 경우는 그림 4에 해당하며 이 방식은 역률이 0.9 이상으로 우수하고, 추가 회로 없이 기본적인 플라이백 컨버터로 구현가능하고 스위칭 방법도 간단하여 전원장치의 크기를 최소화하여 비용을 줄일 수 있을 뿐 아니라 필름커패시터의 사용으로 장수명 효과를 기대할 수 있다.

### 3. 결론

본 논문에서는 전해커패시터를 없앤 조명용 LED 구동을 위한 전력변환장치를 제안하였고 120Hz 리플성분에 의한 플리커를 최소화 하기 위한 방안도 제시하였다. 제안한 방식으로 전해커패시터를 없애으로써 전원장치의 장수명화를 이룰 수 있고 출력전류에 포함되어 있는 120Hz 리플성분을 감소시켰다. 리플성분을 줄임으로써 플리커가 발생할 수 있는 확률을 상당히 낮출수 있을 뿐만 아니라 추가회로 없이 최소비용으로 구현 가능한 전원장치 개발이 가능할 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.