

가로등에 적합한 고효율 멀티채널 LED 조명 구동장치 설계

송제호^{1*}, 김환용²

¹전북대학교 IT응용시스템공학과, ²원광대학교 전자공학과

The Design of High efficiency multi-channel LED light Driver suitable for Streetlamp

Je-Ho Song^{1*}, Hwan-Yong Kim²

¹Dept. of IT Applied System Engineering, Chonbuk National University

²Dept. of Electronic Engineering, Wonkwang University

요약 LED 조명 구동장치는 150W 이상에서 효율과 발열문제가 있고 W(와트)수가 다른 조명기기를 교체하는데 불편함이 있다. 본 논문에서는 멀티채널 LED 조명 구동장치를 드라이버 연동형 구조의 전원시스템과 멀티채널 구조형태의 드라이버 회로내장형으로 설계하였다. 본 개발품은 전원효율 93% 이상 및 역율 0.98 이상의 자동 제어 컨버터 구조로써 드라이버 연동형 구조의 고효율 LED 조명 구동장치와 자기보상방식의 자기최적화 구조의 드라이버이다. 따라서, 본 논문은 THD 10% 이하와 기존 컨버터 대비 중량이 40% 이상 감소하였다.

Abstract LED light driving device has problems in efficiency and heating at higher than 150W. In addition, there is inconvenience in replacing the lighting device to another when W is not the same as the previous one. In this paper, a multi-channel LED light driver, driver embedded driver circuit in a multi-channel structure with a power system in the driver-interlocking structure was designed. With the auto control converter structure with a power efficiency above 93% and power factor above 0.98, the weight of the high efficiency LED lighting-actuating device in driver-interlocking structure, a driver in self-calibrating self-optimization structure. In this paper, at below 10% THD, the existing converter contrast weight was reduced by 40% or more.

Key Words : Controller, Driver, High-Efficiency, LED, Right

1. 서론

현대 사회는 에너지의 절감을 위하여 기존의 조명기구의 안정기 대신 LED 조명기구로 교체하면서 LED 전용 구동장치(컨버터 또는 드라이버)를 교체하는 작업은 전원 공급선을 절단하고 구동장치의 입력전원에 연결하고 출력부분은 +/- 로 구분된 출력 부분에 LED 단자에 각각 연결하여 주면 된다. 따라서, 100W 이하의 LED 조명 구동장치는 상용화되어 사용하지만 150W 이상 LED 조명 구동장치에서는 효율과 발열 문제로 어려움이 대두되고 조명기구의 W(와트)수가 상이하므로 매우 번거로

운 작업을 하게 되어 하나의 LED 조명 구동장치로 50W ~ 200W에 모두 적용 되도록 하고 고효율 및 고신뢰성을 갖춘 멀티채널(multi-channel 50W~200W) LED 조명 구동장치를 개발하고자 한다[1-3].

이와 같이 150W 이상의 LED 조명 구동장치에 대하여 효율과 발열에 대한 문제점을 해소시키고자 고신뢰도 전력공급 및 발열 감소 기능과 LED 조명기구의 안정적 전원공급기술이 LED 조명의 수명인 50,000시간을 다할 수 있도록 하는데 아주 중요하다. LED 조명 구동장치의 자체발열 온도는 38도를 넘지 않도록 하는 기능의 회로를 구성하여 효율을 높이고 LED 칩의 발열온도를 최대한

"This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology(No. 2012R1A1A2040719)"

*Corresponding Author : Je-Ho Song(Chonbuk National Univ.)

Tel: +82-10-6630-6625 email: songjh@jbnu.ac.kr

Received June 30, 2014

Revised July 9, 2014

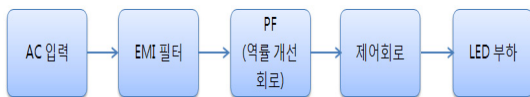
Accepted July 10, 2014

억제하여 전체적인 전력소모를 최소화 한다[4-6]. 원가 절감 및 고효율 LED 조명기구 제조는 기존 LED 조명기구보다도 LUX대비 80%의 전력으로 충분히 같은 광속을 내고 전력의 효율은 93%이상으로 효과를 내도록 변환한다. 콤팩트타입 미니사이즈 구동장치는 기술의 발달로 인한 제품들의 소형화에 힘입어 사이즈가 축소되었고 제품의 간단한 배열을 제어프로그램에서 조절하면 충분히 안정적인 전력공급을 할 수 있어 소형화가 가능하며 현존하는 범용 LED 칩에서 충분한 효과를 볼 수 있다[7-9]. 또한, 외형적인 제품의 슬립화로 기존 구동장치에 비해서 디자인이 우수한 제품이 가능하고 중량에서도 40%이상의 감소로 외형적으로 전체중량 감량을 가져 오며 시공자가 편리함을 느낄 수 있다. EMI 필터는 AC 입력라인에 THD(total harmonic distortion)값을 10%이하로 줄여서 외부의 기기에 노이즈 영향을 최소화하기 위해서 EMI 필터회로를 구성하였고 역율 개선회로는 역율을 0.98%이상으로 개선하여 전기의 품질을 양호한 상태로 유지하게 한다. 제어 회로는 LED를 구동하기 위한 회로로써 LED에 안정된 전압과 일정하게 전류를 흐르게 하기 위해 정전류 회로를 채택하여 LED에 균일한 광량유지와 긴 수명을 유지하게 된다[10,11].

따라서, 본 논문의 멀티채널 LED 조명 구동장치는 드라이버 연동형 구조의 전원시스템과 멀티채널 구조형태의 드라이버 회로내장형 방식으로 설계하였다. 그리고 auto control convertter 구조는 전원효율 93% 이상 및 역율 0.98 이상이 되도록 드라이버 연동형 구조의 고효율 및 고신뢰성 LED 조명 구동장치와 자기보상 방식의 자기최적화 구조로써 THD 10% 이하가 가능하도록 설계하였다[12,13].

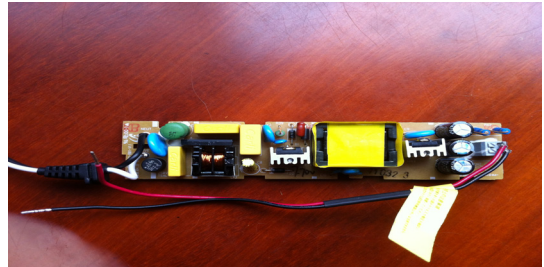
2. 본론

멀티채널 LED 조명 구동장치는 드라이버 연동형 구조의 전원시스템과 LED램프의 채널별 제어에 맞추어 구동할 수 있는 멀티채널 구조형태의 드라이버로 Fig. 1과 같이 구성한다.



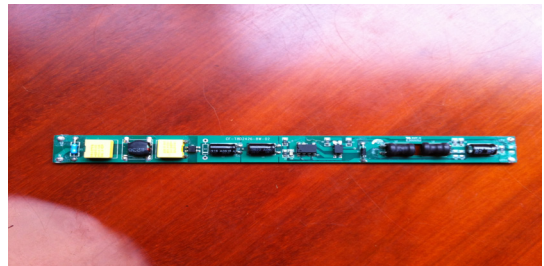
[Fig. 1] LED System Outline

국내 기술 현황에서 타사 LED 전자 회사는 중국 OEM방식을 채택하여 시중에 판매하고 효율은 89%로 고효율 인증이 없으며 자체 개발연구 인력 및 기술은 있으나 아직 제품은 내놓지 않은 상태다.



[Fig. 2] Other Companies 30W LED Converter

외국계 회사는 한국 규격에 맞는 제품을 국내기업을 통해 생산하면서 판매하고 유명브랜드 공세로 인한 시장 잠식률이 높다. 현재 제품의 보증은 1년이며 특이한 기술력은 없다. 제품의 특징은 타사 LED 컨버터와 비슷하다.

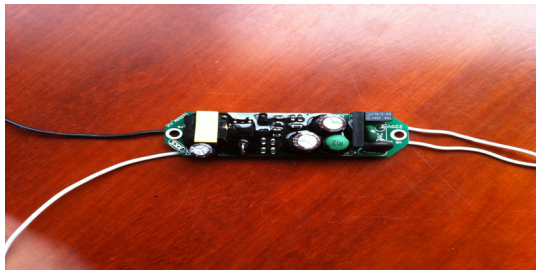


[Fig. 3] A Foreign-Affiliated Firm 30W LED Converter

국내의 타사는 부하 전류와 전압을 동시에 제어하는 LED 전용 컨버터를 개발하였다. 이 컨버터는 수명이 10만 시간 이상 확보돼야 하는 장수명무전극램프 기술을 바탕으로 실시간으로 부하 전류와 전압을 동시에 피드백 받아 제어하는 게 특징이다. 따라서, LED의 신뢰성을 높여줄 뿐 아니라 지그비(Zigbee) 통신을 내장할 수 있어 무선으로 밝기조절이 가능해진다. LED 조명의 경우 LED 칩 성능이 아무리 좋아도 컨버터를 통해 최적의 안정된 전원이 공급되지 않으면 밝기, 발열, 수명 향상, 효율 등의 신뢰성을 담보할 수 없다. 또 다른 타사는 LED 방수기능이 완벽한 고성능 LED전용컨버터를 개발 하였는데 개발한 고성능 LED전용컨버터 ‘스필파워(SPEEL Power)’가 KC인증과 로하스(ROHS), EMI/ EMS 등을

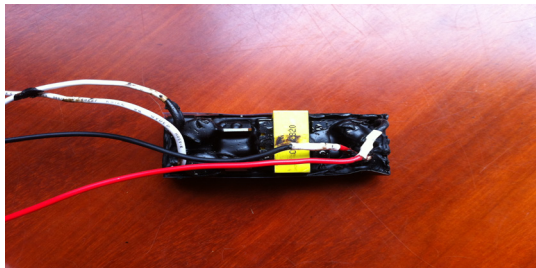
모두 획득하였다. 높은 부하율에서도 아무런 문제없이 사용할 수 있다는 장점으로 인해 에너지효율 측면에서도 유리하다. '스필과워는 풀 부하에서도 LED등의 특성변화를 능동적으로 자동 컨트롤해 정격용량의 90% 이내에서 사용하고 60W~300W까지 다양한 모델로 구성되었다.

본 논문에서는 30W~300W까지의 가로등용 LED 조명 구동장치를 연구하고 있다. 개발된 30W 컨버터는 절전에 맞는 고효율과 초소형의 크기로 경쟁업체에서 현재 구입 검토 중이며 저렴한 가격으로 판매가 가능할 것으로 기대된다.



[Fig. 4] Develop 30W LED Converter

타사의 고효율 부분 개발 예정제품(200W 급 LED 컨버터)은 현재 국내 컨버터 시장의 60%를 점유하고 성장하는 회사로 기술의 수준 또한 세계수준 이라 하겠다. 그리고 현재 60W이상~300W까지 LED컨버터를 생산 판매하고 있다. 그러나 크기 및 효율에서 다소 부족한 점이 있으며 가격은 고가이다.



[Fig. 5] Experimental 300W LED Converter

본 논문은 30W에서 300W의 LED 조명 구동장치를 개발하고 있으며 그중에서 가로등에 가장 많이 사용되는 200W급 이하의 LED 조명 구동장치를 멀티채널로 설계하였다.

2.1 멀티채널 LED 조명 구동장치 설계

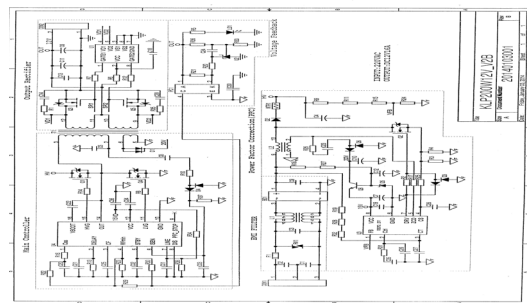
양과전류 트랜스를 사용하여 input 400V ac에서 output 되는 전압을 정류한 후 인버터를 터미널화 하여 멀티채널의 전압량을 연결할 수 있다. 여기에는 반드시 제품의 소형 및 경량화가 수반 되어야 하고 정류 후 다양한 전압으로 drop 시에 발생하는 열과 전압 손실을 방지하기 위하여 보상회로가 추가되어야 한다. 기존의 정류 방식으로는 제품의 소형화에 장애가 있고 전압 효율상에 불필요한 손실이 발생한다. 본 개발 제품은 각각의 정류 소자에 충분한 방열효과가 발생하도록 구조가 형성되었고 독립된 정류회로 형성으로 멀티채널 시 발생할 수 있는 동반 전압 drop을 방지토록 설계하였다. 그리고 본 개발 제품은 펄스 트랜스 방식을 이용하여 필요한 터미널에만 전원이 인가될 수 있도록 스위칭을 첨가함으로써 전력 손실을 최소화 하는 동시에 제품의 외형을 줄일 수 있다.

200W급 LED 구동장치 기술개발의 평가방법 및 항목은 Table 1과 같다.

[Table 1] Method and items of evaluation on technical development

article	unit	development goal	world best class (country/company)	weight
1.output power	V	110V~220V	(Netherlands/philips)	25%
2.efficiency	lm/W	93	(Netherlands/philips)	25%
3.THd	%	10 below	(Netherlands/philips)	25%
4.power factor	%	98	(Netherlands/philips)	25%

가로등에 적합한 고효율 멀티채널 LED 조명 구동 장치의 회로도는 Fig. 6과 같다.



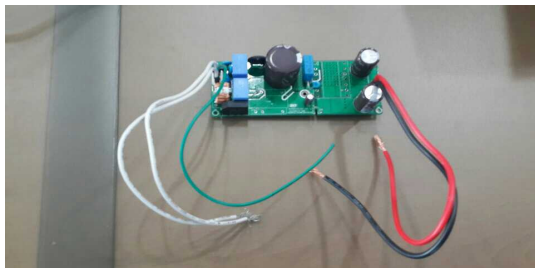
[Fig. 6] Circuit diagram of high efficiency multi-channel LED light driver suitable for streetlamp

가로등에 적합한 고효율 멀티채널 LED 조명 구동장치의 시제품 제작을 위한 SMT 장비는 Fig. 7과 같다.



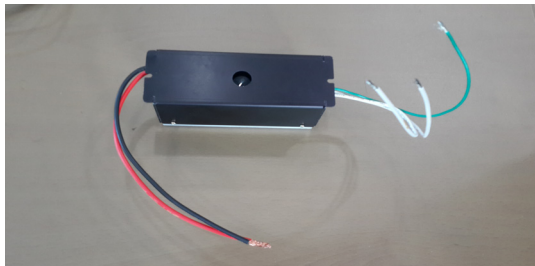
[Fig. 7] SMT equipment for producing a test product of multi-channel LED light driver

타사 제품의 단점 보완 후 개발된 시제품은 Fig. 8과 같다.



[Fig. 8] Test product developed after complementing the disadvantages of products of different companies

가로등에 적합한 고효율 멀티채널 LED 조명 구동장치의 제품은 Fig. 9와 같다.



[Fig. 9] Product of high efficiency multi-channel LED light driver suitable for streetlamp

2.2 제안된 LED 조명 구동장치의 실험결과

본 논문에서 제안한 50W~200W의 멀티채널 LED 조

명 구동장치의 실험 결과는 Table 2와 같다.

[Table 2] A result of a test on multi-channel LED light driver

classification	result of experiment
50W LED light driver	efficiency: 96% power factor: 99% THD: 10% below
100W LED light driver	efficiency: 95% power factor: 99% THD: 10% below
150W LED light driver	efficiency: 93% power factor: 99% THD: 10% below
200W LED light driver	efficiency: 90% power factor: 99% THD: 6~7%

기대 효과는 LED 컨버터의 멀티채널 방식의 효율성과 200W급의 고출력 컨버터의 자동적 조절로 인한 제품의 현장 적용의 효과이고 제품의 단순화로 인한 생산비 절감 및 사용자의 편리성이다. 제품의 소형화와 방열 해결로 인한 제품의 수명 연장은 가로등 및 보안등의 고출력 제품에 대한 LED 조명 교체 시 컨버터 내장형 사용의 급증과 제품 원가의 절하로 인한 국가적 이익 발생 및 수요 급증이 예상된다. 그리고 제조원가 절감 및 노무비용의 절약 효과가 있는 고효율 LED 조명 구동장치는 기구 제조에서 콤팩트타입 미니사이즈로 기존 컨버터 대비 중량에서도 40%이상의 감소와 30%이상의 절전으로 본 기술의 융합화로 상품화를 통한 기술 인력 양성 및 고용 창출 효과가 기대된다.

3. 결론

본 논문에서는 멀티채널 LED 조명 구동장치를 설계하는데 양과전류 트랜스를 사용하여 input 400V ac에서 output 되는 전압을 정류한 후 인버터를 터미널화 하여 다채널의 전압량을 연결하였다. 여기에는 반드시 제품의 소형 및 경량화가 수반 되어야 하며 정류 후 다양한 전압으로 drop 시에 발생하는 열과 전압 손실을 방지하기 위하여 보상회로가 추가되었다. 기존의 정류방식으로는 제품의 소형화에 장애가 있고 전압 효율상에 불필요한 손실이 발생한다. 본 논문은 각각의 정류 소자에 충분한 방열효과가 발생하도록 독립된 정류회로 형성으로 멀티채

널 시 발생할 수 있는 동반 전압 drop을 방지토록 펄스 트랜스 방식을 이용하여 필요한 터미널에만 전원이 인가될 수 있는 스위칭을 첨가함으로써 전력 손실을 최소화하는 동시에 제품의 외형을 줄일 수 있었다.

따라서, 본 논문은 멀티채널 LED 조명 구동장치에 대하여 드라이버 연동형 구조의 전원시스템과 멀티채널 구조형태의 드라이버 회로내장형으로 설계하였다. 멀티채널 LED 조명 구동장치는 auto control converter 구조로써 드라이버 연동형 구조의 고효율 및 고신뢰성 LED 조명 구동장치와 자기보상방식의 자기최적화 구조의 드라이버다. 실험 결과는 전원효율 93% 및 역율 0.99%와 THD 10% 이하가 산출되어 가로등에 적합한 멀티채널 LED 조명 구동장치로써 상용화가 기대된다.

References

[1] Myunggeun Hwang, Hyunbin Cho, Jaeyup No, LED package and heat dissipation, Ajin, 2011.

[2] Moohwan Shin, Jaepil Kim, Advanced LED packaging technology, Bookshill, 2013.

[3] Gabjong Park, Sinjo Kang, Suno Jung, LED manufacturing equipment control technology, SangHakdang, 2007.

[4] Woojin Jang, High-power LED lighting technology and solid-state light source, Ajin, 2006.

[5] Jihong Lee, Experimental microprocessor applications, Intervision, 2008.

[6] Jinyoung Kim, Chulheon Seo, LED communication system, Hongreunggwahakchulpansa, 2013.

[7] Sangyup Nam, Moonsoo Park, Jungkyu Kang, LED Technology and Application, SangHakdang, 2010.

[8] Hongche Woo, Daesik Lee, Byungjae Choi, Understanding of electrical and electronic information and communication, Bookshill, 2004.

[9] Euigon Kim, LED Lighting Control Engineering, Taeyoungmoonhwasa, 2012.

[10] Heeje Kim, Sensors Engineering. Hongreunggwahakchulpansa, 2011.

[10] LED lighting Promotion Council, LED Lighting Handbook, Sungandang, 2011.

[11] Woojin Jang, Myunggeun Hwang, Seungok Park, Sungnam Lee, Jaeyup No, Introduction to LED lighting Technology, Ajin, 2009.

[12] Jungmin Han, Hyunseok Hwang, Understanding of lighting, Taeyoungmoonhwasa, 2011.

[13] Wonho Kang, Electronic Display, Sungandang, 1998.

송 제 호(Je-Ho Song)

[정회원]



- 2003년 2월 : 원광대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1996년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 IT응용시스템공학과 교수
- 2003년 1월 ~ 현재 : 한국상표권연구소 부소장
- 2009년 9월 ~ 현재 : 한국브랜드 학회 상임이사
- 2011년 1월 ~ 현재 : (사)한국산학기술학회 호남지부장

<관심분야>

VLSI, 정보통신, 통신 네트워크 시스템 설계, DSP설계

김 환 용(Hwan-Yong Kim)

[정회원]



- 1984년 8월 : 전북대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1979년 3월 ~ 현재 : 원광대학교 전자공학과 교수
- 2000년 6월 ~ 현재 : 전북 실리곤 밸리 정보통신 교육센터 운영위원
- 2008년 10월 ~ 현재 : 전북 임베디드 시스템 연구소 운영위원장

<관심분야>

SoC 설계, 임베디드 시스템 및 신호처리