

전력통신 기능을 포함한 새로운 집중형 LED 드라이버 시스템

김국현, 박진욱, 정다움, 김동희, 박성준[†]
전남대학교

Centralize LED driver system including power communication function

Kuk Hyeon Kim, Jin Wook Park, Da Woom Jeong, Dong Hee Kim, Sung Jun Park[†]
Chonnam National University

ABSTRACT

현재 공장 단지 내에 구비된 조명 시설은 SMPS, DC/DC 컨버터 및 LED 램프 등이 하나의 모듈로써 구성되어 있다. 이처럼 일체형으로써 사고 및 고장 발생 시, 모듈 전체를 수리 또는 교체되어야 하므로 시간과 경제적으로 많은 불편이 따른다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 각각을 분리한 집중형 LED 드라이버로써 정류기와 DC/DC 컨버터를 분리하여 구성하였다. 각각의 LED의 Dimming 제어를 위해서, 전력선에 주파수 성분을 첨가하여 주파수 정보에 따른 Dimming 제어를 실시함으로써, 따로 통신선 구비가 필요 없는 집중형 LED 구동 드라이버를 제안하였다. 제안하는 방식의 타당성을 검증하기 위해 PSIM 시뮬레이션을 통하여 그 과정을 증명하였다.

1. 서론

최근 고유가 시대에 접어들면서 세계 각국에서 대두되고 있는 문제는 에너지 절감과 친환경이라고 할 수 있다. 기존에 사용되었던 광원들은 백열등, 형광등, 할로겐, 가로등과 같은 광원들을 대체하기 시작하였고, LED는 이제 어느 곳에서나 우리가 쉽게 접하고 사용할 수 있는 광원이라 할 수 있다. LED는 초경량으로 전력 절감효과가 탁월하며 기존의 광원들의 대체가 가능하다 긴 수명, 적은 유지 보수비용, 고효율 등의 장점을 가지고 있어 최근 조명 시장에서 많은 관심과 연구가 이루어지고 있다[1, 2].

LED 소자의 성능을 향상되고 있는 반면에 이를 제어하기 위한 LED 드라이버의 경우에는 아직 크게 발전하지 못하고 있는 상태이다. LED 소자의 기대수명은 약 100,000시간 정도이지만 실제 조명분야에 적용되는 LED의 조명의 경우 기대수명에 미치지 못하는 경우가 많다. 현재 공장 단지 내의 구비된 일체형 LED의 고장은 전해콘덴서 수명이 결정적 이유이다. 고장 난 LED를 수리하기 위해서는 전해콘덴서만 교체해도 되는데, 시간과 경제적인 불편에 따라 컨버터나 조명까지 바꾸고 있어 소비자에게 부담을 전가 할 수 있다는 지적이 있다.

이를 보완하기 위해 본 논문에서는 각각을 분리한 집중형 LED 드라이버로써 정류기와 DC/DC 컨버터를 분리하여 구성하였고, 각각의 LED의 Dimming 제어를 위해서, 전력선에 주파수 성분을 첨가하여 주파수 정보에 따른 Dimming 제어를 실시함으로써, 따로 통신선 구비가 필요 없는 집중형 LED 구동 드라이버를 PSIM 시뮬레이션을 통하여 그 과정을 증명하였다.

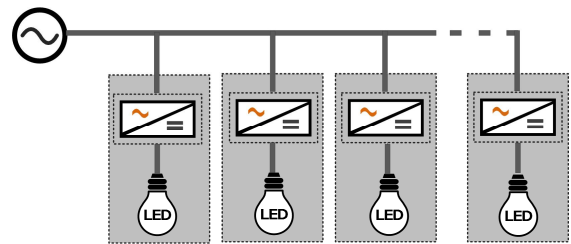


그림 1 기존의 일체형 LED 램프
Fig 1 Conventional integrated LED lamp

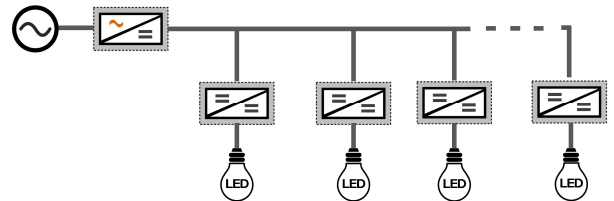


그림 2 제안하는 집중형 LED 드라이버 시스템
Fig 2 Proposed centralized LED driver system

2. 본론

2.1 집중형 LED드라이버 시스템

기존의 LED 드라이버는 AC/DC 컨버터와 LED로 하나의 모듈로 구성되어 있다. 여기서 DC 커패시터는 입력전력과 출력전력 차이를 다루기 위해 사용된다. LED 드라이버의 전해커패시터를 제거하는 것은 예상 수명보다 5년 더 늘어나는 효과를 볼 수 있다. 본 논문에서 제안하는 집중형 LED드라이버 시스템의 회로의 구성을 보면 중앙측의 구성으로는 변압기와 Bridge Rectifier, Buck Converter를 이용하고 LED 모듈측에는 Buck Converter와 LED를 배치하였다.

이때 전해커패시터는 기존의 LED 드라이버 방식과 달리 전해커패시터와 LED 모듈과의 분리함으로써 전해커패시터의 열화나 고장으로 인한 교체나 수리가 용이해졌고 LED 모듈측에 전해커패시터를 쓰지 않는다는 장점을 가질 수 있게 되었다. 또한 전력선에는 저항성분으로 인한 전압강하가 발생하여 장거리 선로에서는 LED의 밝기가 서로 달리 질 수 있지만 제안하는 LED 드라이버 시스템에서는 Buck Converter로 인해 정전류 제어를 할 수 있게 되어 LED의 밝기를 동일하게 할 수 있다는 장점이 있다.

2.2 전력선 통신

전기 에너지를 유통시키는 전력선은 가장 견고한 네트워크로써 전기 에너지 신호 전송뿐만 아니라 통신신호의 유통에서도 효율적이다. 이러한 전력선 통신은 설비와 장치의 구동에 필요한 전기적 에너지를 동시에 전송할 수 있고, 이미 설치되어 있는 전력선을 그대로 활용한다는 점에서 통신망 구성비용이 경제적이다[1].

본 논문에서는 전력선에 주파수 성분을 인가해줌으로써 RS485통신의 전력선을 사용하지 않고 LED Dimming 제어를 할 수 있다. LED Dimming 제어를 위해선 출력 전류를 조절해줘야 한다. 중앙측에 Bridge Rectifier를 지나 Buck Converter의 출력 단에 주파수 성분을 인가하고 기존의 주파수 성분은 Low Pass Filter를 이용하여 제거한 뒤 인가해준 주파수 성분은 LED 모듈에서 읽어 들여 Dimming을 제어하게 된다. 이때 Low Pass Filter에서의 Cut off 주파수를 정해줘야 한다. 입력주파수 60Hz일 때 5고조파인 10Hz정도가 cut off 주파수의 가장 좋은 필터링을 하기에 Cut off 주파수를 10Hz로 사용하였고 시뮬레이션을 진행하였다.

3. 시뮬레이션 결과

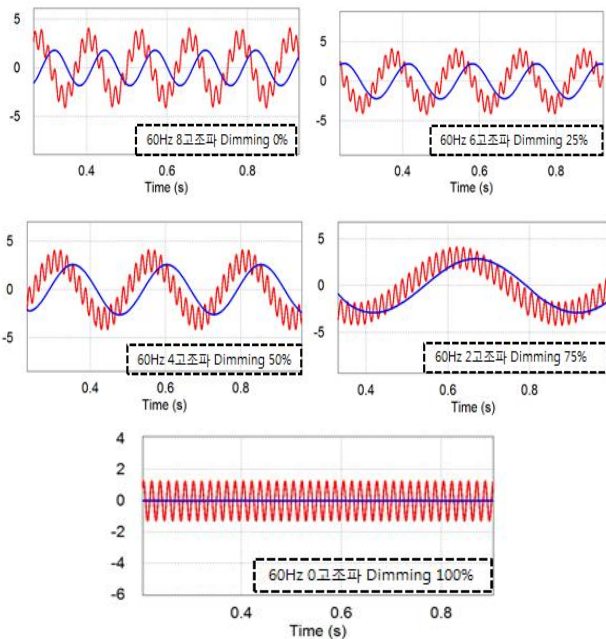


그림 3 입력전원주파수에 고조파 통신주파수 인가한 파형과 디지털 필터를 이용한 Dimming 주파수 파형

Fig 3 Dimming frequency waveform using harmonic communication frequency applied to input power frequency and digital filter

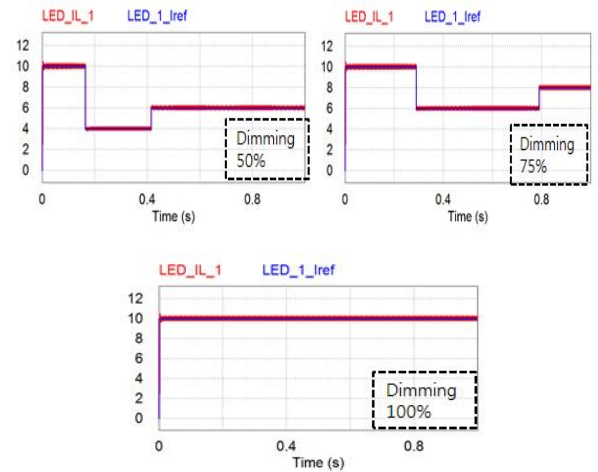
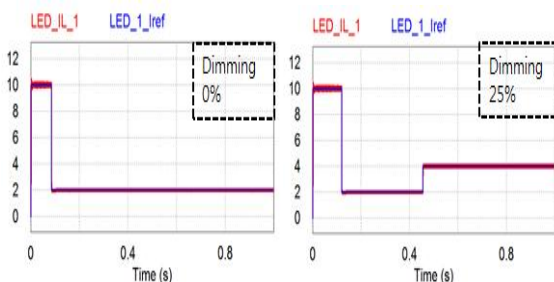


그림 4 각 Dimming 주파수를 전류제어한 파형
Fig4 Waveform of each dimming frequency is current-controlled

그림 3의 파형은 입력전원주파수 60Hz 성분에 고조파성분을 인가하여 LED 모듈에 인가하는 중앙측에서의 출력파형을 나타내고 있다. 파란색 선은 Low Pass Filter를 사용한 파형으로 주파수성분을 읽어 들여와 Dimming제어를 한다.

그림 4를 보면 그림 3에서 Filter를 거친 주파수에 따른 전류제어를 하고 있는 파형을 보여주고 있는데 전류가 파란색 선 reference 값에 따라 잘 제어가 됨을 파형을 통해 알 수 있다.

60Hz 입력전원주파수에 8~10Hz 성분을 인가했을 때, Dimming 0% 임을 알 수 있고, 60Hz 입력전원주파수에 0~1Hz 성분을 인가했을 때, Dimming 100% 임을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 기존의 LED 드라이버의 방식의 비효율적인 측면을 개선하고 LED 드라이버의 수명을 좌우하는 전해커패시터를 줄임으로써 전해커패시터의 장수명화 하는 것과 통신선 없이 전력선에 주파수 성분을 인가함으로써 통신선을 따로 사용하지 않아도 Dimming 제어가 가능함을 시뮬레이션을 통해 검증하였다. 이를 통해 통신망 구성비용이 들지 않아 경제적인 효과가 있음을 알 수 있다.

참고 문헌

[1] Sinan Li, "An Off line Single Inductor Multiple Output LED Driver With High Dimming Precision and Full Dimming Range", Proceedings of the IEEE, Vol. 32, No. 6, pp. 4716 4727, 2017, August.
[2] Ray Lee Lin, "Taylor series expression based equivalent circuit models of LEDs for analysis of LED driver system", Proceedings of the IEEE, Vol. 49, No.4, pp. 1854 1862, 2013, April.