# 다중출력 LED 구동회로에 관한 연구

권민준, 김태훈, 이우철
한경대학교

# Research For Multi-Path LED Driver Circuit

Min Jun Kwon, Tae Hun Kim, Woo Cheol Lee
Hankyong National Univ

ABSTRACT

본 논문은 다중출력 LED 구동회로에 대하여 다룬다. 다중출력 LED 구동회로는 다수의 LED 모듈을 이용한 회로로써 기존의 회로에서는 특정 LED 모듈에 문제가 발생할 경우 나머지 LED 모듈의 정상적인 동작을 기대하기 어렵다는 단점이 있다. 본 논문에서는 이러한 단점을 보완할 수 있는 방법을 제시한다.

## 1. 서 론

친환경적이고 수명이 길며, 전력변환 효율이 높은 광원인 LED 의 등장으로 LED를 이용한 제품, 특히 LED 조명에 대한 요구와 그에 따른 연구가 늘어나고 있다.[1] 다중출력 LED 구동회로는 다수의 LED 모듈을 하나의 구동회로를 통해 동작 시키는 회로이며 조명기구로써의 LED 이용에 많이 사용되는 방식이다. 대부분의 다중출력 LED 구동회로는 LED 모듈을 병렬로 연결하며 하나의 LED 모듈이 고장이 날 경우 나머지 LED 모듈이 정상적인 동작을 하기 어렵게 된다.

이에 본 논문에서는 특정 LED 모듈에 문제가 발생하는 경우에도 나머지 LED 모듈은 계속해서 정상적인 동작을 하기 위한 다중출력 LED 구동회로의 구조를 제안한다. 제안된 회로는 정전류 제어와 LED 모듈의 직렬연결을 통해서 정상동작을 유지할 수 있는 구조와 보조회로를 통한 개방검출, 자체 단락회로가 구성되어있다.

## 2. 본 문

### 2.1 LED 구동회로 구성

그림 1 은 제안하는 다중 출력 LED 구동회로의 전체 블록 구성도 이다. AC 또는 DC 전원을 입력받으며 필터 회로와 정전류 출력 DC DC 변환 회로가 구성되어있다. DC DC 회로는 정전류 제어를 통한 LLC 공진 컨버터가 이용되게 된다. LLC 공진 컨버터에서 나오는 정전류 DC 출력은 직렬로 연결되어있는 LED 모듈과 연결 되어 있으며, 각각의 LED 모듈은 개방검출 회로와 자체 단락회로가 연결되어있다.

회로는 필터 정류 평활 회로를 통해 정류된 전원을 정전류 출력 DC DC 변환 회로 입력에 인가해 주게 되며, DC DC 변환 회로는 정전류 제어를 하게 된다. 정전류 제어가 되는 DC 전원은 직렬로 연결되어있는 n개의 LED 모듈에 인가되어 전체 회로를 동작시키게 된다.

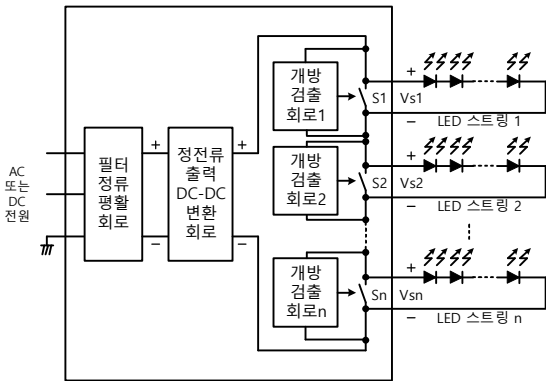


그림 1 다중출력 LED 구동회로 구성도
Fig. 1 Block Diagram of Multi-Path LED Driver Circuit

정상적인 상태에서 n개의 LED 모듈은 직렬로 연결되어있으며 정전류 제어가 되기 때문에 LED 스트링 1 에서 n 번째 스트링까지의 전체 LED 모듈에는 동일한 전류가 흐르게 된다. 만약 LED 모듈 중 하나가 고장 나게 되고, 그 고장이 단락(Short)으로 이어지는 경우, DC DC 컨버터에 의한 정전류 제어에 의해 나머지 LED 모듈은 정상 동작을 유지할 수 있게 된다. 또한 LED 모듈의 고장이 개방(Open)으로 이어지게 된다면 각 LED 모듈에 병렬로 연결되어있는 개방검출회로를 통해 이를 감지하고 회로 내에서 자체적으로 단락(Short)시켜 정상적인 동작을 유지하게 된다.

### 2.2 LED 구동회로의 동작

그림 2 는 제안된 LED 구동회로를 나타낸 그림이다. 구동회로는 그림 1 블록 구성도에서 DC DC 변환장치의 정전류 출력을 정전류원으로 표현을 하였으며 1 에서 n 까지의 LED 모듈을 LED1 에서 LEDn으로 표현하여 직렬로 연결하였다. 각각의 LED 모듈에는 평활을 위한 Capacitor 가 연결되어 있으며, Zener Diode를 이용해서 LED 모듈이 개방(Open)될 경우 증가하는 전압을 검출하기 위한 개방검출 회로와 SCR(Thyristor)을 이용해 개방(Open)된 회로를 자체 적으로 단락(Short)시켜 주기 위한 자체 단락회로가 병렬로 연결되어있게 된다.

Zener Diode의 Zener 전압은 LED 모듈의 클램핑 전압보다 높은 값을 사용하며 LED 모듈이 정상 동작 하는 상태에서는 Zener Diode와 SCR(Thyristor)을 통해서 도통되지 않게 한다.

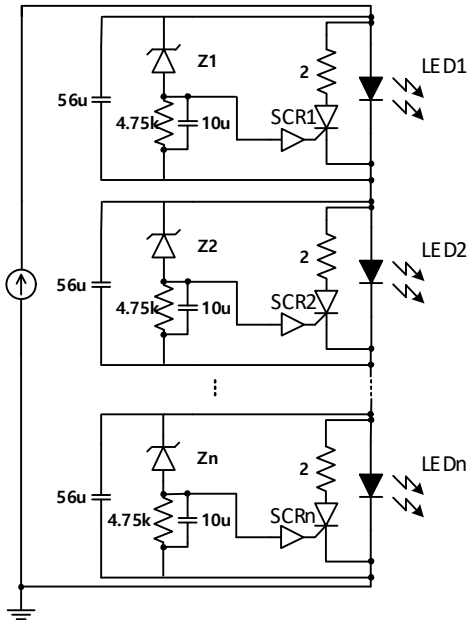


그림 2 다중출력 LED 구동회로
Fig. 2 Multi-Path LED Driver Circuit

정상동작 상태에서는 전체 LED 모듈을 통해 일정한 전류가 흐르고 정상적으로 동작하게 된다. 만약 LED 모듈중 하나가 단락(Short)되는 경우 정전류 제어를 통해 나머지 LED 모듈에는 계속해 일정한 전류가 흐르며 정상동작을 이어나가게 된다. 또한 LED 모듈이 개방(Open)될 경우 개방된 LED 모듈 양단의 전압이 상승하게 되는데 이 전압은 Zener diode의 Zener 전압까지 상승하고 Zener 전압에 도달하게 되면 Zener diode를 통해 전류가 도통되기 시작한다. 도통된 전류에 의해 하단에 직렬로 연결된 저항과 커패시터 양단에 전위차가 생기게 되며 이 전압을 SCR의 Turn on 신호로 사용하게 되고 Turn on 신호를 인가받은 SCR은 도통되어 개방된 LED 모듈을 단락시키게 되며 나머지 LED 모듈은 계속해서 정상동작을 이어나가게 된다.

### 2.3 시뮬레이션 결과

시뮬레이션을 통해 다중출력 LED 구동회로의 동작을 확인하였다. 시뮬레이션 프로그램은 PSIM을 사용하였으며 그림 3은 시뮬레이션 회로와 시뮬레이션 결과 파형이다. 회로의 구성은 LED 모듈 3개를 직렬로 연결하고 정전류원을 통해 입력을 공급하였다. 각각의 LED 모듈의 스펙은 88V의 0.7A, Zener diode 의 Zener 전압은 110V로 설정하였다. 회로의 동작은 0.02s이전까지 정상동작을 한 뒤 0.02s에 LED 3 모듈을 개방(Open) 0.03s에 LED 2 모듈을 개방 시키게 된다.

시뮬레이션 결과 파형은 위에서부터 순서대로 각 LED 모듈에 흐르는 전류 파형, SCR을 통해 흐르는 전류 파형, Zener diode양단 전압파형 마지막으로 각 LED 모듈양단의 전압 파형을 보여준다. 파형을 통해 0.02s 이전까지 각 LED 모듈을 통해 흐르는 전류는 일정하며 양단 출력 전압 또한 88V로 일정한 것을 확인할 수 있다. 0.02s LED 3 모듈을 개방(Open)시키게 되면 LED 3 모듈을 통해 흐르는 전류는 0 이 되고 개방된 LED 3 모듈 양단의 전압이 상승하는 것을 확인할 수 있다. 상승한 전압은 Zener 전압인 110V까지 상승한 뒤 Zener diode가 도통되어 생기는 전위차로 SCR에 Turn on 신호가 인가되면서 SCR을 통해 전류가 흐르는 것을 확인할 수 있으며, 이때 고장이 나지 않은 LED 1, 2 모듈은 정상 동작이 유지되는 것을 확인할 수 있었다. 마찬가지로 0.03s LED 2 모듈을 개방시킨 경우에도 LED 3 모듈에서와 같은 결과를 보이며 LED 1 모듈은 정상동작을 유지하는 것을 확인할 수 있었다.

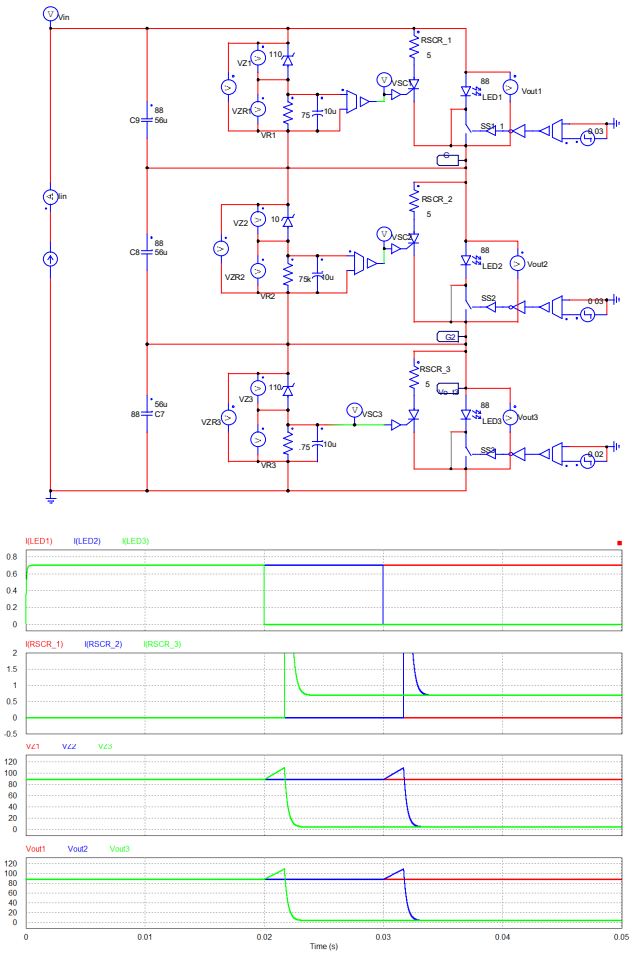


그림 3 LED 모듈 보호회로 시뮬레이션
Fig. 3 Simulation of the LED module Protection circuit

## 3. 결 론

본 논문에서는 다중출력 LED 구동회로의 LED 모듈 고장상황을 보완하기 위한 회로의 구조를 제안하였다. 기존의 다중출력 LED 컨버터는 특정 LED 모듈에 문제가 발생할 경우 나머지 LED 모듈 또한 정상적으로 동작하기 어려웠다. 이에 제한한 회로는 LED 모듈에 문제가 발생한 경우에도 문제가 없는 LED 모듈은 정상적으로 동작할 수 있도록 하였다. 시뮬레이션을 통해 본 논문에서 제안한 회로의 동작을 확인하였다. 제안된 회로는 LED 컨버터 동작의 보장성을 높여줄 것으로 생각된다.

이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 [No.2013R1A1A2064271].

## 참 고 문 헌

[1] 신대성, 정영진, 홍성수, 한상규, 장병준, 김종해, 이일운, 노정욱, “LLC 공진형 컨버터를 이용한 고효율 조명용 LED 구동 시스템” 전력전자학술대회논문집, pp. 450 452, 2009, July.