

# 전자식 및 자기식 안정기 동시 호환 가능한 LED 구동회로

구현수, 최윤, 강정일\*, 한상규†  
 국민대학교 POESLA, 삼성전자\*

## LED Driver Compatible with Both Electronic and Magnetic Ballasts

Hyun Su Gu, Yoon Choi, Jeong il Kang\*, Sang Kyoo Han†  
 Power Electronics System Laboratory, Kookmin University, \*Samsung Electronics.

### ABSTRACT

본 논문에서는 전자식 및 자기식 안정기 동시 호환 가능한 LED 구동회로를 제안한다. 제안 LED 구동회로는 여러 종류의 안정기가 접속 되었을 때, 어떤 안정기가 접속되었는지 자동으로 감지하여 안정기의 동작 특성을 고려하여 선정된 동작 듀티비로 제안회로를 동작시킴으로써 기존의 형광등 구동을 위한 안정기를 입력 시스템으로 사용함으로써 안정기의 철거 및 교체 없이 모든 안정기에 호환이 가능하다. 제안 LED 구동회로의 타당성 검증을 위해 15W급 시작품을 제작하고, 전자식 및 자기식 안정기와의 호환성 실험결과를 바탕으로 제안방식의 타당성을 검증한다.

### 1. 서론

현재 많이 사용되는 형광등은 유해물질을 포함하고 있고, 수명이 짧고, 저주파 플리커와 같은 단점을 갖는다. 최근 이를 보완할 수 있는 차세대 조명용 광원으로 LED를 사용하기 위한 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 기존 교류 전압으로 구동되는 형광등용 안정기를 모두 철거한 후 직류 구동을 필요로 하는 LED 조명에 적합한 조명설비를 다시 설치해야하는 불편함과 비용문제로 인하여 최근에는 이미 구축되어 있는 조명설비의 변경 없이 형광등 대신 LED 조명등만 교체하여 사용할 수 있도록 형광등용 안정기 호환형 LED 구동회로에 대한 요구가 증가되고 있다.<sup>[1][2]</sup> 따라서 본 논문에서는 다양한 안정기를 구별하는 인식기술과 동작특성에 따라 달라지는 제어방식을 구분하는 모드선택 검출 방법을 제안한다.

### 2. 전자식 및 자기식 안정기 호환 분석

형광등 안정기는 역률개선단과 LCC 인버터단으로 구성되어 있는 전자식 안정기와 큰 인덕턴스를 갖는 인덕터만으로 구성되어 있는 자기식 안정기로 구분할 수 있다. 전자식 안정기는 수십kHz로 동작하는 LCC 인버터에 의해 발생된 고주파 교류전압으로 형광등을 구동시키는 반면, 자기식 안정기의 경우 별도의 구동회로 없이 큰 인덕터를 형광등과 직렬 연결하여 50~60Hz의 상용전원으로 단순히 구동하고 있다. 그림 1은 기존 안정기에 연결된 제안된 LED 구동회로를 보이고 있으며 크게 입력필터부, 고역필터부, 모드선택부, 구동회로부로 구성되어 있다. 그림 2는 플라이백 컨버터의 동작 듀티비에 따른 전자식

안정기의 주요동작 특성을 보이고 있다. 동작 듀티비가 증가할수록 플라이백 컨버터의 등가 저항이 감소하므로 링크전압  $V_{link}$ 는 1000V이상의 높은 전압에서부터 감소하는 특성을 보이고 있으며 전자식 안정기의 출력전력은 급격한 상승 후 감소하는 특성을 보이고 있다. 따라서 요구되는 특정 출력 전력에 대해 동작 점은 region 1과 2에 각각 1개씩 존재하며 전자식 안정기의 경우 회로의 전압스트레스를 고려하여 듀티비의 증가에 따라 출력전력이 감소하는 region 2에서 동작시키는 것이 바람직함을 알 수 있다.

그림 3은 플라이백 컨버터의 동작 듀티비에 따른 자기식 안정기의 주요동작 특성을 보이고 있다. 동작 듀티비가 증가할수록 자기식 안정기의 출력전력은 증가 후 감소하며 역률은 동작 듀티비가 작을수록 높은 것을 알 수 있다. 따라서 자기식 안정기의 경우도 전자식과 마찬가지로 특정 출력 전력에 대해 동작 점이 region 1과 2에 각각 1개씩 존재하며 역률을 고려할 경우 듀티비 증가에 따라 출력전력이 증가하는 region 1에서 동작시키는 것이 바람직함을 알 수 있다.

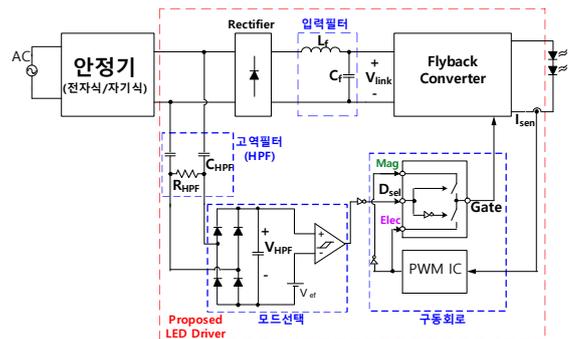
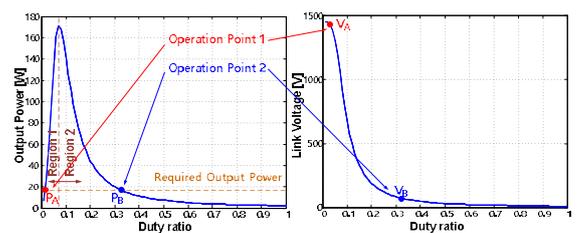
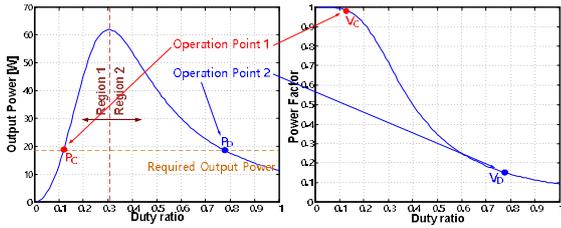


그림 1 제안된 LED 구동회로



(a) 동작 듀티비 vs 출력 전력 (b) 동작 듀티비 vs  $V_{link}$   
 그림 2 동작 듀티비에 따른 전자식 안정기의 주요 동작특성



(a) 동작 듀티비 vs 출력전력 (b) 동작 듀티비 vs 역률  
그림 3 동작 듀티비에 따른 자기식 안정기의 주요 동작특성

### 3. 제안된 모드선택 검출 방법

앞서 고찰된 바와 같이 전자식 안정기의 경우 동작 듀티비 크기와 출력전력이 반비례하는 region 2 동작이 적합하고, 자기식 안정기의 경우 동작 듀티비 크기와 출력전력이 비례하는 region 1 동작이 적합함을 알 수 있다. 따라서 제안된 LED 구동회로는 어떤 안정기가 접속되었는지 자동으로 감지하여 상기한 바와 같은 모드별 동작을 구분하여 동작하여야 한다. 이를 위해 그림 1에 보인 바와 같이 안정기의 출력에 부가된 High Pass Filter(HPF)를 통해 특정 레벨 이상의 높은 전압이 출력될 경우 수십kHz의 고주파 전압을 출력하는 전자식 안정기가 접속되었음을 인지하고 특정 레벨 이하의 낮은 전압이 출력될 경우 50~60Hz의 저주파 전압을 출력하는 자기식 안정기가 접속되었음을 알 수 있다. 전자식 안정기가 접속될 경우 구동회로는 'Low' 신호를 감지하여 듀티비 크기와 출력전력이 반비례하는 제어신호를 내보내고, 자기식 안정기가 접속될 경우 구동회로는 'High' 신호를 감지하여 듀티비 크기와 출력전력이 비례하는 제어신호를 내보내준다. 따라서 서로 상반된 제어를 하는 안정기를 자동으로 감지하여 모드선택을 해줌으로써 하나의 구동회로를 통해 출력전력 제어가 가능하다.

### 4. 제안된 LED 구동회로의 실험결과

제안된 LED 구동회로의 타당성 검증을 위해 15W급 시작품을 제작하였으며 실험에 사용된 사양 및 소자 파라미터로서 출력 전력=15.12W(84V/180mA), HPF Capacitor=100nF, HPF Resistor=100kohm, 플라이백 컨버터 트랜스포머(턴비=48:48:7, 자화인덕턴스=200uH), 스위칭 주파수=80kHz를 사용하였다. 그림 4와 5는 각각 전자식 및 자기식 안정기에 제안된 LED 구동회로를 연결하였을 때, Gate,  $V_{HPF}$ ,  $D_{sel}$  및 출력 전류의 파형을 보이고 있다. 앞서 고찰된 바와 같이 전자식 안정기를 연결하였을 경우 동작 듀티비는 0.38로 region 2에서 동작하는 것을 알 수 있으며, 자기식 안정기를 연결 하였을 경우 동작 듀티비는 0.14로 region 1에서 동작하는 것을 알 수 있다. 또한 HPF 출력인  $V_{HPF}$ 는 전자식 안정기의 경우 78V가 출력되며, 자기식 안정기의 경우 22V가 출력되는 것을 알 수 있다. 이를 통해  $D_{sel}$ 은 전자식은 0V로 'Low'신호를 출력하게 되고, 자기식 안정기는 10V로 'High'신호를 출력하게 된다. 이후 구동회로단은 'Low' 신호가 인가되면 동작 듀티비와 출력전력이 반비례하는 제어신호를 Gate로 내보내고, 'High' 신호가 인가되면 동작 듀티비와 출력전력이 비례하는 제어신호를 Gate로 내보내어 출력전류를 제어하고 있음을 확인할 수 있다.

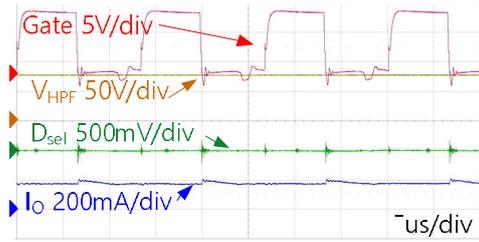


그림 4 전자식 안정기 적용 시 주요파형

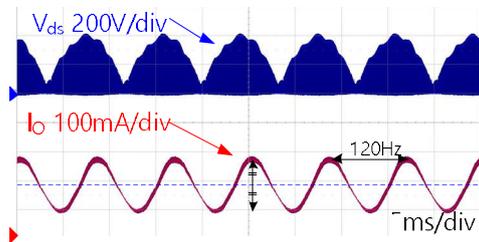
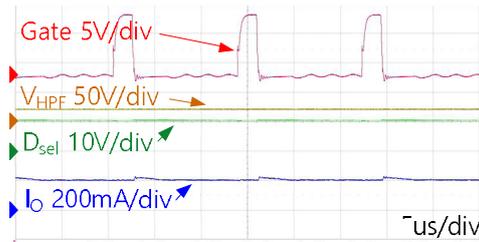


그림 5 자기식 안정기 적용 시 정상상태 주요파형

### 5. 결론

본 논문에서는 전자식 및 자기식 안정기 동시 호환 가능한 LED 드라이버를 제안하였다. 제안 LED 구동회로는 여러 종류의 안정기가 접속 되었을 때, 어떤 안정기가 접속되었는지 자동으로 감지하여 안정기의 동작 특성을 고려하여 선정된 동작 듀티비로 제안회로를 동작시킴으로써 기존의 형광등 구동을 위한 안정기를 입력 시스템으로 사용함으로써 안정기의 철거 및 교체 없이 모든 안정기에 호환이 가능하다는 장점을 갖는다. 제안회로의 타당성 검증을 위해 제안 LED 구동회로에 전자식 및 자기식 안정기를 접속 시켜 호환 되는 것을 확인하였다. 따라서 본 논문에서 제안된 회로는 모든 전자식 및 자기식 안정기에 대하여 형광등을 대체하여 사용될 수 있을 것으로 판단되며 앞으로 LED 조명회로에 널리 응용될 것으로 예상된다.

### 참고 문헌

- [1] N. Chen and H. Chung, "A driving technology for retrofit LED lamp for fluorescent lighting fixtures with electronic ballasts," IEEE Trans. Power Electron., vol. 26, no. 2, pp. 588-601, Feb. 2011.
- [2] B. Lee, H. Kim, and C. T. Rim, "Robust passive LED driver compatible with conventional rapid start ballast," IEEE Trans. Power Electron., vol. 26, no. 12, pp. 3694-3706, Dec. 2011.