

## 승압형 컨버터를 이용한 LED유도등에 관한 연구

이상집\*, 한경희\*, 백동현\*\*, 전중함\*\*\*  
명지대학교\*, 경원전문대학\*\*, 대구보건대학\*\*\*

### A Study on LED Exit-lighting using the Boost Type Converter Circuits

Sang-Chip Lee\*, Kyung-Hee Han\*, Dong-Hyun Baek\*\*, Jung-Ham Chun\*\*\*  
MyongJi Univ.\*, KyungWon college\*\*, Tae Gu Health college\*\*\*

#### 1. 서론

인천 호프집 화재나 성남의 단란주점 화재에서와 같이 피난은 인명보호의 중요한 요소이다. 피난 설비의 하나인 유도등은 비상시 또는 화재발생시에 긴급대피를 안내하기 위하여 사용되는 설비이다. 유도등은 정상상태에서는 상용전원에 의하여 점등되고 정전되는 경우에는 비상전원으로 자동 전환되어 점등되는 피난용 표지면을 가진 등기구이다.<sup>[1]</sup>

유도등의 광원으로 형광등을 사용하는 경우 전자식 안정기에서 발생하는 고조파에 의해 전원계통에 나쁜 영향을 주게 되며 백열전등으로 점등시에는 수명이 나 전력손실 등의 문제가 있다. 따라서 본 논문에서는 광원으로 백열등이나 형광등 대신 LED를 사용하였다. 회로구성은 전원부와 정류부로 승압형 컨버터를 주전원 회로로 이용하였다. 실험결과 필터값을 선정함에 따라서 스위칭 주파수 부근에서의 고조파 함유율이 현저히 감소되었으며 역률이 향상되는 것을 확인하였다.

#### 2. LED 유도등 시스템

##### 2.1 형광등식과 LED유도등의 성능비교

표 1.은 형광등식과 LED식 유도등의 전력소요량 및 예비전원 용량에 대한 비교를 보이고 있다. 표에서 알 수 있듯이 LED식 유도등은 형광등식 유도등에 비해 약 6배의 전력을 감소시킬 수 있음을 알 수 있다. 또한 수명시간이 형광램프는 약 4,000시간인 것에 비해 LED유도등은 반영구적이다.

이러한 장점에도 불구하고 LED식 유도등의 제품이 가격 경제적인 문제로 형

광등식을 많이 사용하고 있는 경향이다. 그러나 형광등식은 입력전류에 고조파 성분이 포함되어 있고 효율이 낮음으로 인하여 개선하여야 할 부분이 있는데 비해 LED식 유도등은 점등시 낮은 소비전력으로 에너지가 절약될 뿐 아니라 A/S나 형광등 교체가 필요없게 된다.

표 1. 전력 소모량 및 예비전원 용량 비교

유도등의 종류	형광등식 (안정기식)		형광등식 (절전형)		LED식	
	입력전류	입력전력	입력전류	입력전력	입력전류	입력전력
전력소비량						
광원소등(만충전)	17mA	2.6W	7mA	0.9W	·	·
광원점등(만충전)	226mA	16.6W	50mA	8.8W	25mA	2.6W
예비전원용량	3.6V	1,200mA	3.6V	1,200mA	4.8V	600mA

## 2.2 승압형 컨버터 회로구성

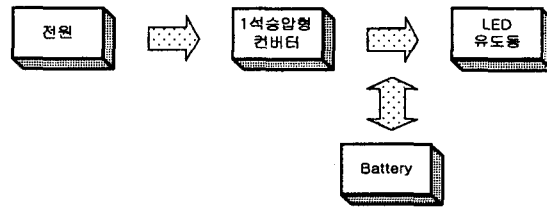


그림 1. 시스템 블록도

Fig. 1. System block diagram

그림 1은 일반적으로 사용되고 있는 유도등 점등 시스템 블록도이다. 직류전원은 산업용, 가정용의 전기기기등에 널리 사용되고 있으나 콘덴서 입력형 정류회로는 고조파 성분을 포함하고 입력전원 역률이 나쁘기 때문에 전력계통과 다른 전기기기등에 나쁜 영향을 주는 문제점이 있다.

따라서 본 연구에서는 승압형 컨버터를 이용하여 LED유도등 전원회로를 그림 2와 같이 구성하였다. 승압형 컨버터회로는 콘덴서 입력형 정류회로에 승압형  $L_d$

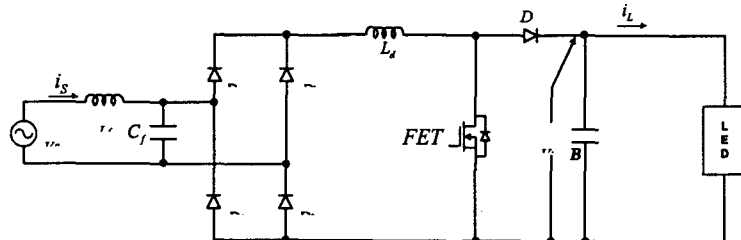


그림 2. 승압 컨버터회로를 이용한 LED유도등 점등회로

Fig. 2. LED Exit-lighting using the Boost type Converter circuits

와 스위칭소자 FET, 단락방지 다이오드 D를 부가하여 정류회로와 승압초퍼를 조합하였다. 리액터전류  $i_L$ 을 고주파에서 제어하기 때문에 입력전류  $i_s$ 에는 리플이 있다. 이 리플을 제거하기 위한 필터용으로  $L_f$ 와  $C_f$ 를 삽입하였다.<sup>[2][3]</sup>

### 3. 시뮬레이션 결과

그림 3은 LED 유도등을 점등하기 위한 시뮬레이션 회로도이다.

그림 4는 일반적인 다이오드 정류기를 이용한 유도등 점등회로를 시뮬레이션한 것으로 입력전류와 전압파형의 결과를 보면 입력전류에 많은 고조파가 함유되어 있음을 알 수 있다.

그림 5는 승압형 컨버터 회로를 이용한 유도등 점등회로를 시뮬레이션한 것으로 입력전류와 전압파형의 결과를 나타낸다. 이를 그림 4와 비교하였을 때 보면 고조파가 크게 감소되었음을 알 수 있다.

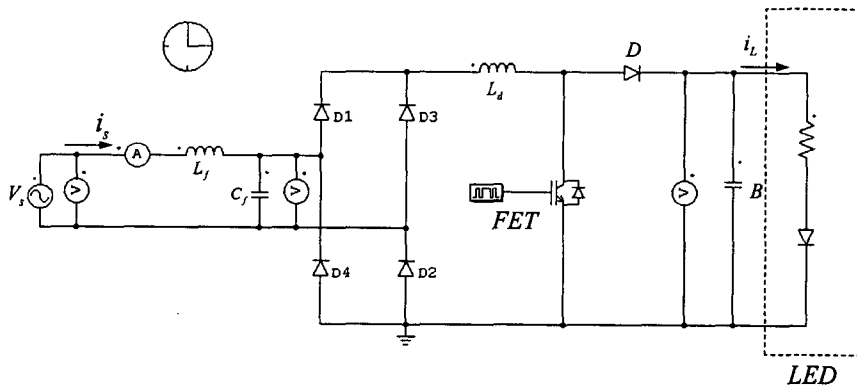


그림 3. 시뮬레이션 회로도  
Fig. 3. Simulation circuits

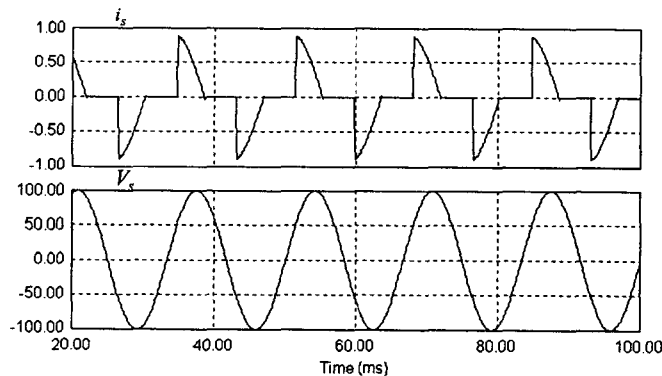


그림 4. 일반정류회로의 입력전류, 입력전압파형  
Fig. 4. Input [V][I] waveform of rectifier circuit

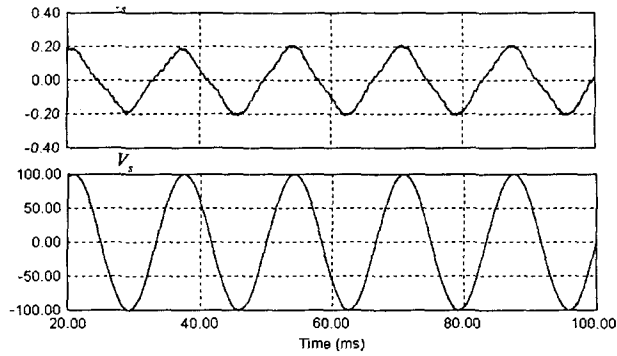


그림 5. 승압회로의 입력전류, 입력전압파형  
 Fig. 5. Input  $[V(i)]$  waveform of Boost type rectifier

그림 6은 일반적인 다이오드 정류기를 이용한 유도등 점등회로를 시뮬레이션 하였을 경우의 고조파에 대한 분석을 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 일반 정류회로의 고조파는 무효분전력을 증가시켜 역률의 저하를 야기시킨다.

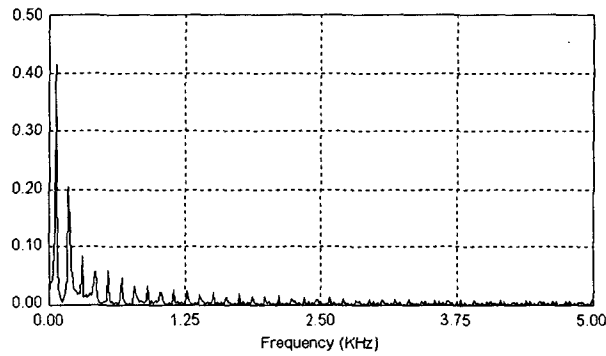


그림 6. 일반정류회로의 고조파분석  
 Fig. 6. Simulated spectra of rectifier circuit

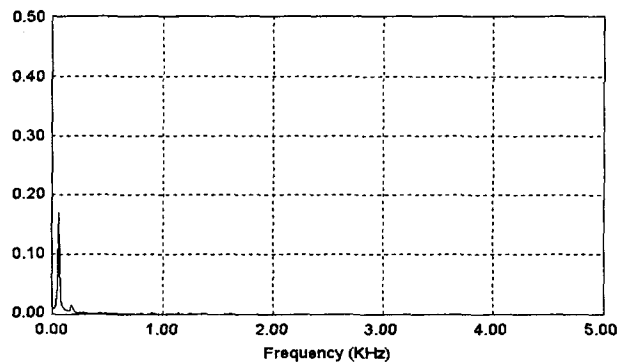
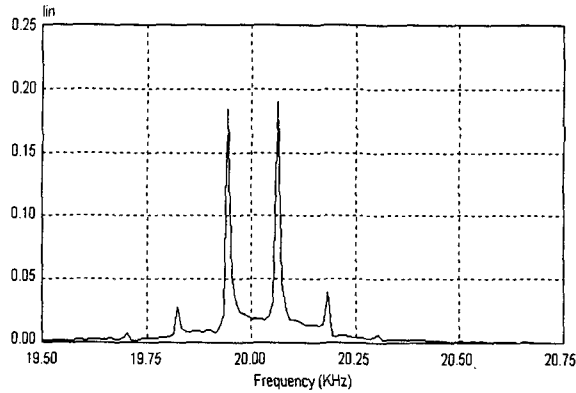


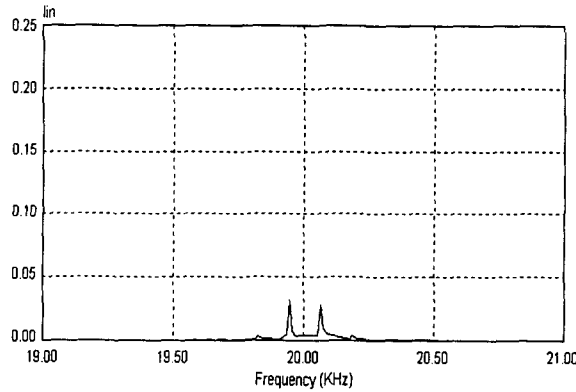
그림 7. 승압형 컨버터회로의 고조파분석  
 Fig. 7. Simulated spectra of Boost type converter

그림 7.은 승압형 컨버터회로를 이용한 유도등 점등회로를 시뮬레이션 하였을 경우 고조파에 대한 분석으로 그림 6.에 비해 현저히 감소함을 알 수 있다.

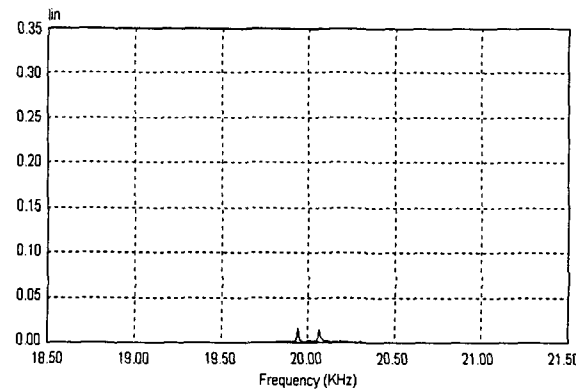
따라서 그림 2.에서 제시한 승압형 컨버터회로는 복잡한 제어를 필요로 하지 않고 일반적인 정류회로에 비해 입력전류의 고조파가 적을 뿐만 아니라 역률이 많이 개선됨을 알 수 있다.



(a)  $L_r = 0.5\text{mH}$  경우



(b)  $L_r = 3\text{mH}$  경우



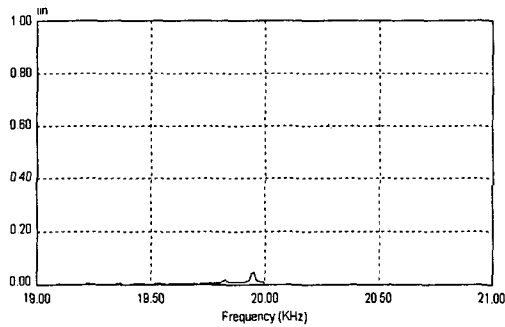
(c)  $L_r = 6\text{mH}$  경우

그림 8. 컨버터의  $D=0.3$ 인 경우의 스위칭 주파수부근의 고조파 함유율  
Fig. 8. Harmonics content factor near switching frequency( $D=0.3$ )

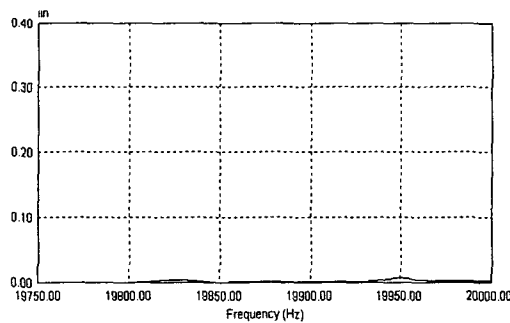
그림 8은 컨버터의 시비율  $D=0.3$ , 부하  $R=200$ , 필터 콘덴서  $C_f=3\mu F$ 일때의 스위칭 주파수 부근에서의 고조파 함유율을 나타낸 것으로 (a)는  $L_f=0.5mH$ , (b)는  $L_f=3mH$ 일 경우이고 (c)는  $L_f=6mH$ 이다.

그림 9는 컨버터의 시비율  $D=0.4$ , 부하  $R=200$ , 필터 콘덴서  $C_f=3\mu F$ 일때의 스위칭 주파수 부근에서의 고조파 함유율을 나타낸 것으로 (a)는  $L_f=0.5mH$ , (b)는  $L_f=3mH$ 일 경우이고 (c)는  $L_f=6mH$ 이다.

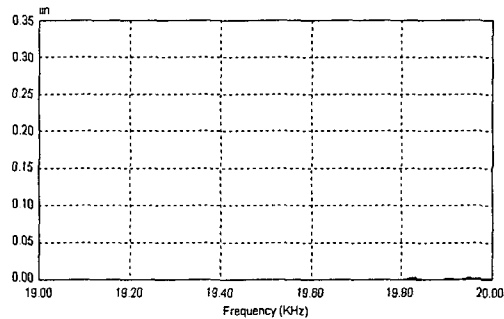
그림 8은 필터 리액터  $L_f$ 를 변화시켰을 경우의 입력전류  $i_s$ 의 왜형율을 나타낸다. 왜형율은 부하저항  $R=300\Omega$  일 경우와 시비율  $D=0.5$  일 경우의 다른 조건과 비교해서 낮



(a)  $L_f = 0.5mH$  경우



(b)  $L_f = 3mH$  경우



(c)  $L_f = 6mH$  경우

그림 9.  $D=0.4$ 인 경우의 스위칭 주파수부근의 고조파 함유율  
Fig. 9. Harmonics content factor near switching frequency( $D=0.4$ )

아지고 있음을 알 수 있다. 이는 왜형율이 이 회로의 특성상, 시비율  $D$  를 높게 하거나, 부하  $R$  을 크게 하여 출력전압  $V_L$  를 높게 한다면 낮아지기 때문이다. 또한 왜형율은 필터 리액터  $L_f$  를 상당히 크게 한다면 다소 감소하지만 그 변화는 작다. 즉, 저차의 고조파 성분에는  $L_f$  의 영향은 작게 됨을 알 수 있다.

그림 9.는 입력전류  $i_S$  의 스위칭 주파수 부근의 고조파 함유율(피크값)을 나타낸다. 스위칭 주파수 부근의 고조파 함유율은 필터 리액터  $L_f$  의 변화에 의해 크게 변화한다. 그러나 부하  $R$  이나 시비율  $D$  에 의한 영향은 작다. 또한 스위칭 주파수 부근의 고조파 함유율은  $L_f$  를 너무 작게하면 급격히 증가하고, 어느 정도 크게하면 그 변화는 작아짐을 알 수 있다. 이는 스위칭 주파수 부근의 고조파 함유율을 2% 이하로 할 경우 필터 리액터  $L_f$  의 적당한 값은  $1.0mH$  이상이 되어야 함을 알 수 있다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 승압형 컨버터회로를 이용하여 LED유도등 점등회로를 구성한 것으로 일반 정류회로에 의한 방법보다 전원측의 역률이 개선되었으며, 고조파 함유율이 현저히 감소되는 것을 확인하였다. 또한 LED 유도등은 승압형 컨버터회로의 출력을 입력 전원으로 이용한 결과 기존의 제품보다 양호한 결과가 얻어짐을 시뮬레이션을 통해서 알 수 있었다. 앞으로 계속 연구가 이루어진다면 실제 적용에 그 가능성이 있음을 알 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] 백동현, "소방전기 시설론", 동일출판사, pp. 337~355, 1996.
- [2] Masaru Matsubara, Akihiro Torii, Akiteru Ueda, "Study on AC Line Filter in Boost type Rectifier with single switching device". JIEE, Vol. 120-D, No.7, 2000.
- [3] Hengchun Mao, Fred C. Y. Lee, Dushan Boroyevich, Silva Hiti. "Review of High-Performance Three-Phase Power-Factor Correction Circuits", IEEE Transactions, Vol.IE-44, No.4, 437-446(1997-8).