

# 독립형 태양광 보안등용 전력변환기

최우석, 양지훈, 황정구, 조철현, 박성준  
전남대학교

## The Power Converter System for Stand-alone LED Streetlight

Woo Seok Choi, Ji Hoon Yang, Jung Goo Hwang, Chul Hyun Jo, Sung Jun Park  
Chonnam National University

### ABSTRACT

본 논문은 독립형 태양광 보안등에 적합한 전력변환기를 제안한다. 제안된 전력변환기는 플라이백 부스트 콤비네이션 전력변환기로 하나의 스위치로 독립형 태양광 보안등의 배터리 감압컨버터와 LED 구동용 승압 컨버터의 기능을 모두 수행한다. 또한 기존 플라이백 컨버터의 RCD 스너버 회로 대신, 출력에 직접 연결하여 누설 인덕터의 에너지를 출력으로 전달하여 손실을 줄이는 방법을 적용하였다. 제안된 회로를 검증하기 위해서 PSIM 시뮬레이터를 사용하였으며, 회로의 동작 및 구조를 설명하였다.

### 1. 서 론

낮에 태양광 모듈에서 발전된 에너지를 배터리에 저장하고 태양이 없을 때, 저장된 에너지를 이용하는 독립형 태양광 보안등은 전력 공급이 어려운 산간오지나 외딴섬에 주로 설치되고 있다. 하지만, 심미적인 관점에서 도시 경관이 강조되고, 에너지 환경보호에 대한 관심이 높아짐에 따라 독립형 태양광 보안등이 세계 도심지역 곳곳에 설치되고 있고, 앞으로도 설치수가 빠른 속도로 증가 할 것으로 예상된다.

현재의 독립형 태양광 보안등은 태양광 모듈의 에너지를 배터리로 저장하는 배터리 DC/DC 컨버터와 저장된 에너지를 LED 보안등에 맞는 전압 레벨로 변환하는 DC/DC 컨버터가 두조 필요하여 이는 단가 상승의 요인이 된다.

본 논문에서는 독립형 태양광 보안등용 전력변환기로 비절연형 플라이백 부스트 콤비네이션 컨버터를 제안한다. 제안된 컨버터는 하나의 스위치를 사용하여 구성하였으며, 기존의 플라이백 컨버터의 RCD스너버를 제거하고 이 단자를 출력 측으로 연결하여 저장된 에너지를 출력측으로 전달하여 효율 증대를 꾀하는 특징을 가진다.<sup>[1][2]</sup>

## 2. 제안된 독립형 태양광 보안등용 전력변환기

### 2.1. 제안된 컨버터의 구조

제안된 독립형 태양광 보안등용 전력변환기를 그림 1에 나타내었다. 제안된 전력변환기는 플라이백 부스트 콤비네이션 컨버터로 기존 플라이백 컨버터의 RCD 스너버를 제거하고, 변압기 1차측의 양 단자를 출력의 부단자 및 정단자에 결합하여 변압기 누설인덕터에 저장된 에너지를 출력측으로 전달함으로

에너지 변환 효율의 증대를 꾀한다. 배터리 충전기로 동작 시에 태양광 모듈의 단자가 전력변환기의 입력  $V_i$ 에 연결되고, 플라이백의 출력  $V_{o1}$ 에 배터리 단자가 연결되어 감압형 컨버터로 동작한다. LED 보안등 구동 시에 배터리의 단자가 전력변환기의 입력  $V_i$ 에 연결되고, LED 보안등의 단자가 부스트 출력  $V_{o2}$ 에 연결되어 동작한다.

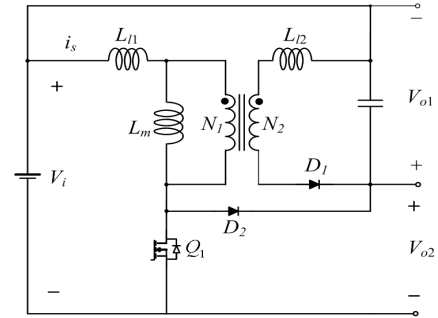


그림 1 제안된 전력변환기  
Fig. 1 The proposed power converter

### 2.2. 제안된 독립형 태양광 보안등용 전력변환기의 동작

제안된 비절연형 플라이백 부스트 콤비네이션 컨버터의 동작 모델은 1차측 누설 인덕터  $L_{11}$ 과 2차측 누설 인덕터  $L_{12}$ , 자화 인덕터  $L_m$ , 이상적인 변압기, 두 개의 다이오드와 하나의 스위치로 구성되어 있다. 제안된 컨버터의 플라이백 동작은 그림 2와 같이 4개의 모드로 구성되어 있고, 각 모드에서 동작은 다음과 같다.

#### (a) Mode 1

스위치가 온 되면서 모드가 시작 된다. 1차측 누설 인덕터  $L_{11}$ 과 자화 인덕터  $L_m$ 으로 입력전압에 의해 에너지가 저장된다. 자화 인덕터 전류  $i_{Lm}$ 는 이상적인 변압기를 통해서 출력측으로 에너지가 전달된다.

#### (b) Mode 2

출력 전류가 0이 되면 모드가 시작된다. 1차측 누설인덕터  $L_{11}$ 과 자화 인덕터  $L_m$ 으로 입력 전류가 흐른다.

(c) Mode 3

스위치가 오프 되면 모드가 시작된다. 자화 인덕터  $L_m$ 의 에너지가 이상적인 변압기를 통해서 출력측으로 전달된다. 누설 인덕터 전류  $i_{L11}$ 은  $L_{l1} - L_m - D_2 - V_o$ 의 경로를 형성한다.

(d) Mode 4

누설인덕터 전류  $i_{L11}$ 이 0이 되면 모드가 시작된다.

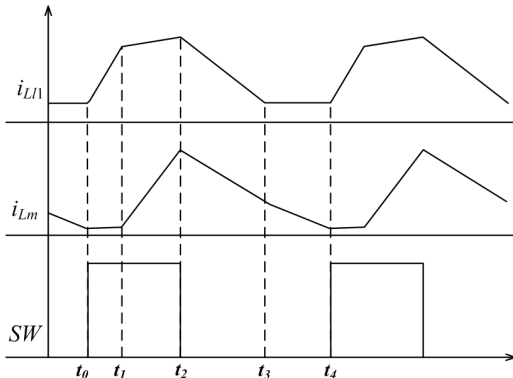


그림 2 플라이백 모드에서 스위치 및 인덕터 전압 전류 파형

Fig. 2 Switch voltage waveform and inductor current waveform at Flyback mode of proposed Converter

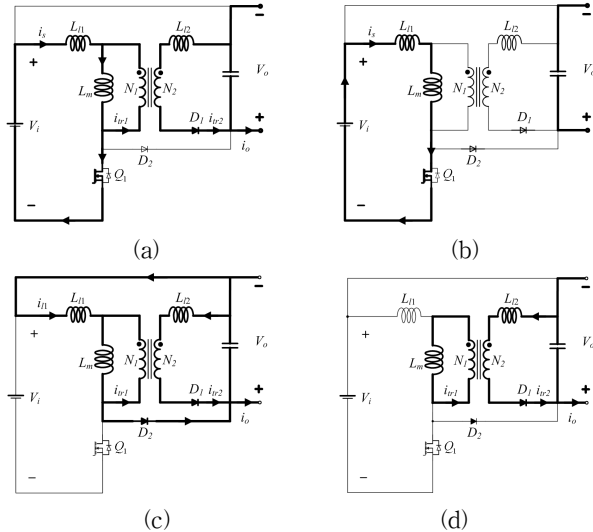


그림 3 제안된 컨버터의 플라이백 동작모드 (a) Mode1, (b) Mode2, (c) Mode3, (d) Mode4

Fig. 3 The Flyback operation mode of proposed Converter

제안된 컨버터의 부스트 동작은 자화 인덕터와 누설인덕터를 메인인덕터로 하는 기존의 불연속 부스트 컨버터 동작과 동일하다.

3. 시뮬레이션

본 논문에서 제안된 독립형 태양광 보안등용 전력변환기의 검증을 위해서 PSIM을 이용하여 시뮬레이션 하였고, 시뮬레

이션 파라미터 및 파형은 표 1 및 그림 4와 같다.

표 1 시뮬레이션 파라미터  
Table 1 Simulation parameters

Out. Cap.	500 [uF]	Input Vol.	30 [V]
Magnetizing Ind.	50 [uF]	Bat. Nominal Vol.	24 [V]
1st. Leakage Ind.	5 [uF]	Bat. Internal Resister	0.2 [Ohm]
2st. Leakage Ind	5 [uF]	Switching Frequency	45 [kHz]
Turn Ratio(N1/N2)	1 : 3	X	

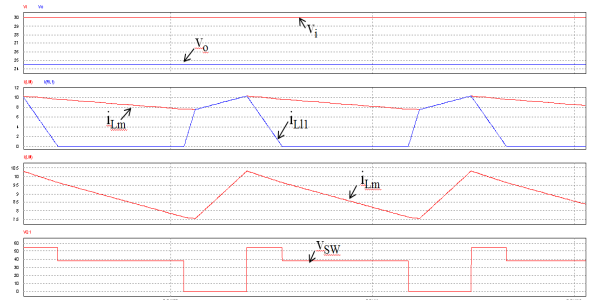


그림 4 시뮬레이션 결과 파형  
Fig. 4 Simulation result waveform

그림 4는 시뮬레이션 결과 파형이다. 누설인덕터에 저장된 에너지가 1차측으로 넘어가면서 스위치 양단의 전압파형의 피크가 클램프 된 형태로 나타난 것을 확인할 수 있다.

3. 결론

본 논문에서 제안된 컨버터의 동작구조 및 동작을 해석하였고, PSIM 시뮬레이션을 이용하여 제안된 컨버터를 검증하였다. 시뮬레이션 결과에서 누설인덕터가 출력측으로 넘어감에 따라 스위치 양단 전압파형이 클램프된 형태로 나타난 것을 확인할 수 있었다. 따라서, RCD 클램프 회로가 있는 기존의 플라이백 컨버터에 비해 제안된 컨버터가 효율이 상승 할 것이 예상된다. 향후 제안된 컨버터의 시제품을 제작하여 예측된 효율 증가를 검증하고, 올바른 설계 방법에 대해서 제시할 것이다.

이 논문은 LG이노텍의 산학과제 연구비 지원에 의하여 연구되었습

참고 문헌

[1] XIA Jicheng ZHANG Huaqiang WANG Zhixin. Research on Battery Charging Control Strategy in Stand along Wind/Photovoltaic Hybrid Street Lamp Lighting System. Water Resources and Power. 2008, 26(6): 182-185.  
[2] 이용식, 김남인, 정성원, 김재현, “풍력/태양광 하이브리드 발전을 이용한 독립형 LED 가로등 컨트롤러 개발”, 대한 전기학회 하계학술대회 논문집, pp 892-893, 2012, 7.