

# 소형풍력발전 전원장치를 위한 절연형 DC-DC 컨버터

주중성\*, 황인우\*, 허예창\*, Malon\*, 김은수\*, 임덕진\*\*, 진영호\*\*  
 전주대학교\*, 금풍에너지(주)\*\*

## The Isolated DC-DC Converter for Small Wind Power System

J.S Joo\*, I.W Hwang\*, Y.C Heo\*, Malon\*, E.S Kim\*†, D.J Im\*\*, Y.H Chin\*\*  
 JeonJu University\*, Geum Poong Energy Inc.\*\*

### 1. 서 론

최근 유가상승과 지구온난화 문제로 인하여 화석에너지를 대체할 에너지원으로 신재생에너지의 기술개발이 활발히 진행되고 있다.<sup>[1]</sup> 그 중 풍력발전은 선진국에서도 경제성에 대한 검증은 끝낸 에너지원으로 청정하고 무한대에 가까운 가용량을 가지고 있는 대체 에너지원으로써 소규모 주택용부터 대규모 발전용까지 다양하게 적용할 수 있다.

소형풍력발전은 낮은 발전용량과 발전전압으로 인해 배터리 충전에 주로 사용되고 있다.<sup>[2]</sup> 그리고 소형풍력발전기 발전전압을 일정한 출력으로 변환하여 배터리를 충전시킬 DC DC 컨버터가 필수적이다. 소형풍력발전에 사용되는 전력변환장치로 비절연형 컨버터와 절연형 컨버터가 있는데 그림 2에 나타난 비절연형 Buck 컨버터는 넓은 입력전압( $80V_{dc} \sim 260V_{dc}$ )에서 낮은  $24V_{dc}$ 로 강압하는 조건에서는 작은 듀티 비(Duty ratio) 제어로 인해 주 스위칭 소자(S)의 턴 온(Turn on) 동작 구간보다는 턴 오프(Turn off) 구간이 많아져서 프리휠링다이오드(D<sub>f</sub>)로의 순환전류가 많이 흘러 효율개선에 어느 정도 한계를 가지고, 출력단에 블로킹 다이오드(D<sub>B</sub>)를 사용해 도통손실 또한 증가시키는 단점이 있다. 그러나 그림 3 (a)의 절연형 Flyback 컨버터는 변압기를 사용하기 때문에 턴 수비에 의하여 듀티 비(Duty ratio)를 조절할 수 있어 제어 용이하고, 입력단과 출력단이 전기적으로 절연되어 있어 별도의 블로킹 다이오드(D<sub>B</sub>)가 필요하지 않다는 장점이 있다. 그러나 절연형 Flyback 컨버터는 1차측 누설 인덕턴스에 의한 서지전압(Surge Voltage)에 따른 주 스위칭 소자(S)의 전압 스트레스가 크기 때문에 주 스위칭 소자(S) 선정에 있어 어려움이 있었다.

본 논문에서는 300W 소형풍력발전 전원장치로 절연형 Flyback 컨버터를 적용하여 효율 개선 및 안전성 확보를 위한 실험 및 비절연형 Buck 컨버터와 절연형 Flyback 컨버터의 효율특성을 비교 분석하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 소형풍력발전 시스템

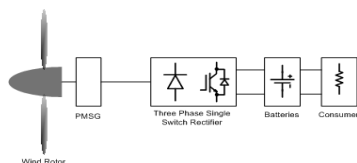


그림 1. 풍력발전 시스템 개념도

그림 1은 소형풍력발전의 시스템을 나타낸 것으로 기계

에너지를 전기에너지로 변환하여 3상 정류단과 전원장치를 통해 배터리와 부하에 연결된다.<sup>[2]</sup>

#### 2.2 컨버터 동작 특성

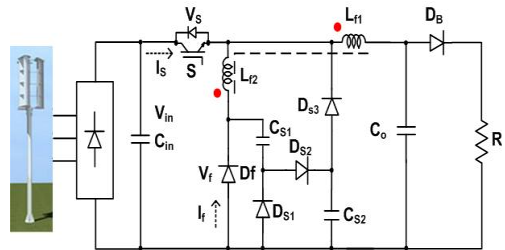
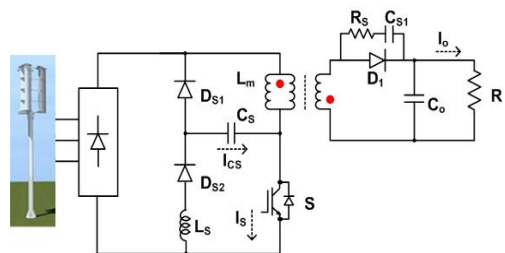
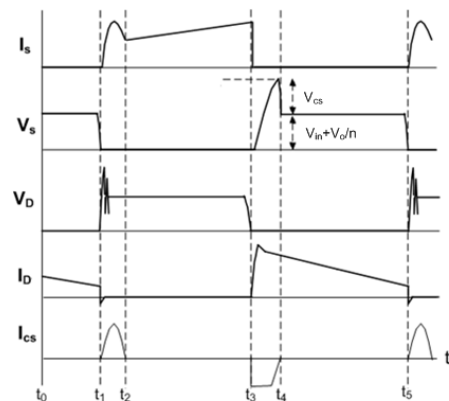


그림 2. 에너지회생 스너버 적용 비절연형 Buck 컨버터



(a) 적용 주 회로



(b) 동작 파형

그림 3. LC Turn-off 스너버 적용 절연형 Flyback 컨버터

본 논문은 그림 2의 에너지회생 스너버를 사용한 비절연형 Buck 컨버터와 그림 3 (a)의 LC Turn off 스너버 적용 절연형 Flyback 컨버터를 실험을 통하여 비교 분석한 것으로, 비절연형 Buck 컨버터의 하드 스위칭 문제를

해결하기 위해서 에너지회생 스너버를 사용한 비절연형 Buck 컨버터의 동작 특성은 참고 문헌 [2]에 나타났다. 그리고 LC Turn off 스너버 적용 절연형 Flyback 컨버터의 동작 특성은 그림 3 (b)와 같으며 주 스위칭 소자(S) 턴 오프(Turn off) 시 입력전압( $V_{in}$ )과 2차측에서 1차측으로 유도(Reflect)된 전압( $V_o/n$ ) 그리고 누설인덕턴스에 의해 발생하는 서지전압(Surge Voltage)이 주 스위칭 소자(S)에 바로 인가되지 않고 저임피던스 상태인 스너버 커패시터  $C_s$ 와 스너버 다이오드  $D_s$ 로 전류가 흐르게 되어 주 스위칭 소자(S) 턴 오프(Turn off) 시 영전압 스위칭을 제공하게 된다.<sup>[3]</sup>

### 3. 실험결과

본 논문에서는 소형풍력발전 전원장치인 비절연형 Buck 컨버터와 절연형 Flyback 컨버터에 대하여 비교 분석하였다. 표 1은 비절연형 Buck 컨버터 및 절연형 Flyback 컨버터의 주요 정격과 파라미터, 표 2는 비절연형 Buck 컨버터 및 절연형 Flyback 컨버터에 사용된 소자에 대하여 나타내었다.

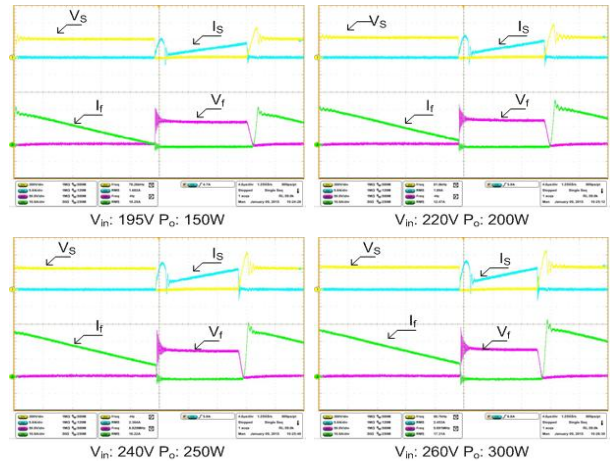
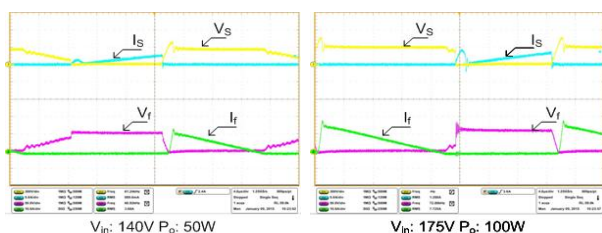
표 1. 비절연형 Buck 컨버터 및 절연형 Flyback 컨버터 주요 정격과 파라미터

주요 정격과 파라미터		
입력전압( $V_{in}$ )		80V <sub>dc</sub> ~260V <sub>dc</sub>
출력전압( $V_{out}$ )		24V <sub>dc</sub>
출력전류( $I_o$ )		12.5A
스위칭주파수( $f_s$ )		25kHz
비절연형 Buck 컨버터	렘-인덕터	173uH
	1차측 인덕턴스( $L_{f1}$ )	65.85uH
	2차측 인덕턴스( $L_{f2}$ )	22nF
	스너버 커패시터( $C_{s1}$ )	33nF
	스너버 커패시터( $C_{s2}$ )	633.9uH
절연형 Flyback 컨버터	1차측 인덕턴스( $L_{f1}$ )	25.96uH
	2차측 인덕턴스( $L_{f2}$ )	108.189nH
	1차측 누설 인덕턴스( $L_{l1}$ )	30uH
	스너버 인덕턴스( $L_s$ )	10nF
	스너버 커패시터( $C_s$ )	

표 2. 비절연형 Buck 컨버터 및 절연형 Flyback 컨버터 실험에 사용된 소자

실험에 사용된 소자		
비절연형 Buck 컨버터	주 스위칭 소자(S)	IPW65R110CFD (650V/31.2A/R <sub>DS</sub> :0.11Ω)
	프리휠링다이오드(D <sub>f</sub> )	DSEI30-06A(600V/37A)
	스너버 다이오드(D <sub>s</sub> )	IDH10G65C5(650V/10A/V <sub>F</sub> :1.5V)
절연형 Flyback 컨버터	주 스위칭 소자(S)	IPW65R110CFD (650V/31.2A/R <sub>DS</sub> :0.11Ω)
	2차측정류다이오드(D)	DSSK60-015A(150V/60A)
	스너버 다이오드(D <sub>s</sub> )	IDH10G65C5(650V/10A/V <sub>F</sub> :1.5V)

그림 4는 LC Turn off 스너버 적용 절연형 Flyback 컨버터의 동작 시 측정된 실험파형으로 측정 조건은 50 ~ 300W 일 때 주 스위칭 소자(S)와 2차측정류다이오드(D)의 전압 및 전류의 파형을 측정하였다.



(Ch1: 100V/div, Ch2: 7A/div, Ch3: 100V/div, Ch4: 7A/div)  
그림 4. LC Turn-off 스너버 적용 절연형 Flyback 컨버터 동작파형

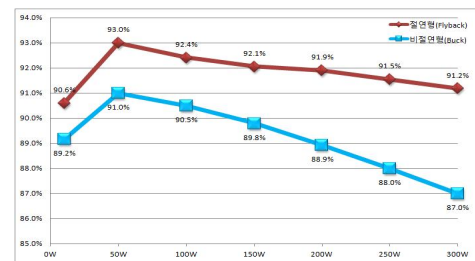


그림 5. 비절연형 Buck 컨버터와 절연형 Flyback 컨버터 효율특성



그림 6. 비절연형 Buck 컨버터 및 절연형 Flyback 컨버터 시제품

그림 5는 비절연형 Buck 컨버터와 절연형 Flyback 컨버터의 효율을 비교한 그래프로 비절연형 Buck 컨버터에 비해 절연형 Flyback 컨버터의 효율이 2~4%가량 높음을 확인할 수 있었다. 그림 6은 비절연형 Buck 및 절연형 Flyback 컨버터 시제품 사진을 나타냈다.

본 과제(결과물)는 교육부의 재원으로 지원을 받아 수행된 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업의 연구결과입니다.

### 참고 문헌

- [1] 이현희, 최대근, 이교범 “백 부스트 컨버터를 이용한 계통연계형 소형풍력발전시스템의 센서리스 MPPT 제어” 전력전자학술대회논문집, pp. 259 260, 2011
- [2] 주종성, 최용욱, 유경중, 황인우, 김은수, 임덕진, 진영호 “소형풍력발전 전원장치를 위한 DC DC 컨버터” 전력전자학술대회논문집, 2014.11, pp. 191 192
- [3] T. Ninomiya, T. Tanaka, K. Harada, Analysis and Optimization of a Nondissipative LC Turn Off Snubber, IEEE PE, 1988.