

단상 비 반전 벡-부스트 컨버터 모듈레이션 방법에 따른 효율 비교

윤동관, 조영훈
 건국대학교 전력전자 연구실

Comparison of efficiency according to Non-inverting Buck-Boost Converter Modulation

Dongkwan Yoon, Younghoon Cho
 Power Electronics Lab., Konkuk Univ

ABSTRACT

Conventional buck-boost converter has the disadvantage that the output voltage is inverted. The single phase non-inverting buck-boost converter (SPNIBBC) used four switches has H-bridge type Circuit. The output voltage is not inverted. The SPNIBBC can be controlled by the single carrier method and the dual carrier method according to the modulation method. In this paper, we have fabricated the converter and compared the efficiency according to the modulation method.

1. 서론

태양전지, 연료전지 및 풍력과 같은 다양한 신재생 에너지 어플리케이션에서 DC-DC 컨버터는 다양한 입력 전압원 으로부터 변환된 출력 전압을 제공하는데 사용된다.^[1] 벡-부스트 컨버터는 승/강압이 모두 가능한 토폴로지다. 일반적인 벡-부스트 컨버터의 회로도는 그림 1과 같이 구성되어 있으며, 출력 전압이 반전되는 특성을 가진다. 본 논문에서 실험하는 벡-부스트 컨버터는 그림 2와 같이 구성되어 있으며 일반적인 벡-부스트 컨버터와 달리 출력 전압이 반전되지 않는 특징이 있다. 본 논문에서는 비반전 벡-부스트 컨버터의 모듈레이션 방식에 따른 효율비교를 진행했다.

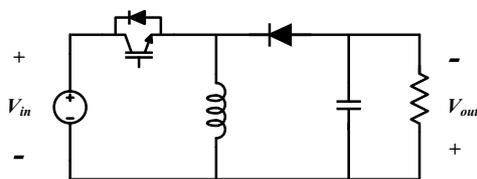


그림 1. 벡 부스트 컨버터
 Fig 1. Conventional Buck-Boost Converter

2. 본론

2.1 비반전 벡-부스트 컨버터 모듈레이션

비반전 벡-부스트 컨버터는 그림 2와 같이 4개의 스위치를 이용하여 H-Bridge 형태로 구성되어 있다. 비반전 벡-부스트 컨버터는 스위칭 동작에 따라 Single Carrier (Double Pole) / Dual Carrier(Single Pole) 두 가지 모듈레이션 방식으로 구성

이 가능하다.^[1]

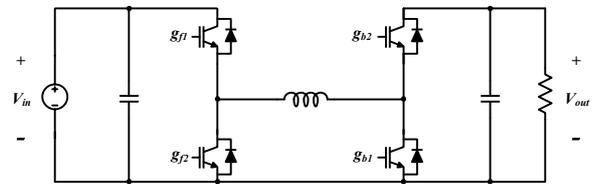
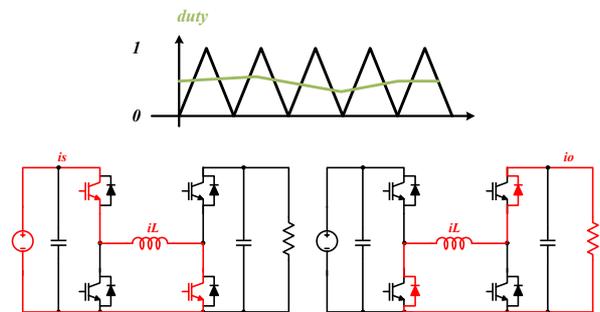


그림 2. 비반전 벡-부스트 컨버터
 Fig 2. Non inverting Buck-Boost Converter

2.1.1 Single Carrier (Double Pole Modulation)



(a) 벡-부스트 동작 모드
 그림 3. 싱글 캐리어 모듈레이션 및 동작 모드
 Fig 3. Single Carrier Modulation PWM carrier signal / Operating mode

Single Carrier 모듈레이션 방식은 그림 3과 같이 구성되어 스위치 g_{f1} - g_{b1} , g_{f2} - g_{b2} 는 동시에 구동된다. Single Carrier 모듈레이션 방식에 따른 인덕터 전류와 입력전류, 인덕터 전류와 출력 전류는 다음 수식 (1), (2)와 같은 관계식을 가지며, 이는 벡-부스트 컨버터와 동일한 관계식을 가진다.

$$I_s = DI_L \tag{1}$$

$$I_o = (1 - D)I_L \tag{2}$$

2.1.2 Dual Carrier (Single Pole Modulation)

Dual Carrier 모듈레이션 방식은 그림 4와 같이 구성되어 스위치 g_{f1} - g_{f2} 는 Buck Modulation, 스위치 g_{b1} - g_{b2} 는 Boost Modulation 방식으로 구동한다. Dual Carrier 모듈레이션 방식

에 따른 인덕터 전류와 입력전류 및 출력 전류의 관계식은 일반적인 벡 컨버터, 부스트 컨버터와 동일하다.

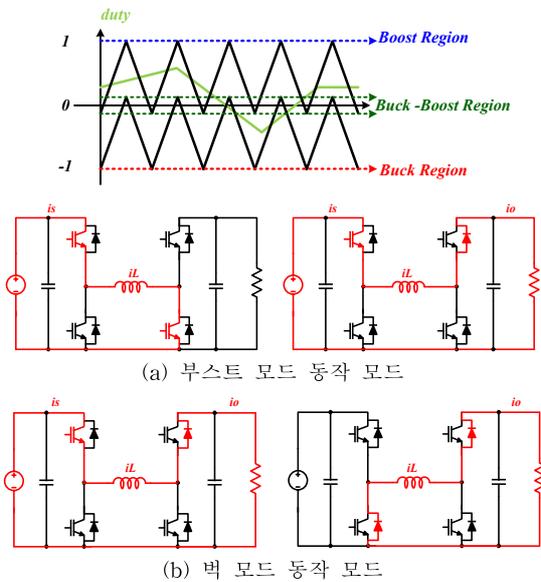


그림 4. 듀얼 캐리어 모듈레이션 및 동작 모드
Fig 4. Double Carrier Modulation PWM carrier signal / Operating mode

3. 시뮬레이션

비반전 벡-부스트 컨버터 모듈레이션 방법에 따른 인덕터 전류를 비교해 보기 위해 PowerSim 社의 Psim을 이용하여 시뮬레이션을 진행했다. 벡-부스트 컨버터의 전류제어기는 일반적인 DC-DC 컨버터에 사용되는 비례 적분 제어기를 사용하였다. 시뮬레이션의 파라미터들은 표 1과 같으며, 그림 5는 해당 정격에서 시뮬레이션을 통해 모듈레이션 방법에 따른 인덕터 전류를 비교한 결과이다. 시뮬레이션 결과 동일 정격에서도 모듈레이션 방법에 따라 인덕터 전류의 평균값과 리플의 크기가 다른 것을 확인할 수 있다.

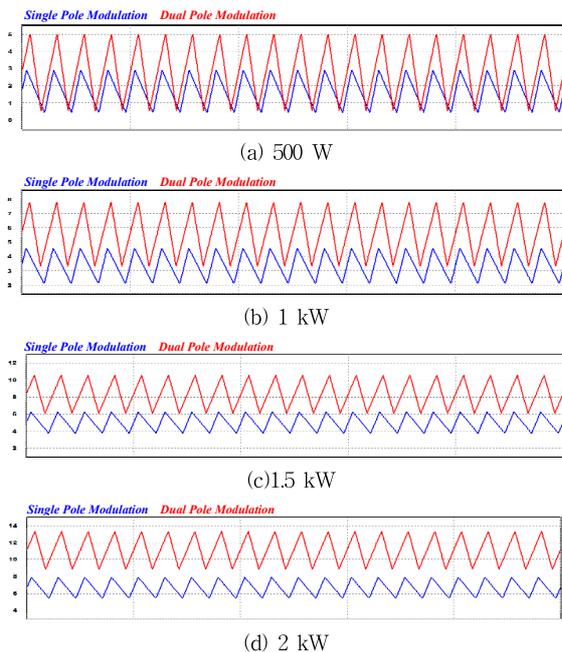


그림 5. 시뮬레이션 결과
Fig 5. Simulation results

4. 실험

실험은 Infineon 社의 FF50R12RT4 IGBT 모듈을 이용하여 비반전 벡-부스트 컨버터를 구성하였으며, 실험 파라미터는 표 1과 같다. 400W부터 1.9kW 까지 약 400W 단위로 효율측정을 진행했으며, 효율은 Fluke 社의 Fluke289 멀티미터를 이용하여 측정을 진행했다. 모듈레이션에 따른 효율 변화는 그림 6과 같다.

표 1 시스템 파라미터
Table 1 System parameters

Vin	300 V	L	2 mH
Vout	450 V	fsw	20 kHz
Pmax	2 kW		

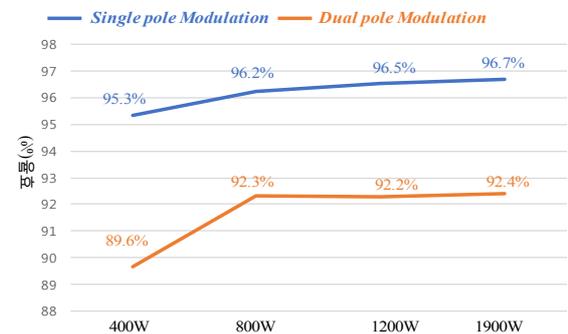


그림 6. 모듈레이션 방법에 따른 효율 측정 결과
Fig 6. Efficiency measurement result according to the modulation method

5. 결론

본 논문에서는 비반전 벡-부스트 컨버터 모듈레이션 방식에 따른 효율 분석을 비교해보았으며, 모듈레이션 방법에 따른 상대적인 효율차이를 확인했다. 차후 비반전 벡-부스트 컨버터를 인터리브 방식으로 구성하여 실험을 진행할 예정이며, 모듈레이션 방식에 따른 스위치의 도통 손실, 스위칭 손실에 대하여 분석을 진행해볼 예정이다.

본 연구는 2017년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 에너지인력양성사업으로 지원받아 수행한 인력양성 성과입니다. (No.20174030201660)

참고 문헌

- [1] D. Kim and B. Lee, "An Enhanced Control Algorithm for Improving the Light-Load Efficiency of Noninverting Synchronous Buck-Boost Converters," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 31, no. 5, pp. 3395-3399, May 2016.
- [2] C. Oh, D. Kim, D. Woo, W. Sung, Y. Kim and B. Lee, "A High-Efficient Nonisolated Single-Stage On-Board Battery Charger for Electric Vehicles," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 28, no. 12, pp. 5746-5757, Dec. 2013.