

유사 DC-link형 탭인덕터 벅-부스트 마이크로 인버터

장종호, 서정원, 김석희, 박종후
숭실대학교

Quasi-DC link type tapped-inductor Buck-Boost Micro Inverter

Jong Ho Jang, Jung Won Seo, Seok Hee Kim, Joung Hu Park
Soongsil University

ABSTRACT

본 논문에서는 저가형 고효율의 탭인덕터 벅 부스트 마이크로 인버터를 제안한다. 제안하는 인버터는 정상상태 연속모드(CCM)에서 단상전력계통에 고역률의 정현과전류를 공급할 수 있는 새로운 구조이다. 강압시에는 벅모드로 동작하며, 승압시에는 탭인덕터 부스트 모드로 동작한다. 정류형태의 전류를 2차측에 공급하면, 낮은 주파수를 사용하는 전파정류 인버터가 고역률의 교류 파형으로 변환한다. 벅부스트에 탭인덕터를 적용함으로써 권선비에 따른 시비율을 조절할 수 있어 극단적인 승압시에도 벅부스트의 도통을 적절히 유지할 수 있다. 제안하는 인버터는 정상상태 연속모드(CCM)에서 PSIM을 통해 시뮬레이션을 하여 증명하였다.

1. 서론

환경문제와 화석연료의 고갈이 화제가 됨에 따라 환경친화적 신재생 에너지가 향후 주요 에너지원으로 급부상 되었다. 특히, 신재생 에너지원 중에서도 태양광이 장래가 촉망되는 에너지원으로 부각되고 있다. 최근 태양광 발전 시스템은 비용절감에 효과가 있는 전력계통에 직접 전력을 공급하는 방식을 선호한다. 하지만 PV시스템은 PV패널에 그림자가 생겼을 시 전압불균형이 생기게 된다. 이러한 제한을 극복하기 위해 독립 PV모듈 속의 계통연계형 DC AC 마이크로인버터를 포함하는 AC모듈 같은 분산형 PV시스템이 제안되었다. 마이크로 인버터는 AC형태의 출력 전류 뿐만 아니라 PV모듈에서의 최대과위를 얻을 수 있도록 하는 입력전류를 조절할 수 있다. 또한 독립적인 최대전력 추종 덕분에 전압 불균형에 따른 손실이 없고, 중앙 집중식보다 훨씬 더 최적화된 동작을 할 수 있다. 단상전력계통에 고역률의 정현과전류를 공급할 수 있는 전류원으로는 탭인덕터 벅부스트를 사용함으로써 2차측에 공급되어진 전류는 인버터를 통해 낮은 주파수를 사용하는 교류파형으로 변환되며, 극단적인 승압시 탭인덕터의 적용으로 권선비에 따른 적절한 시비율을 유지할 수 있어 적절한 도통율을 유지할 수 있다. 따라서 본 논문은 PSIM 시뮬레이션을 통해 탭인덕터 벅부스트 마이크로 인버터의 동작특성을 분석하였다.^[1]

2. 탭인덕터 벅부스트 마이크로 인버터

그림 1은 본 논문에서 제안한 탭인덕터 벅부스트 마이크로 인버터 회로이다. 첫 번째 스테이지는 탭인덕터의 2차측 출력

인덕터 전류를 조절 할 수 있는 벅부스트 컨버터가 있고, 두 번째 스테이지로는 60Hz의 스위칭 주파수를 갖고, 완전한 정현과 전류가 출력으로 나오는 풀브릿지 DC AC 인버터 회로가 있다.

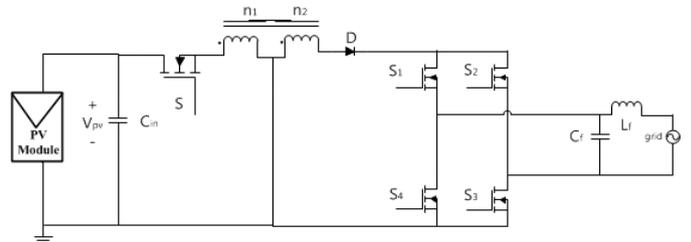
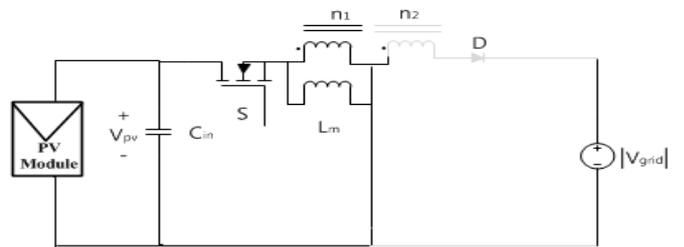


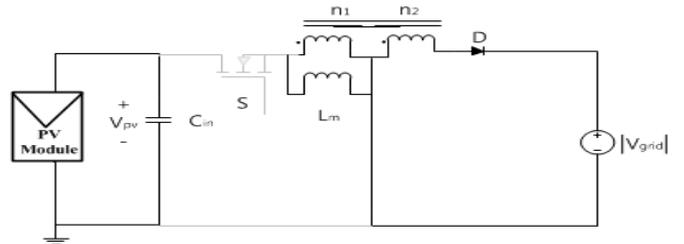
그림 1 탭인덕터 벅부스트 마이크로 인버터

2.1 탭인덕터 벅부스트 컨버터의 동작특성

탭인덕터 벅부스트 컨버터 회로는 탭인덕터 벅부스트 마이크로 인버터에서 전파정류된 전류원으로 사용된다. 탭인덕터 벅부스트는 중간에 탭을 낸 인덕터를 적용하여 1차측과 2차측이 서로 연결되는 구조를 가진다. 제안된 컨버터는 2가지 MODE로 나누어 분석할 수 있다. 그림 2에 제안된 회로의 동작모드를 나타내었다.



(a) Boost Mode



(b) Buck Mode

그림 2 전류원으로 동작하는 탭인덕터 벅-부스트 동작특성

태양광 패널의 전압이 출력인 계통전압 보다 낮을 때는 그림 2의 (a)처럼 부스트 모드로 동작한다. 부스트 컨버터 모드로 동작할때는 스위치 전류를 조절하여 계통전압이 태양광 패널 전압보다 높은 상태를 유지 시킨다.

태양광 패널의 전압이 출력인 계통전압 보다 높을 때는 그림 2의 (b)처럼 벅 모드로 동작한다. 벅 컨버터 모드로 동작할 때는 스위치 전류를 조절하여 계통전압이 태양광 패널 전압보다 낮은 상태를 유지 시킨다.^[2]

2.2 폴브릿지 인버터

그림 3은 탭인덕터 벅부스트의 2차측 전류를 스위칭을 통해 정현파로 변환하는 회로이다.

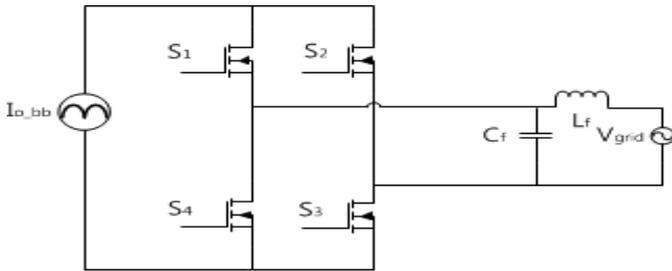


그림 3 계통에 전력을 공급하는 인버터 회로

탭인덕터 벅부스트 컨버터의 전과정류된 출력 전류를 정현파로 변환하여 출력쪽의 필터를 이용해 완벽한 정현파를 만들어 계통에 공급하게 된다.

2.3 탭인덕터 벅부스트 마이크로 인버터

그림 3에 제안된 탭인덕터 벅부스트 마이크로 인버터를 나타내었다. 제안된 인버터는 제어기를 통한 레퍼런스 전류를 스위치 전류가 추종하면서 탭인덕터 벅부스트의 출력전류가 전과정류된 정현파의 모습으로 나타나게 된다. 전과정류된 정현파를 인버터를 통해 정현파의 형태로 변환하게 되고, 필터를 사용해 완전한 정현파의 출력을 계통에 공급하게 된다.

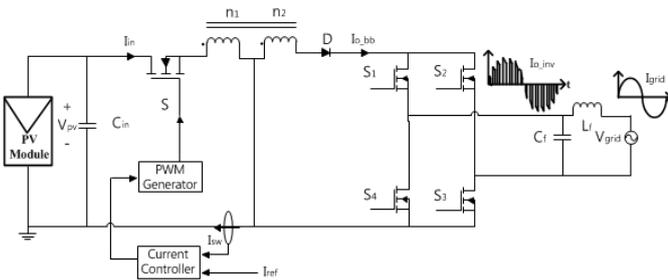


그림 4 제안된 탭인덕터 벅부스트 마이크로 인버터

3. Simulation

그림 5에서는 제안된 인버터의 연속모드(CCM)에서 각 스테이지 출력 전류 파형을 나타내었다. 탭인덕터 벅부스트 컨버터의 출력 전류는 전과 정류된 전류파형을 볼 수 있고, 인버터의 출력 전류는 정현파 형태의 전류임을 확인할 수 있고, 필터를 통과하여 완벽한 정현파의 전류가 됨을 확인할 수 있다.

표 1 제안된 인버터의 설계사양

V_m	PV모듈 출력 전압	35.6[VDC]
I_m	PV모듈 출력 전류	4.55[A]
C_{in}	입력 커패시터	4700[uF]
$n_1 : n_2$	탭인덕터 turns ratio	1 : 12
L_m	자화인덕턴스	60[uF]
d	Duty cycle	0.349
f_{sw}	스위칭 주파수	65[kHz]
V_{grid}	계통 전압	60[Hz]/220[V _{AC}]
C_f	필터 커패시터	0.2[uF]
L_f	필터 인덕턴스	4.4[mH]

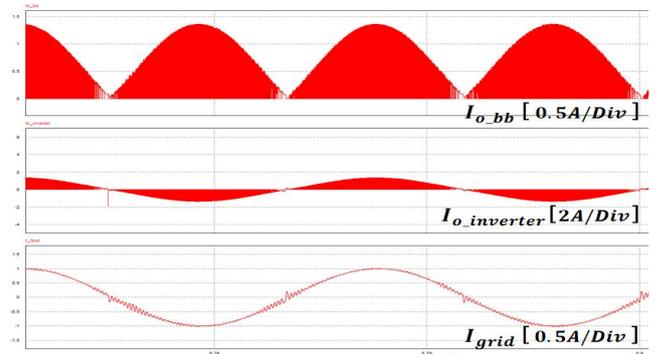


그림 5 벅부스트, 인버터, 그리드 출력전류 파형

제안된 인버터의 Grid 전류는 0.99897의 고역률을 확인 하였으며, THD 또한 3%로 매우 낮은 것을 확인 할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 탭인덕터 벅부스트 마이크로 인버터를 제안하였고, CCM모드에서의 시뮬레이션을 통한 동작특성, Grid에 공급되는 전류의 특성을 증명하였다. 시뮬레이션 결과처럼 완벽한 정현파로 Grid에 전력을 공급할 수 있는 것을 확인 할 수 있고, Grid에 공급되는 전류 또한 고역률의 낮은 THD를 가진다는 것을 확인 할 수 있었다. 향후에는 효율을 높일 수 있는 방법을 연구하여 실험을 통한 효율 분석 및 효율 향상을 하고자 한다.

참고 문헌

- [1] Thang,T.V., Thao,N.M., Do Hyun Kim, Joung Hu Park, "Analysis and design of a single phase Flyback microinverter on operation", IEEE Transactions on Power Electronics,, Vol. 2, No. 7, pp. 1229 1234, 2012, June.
- [2] Zheng Zhao, Ming Xu, Jih Sheng Lai, "Derivation, Analysis, and Implementation of a Boost Buck Converter Based High Efficiency PV Inverter", IEEE Transactions on Power Electronics,, Vol. 27, pp. 1304 1313, 2012, March.