

태양광 시스템을 위한 MPPT와 전하 균등화가 가능한 부스트 차지펌프 통합형 전력조절기

박정현, 박종후
 숭실대학교

Unified Power conditioner for MPPT and charge balancing Boost-charge pumped circuit of Photovoltaic system

Jeong Hyun Park, Joung Hu Park
 Soongsil univ.

ABSTRACT

본 논문에서는 제안하는 컨버터와 인버터의 회로를 통합하여 다중레벨의 출력 전압과 커패시터의 전압 균등화 동작을 부스트와 차지펌프 회로를 이용하여 고효율의 회로를 구성하였다. 또한 결합 인덕터를 사용함으로써 누설인덕턴스를 최소화할 뿐만 아니라 추가적인 전하균등화 회로를 추가하지 않음으로써 가격에서도 유리함을 제공한다. 부스트-차지펌프회로와 멀티레벨 인버터가 결합된 새로운 구조를 제안하고 이를 수식적으로 정리하고 시뮬레이션과 실제 하드웨어를 통하여 검증하였다.

1. 서론

꾸준히 향상되는 산업 발달과 생활수준, 그리고 화석연료 에너지의 고갈로 인하여 신재생에너지의 필요성은 점점 확대되고 주목받고 있다. 산업계는 많은 신재생에너지를 연구하고 있고, 그 중 태양광에너지는 화석연료를 대체로 할 수 있는 에너지원으로써 이를 효율적으로 사용하기 위해 PCS(Power Conditioning System)의 적극적인 연구가 진행되고 있다. 신재생에너지에서의 발전 전력의 공급 시에는 회로에서의 효율은 물론 분산전원의 계통으로의 영향으로 인하여 전력품질의 향상 또한 필수적으로 고려되어야 하며 이를 위한 PLL(Phase Lock Loop)과 멀티레벨 인버터 등의 연구 또한 활발히 진행 중이다.^[1]

본 논문에서는 결합 인덕터를 사용함으로써 기존의 전하균등화회로와는 다르게 별도의 추가 회로가 없는 구조로 구현하였고, 기존의 컨버터와 인버터의 동작 특성을 고려하여 새로운 구조를 구성함으로써 다중 출력 레벨의 출력 전압과 커패시터 전압 균형을 최소의 소자를 사용하여 시뮬레이션과 하드웨어 실험으로 검증하였다.

2. 본론

본 논문에서 제안하는 태양광 시스템을 위한 MPPT와 다중 커패시터 충전 균형 동작이 가능한 부스트 차지펌프 통합형 전력조절기의 회로의 구조는 세 가지의 구조로 나누어 볼 수 있다. 먼저 PV모듈과 연결된 컨버터에는 부스트와 차지펌프 회로로 연결되어 다 출력의 형태로 이루어져 있고, 이는 변형

된 멀티레벨 인버터와 연결되는 구조로 구성되어 있다. 그림 1은 제안하는 전력조절기의 회로이다.

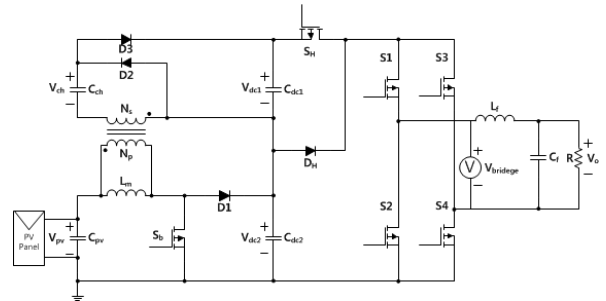


그림 1. 제안하는 통합형 전력조절기의 구조

2.1 차지펌프를 포함한 부스트 컨버터

제안하는 구조에서 사용된 컨버터는 PV패널에 연결된 부스트 컨버터와 결합 인덕터를 통하여 연결된 차지펌프회로로 구성되어 있다. 부스트 컨버터의 Lm에 걸리는 전압은 출력전압 Vdc에 의해 결정된다. 이를 통하여 차지펌프회로의 출력전압 또한 사용된 결합 인덕터의 턴 비에 의해 결정된다. 결정되는 전압 이득식은 공식 1과 같다.^{[2],[3]}

$$\frac{V_{dc}}{V_{pv}} = \frac{1}{1-D} \frac{N_s}{N_p} \quad (1)$$

사용소자를 최소화한 제안한 구조의 컨버터는 한 개의 스위치를 사용하기 때문에 CCM에서 동작한다는 조건일 때 모드는 on, off 두 가지로 나뉜다. 스위치 Sb가 ON일 때 일반적인 부스트 컨버터의 on동작과 동일하고 동시에 차지펌프회로의 D2는 on D3는 off로 동작한다. 스위치 Sb가 off일 때 부스트 컨버터의 off동작과 동일하고 동시에 차지펌프회로의 D2는 on D3는 off로 동작하여 회로의 커패시터 전압은 균등화가 된다.^[4]

여기에서 사용된 Lm, 즉, 인덕터는 오직 한 개의 결합 인덕터를 사용하여 가격절감의 장점을 부여할 수 있다.

2.2 변형된 H-bridge 인버터

본 논문에서 사용한 변형된 H-bridge 인버터는 기존의 H-bridge 인버터에 스위치와 다이오드를 하나씩 추가하여 출력 전압 레벨이 증가했을 때 H-bridge 측의 전압 스트레스가 감소하지 않고, DC-Link 커패시터의 전압 불균형으로 인하여 전하 균등화 회로가 필요하다.

인버터의 동작은 먼저 S2와 S3가 on이 되어 출력 전압이 0의 상태로 만든다. 인가전압이 Vdc/2일 경우 SH는 off상태를

유지하고 DH는 on이 되고 스위치 S1과 S4가 도통되어 $V_{dc}/2$ 의 전압을 출력단에 인가해 준다. 인가전압이 V_{dc} 인 경우 SH가 on이되고 DH는 off가 된다. 스위치는 S1과 S4가 도통되어 V_{dc} 의 전압을 출력단에 인가된다.^{[1],[5]}

3. 실험 결과

3.1 시뮬레이션 결과

표 1. 사용한 파라미터 값

Parameters	Value
Input DC voltage (V_{pv})	60V
Magnetizing Inductance (L_m)	300uH
Transformer ratio (n)	1:1
DC-Link voltage (V_{dc1}, V_{dc2})	80V
Filter Inductance (L_f)	2mH
Filter Capacitance (C_f)	2uF

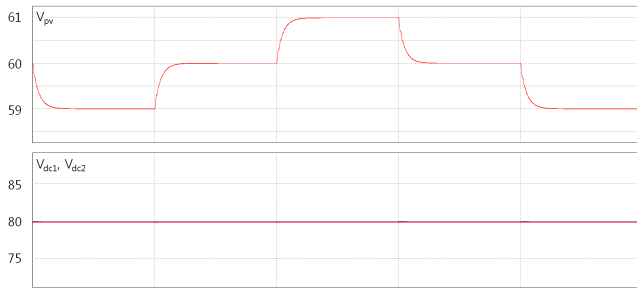


그림 3. 차지펄스를 포함한 부스트컨버터 시뮬레이션 결과

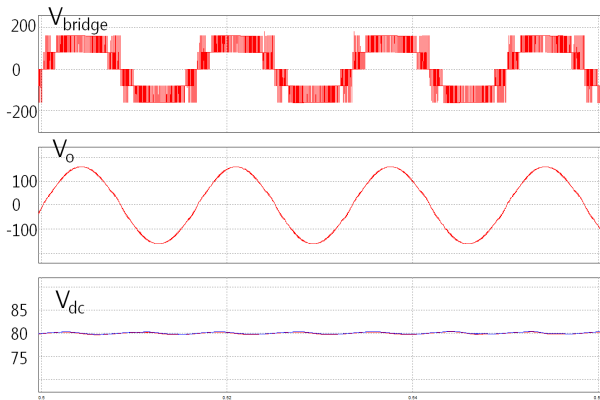


그림 4. 컨버터를 적용한 변형된 인버터 시뮬레이션 파형

그림 3은 컨버터의 파형이다. MPPT를 하는 동시에 각각의 V_{dc} 의 전압이 균등화가 된 것을 확인 할 수 있다. 그림 4는 컨버터를 적용한 변형된 H-bridge 인버터의 파형이다. 출력 전압을 정상적으로 출력하는 것을 확인 할 수 있다.

3.2 하드웨어 결과

그림 5와 그림 6은 시뮬레이션으로 예상했던 결과를 하드웨어 실험을 통하여 동일하게 출력하고 있음을 확인할 수 있다.

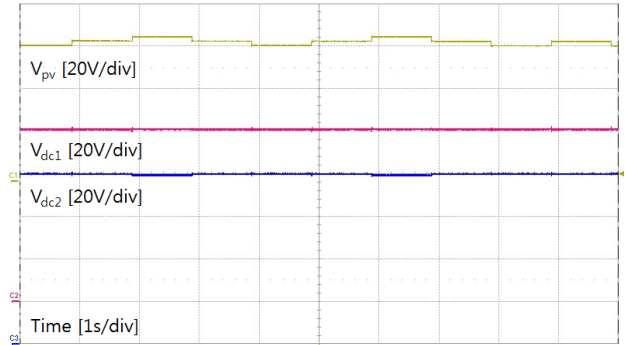


그림 5. 차지펄스를 포함한 부스트컨버터 실험 결과

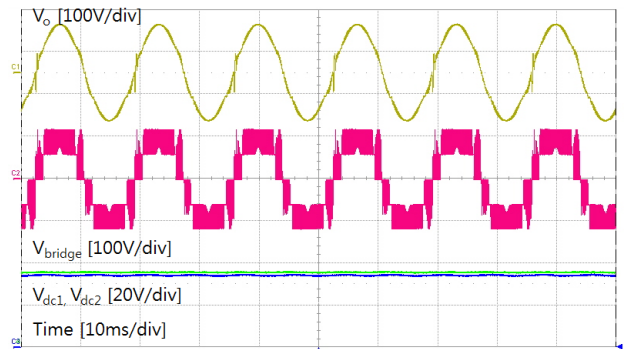


그림 6. 컨버터를 적용한 변형된 인버터 실험 결과

4. 결론

본 논문에서 제안하는 전력조정기 구조는 전력의 품질을 향상시키기 위한 멀티레벨 인버터를 적은 소자로 동작시키고, 이의 단점인 DC-Link의 전압 불균형을 보완시키고, 기존의 전하균등화 회로보다 좋은 효율을 위한 차지펄스회로를 포함한 부스트컨버터를 적용하였다. 이는 전하를 균등화를 보장하는 동시에 MPPT를 수행하고 회로에서 사용한 소자수를 줄여 가격절감에도 장점을 부여하였다.

참고 문헌

- [1] 서정원 “태양광 시스템을 위한 MPPT와 다중 커패시터 충전 균형 동작이 가능한 통합형 전력조정기 구조” 숭실대학교 대학원 석사논문 2013.12
- [2] 이춘구, 박종후 “차지펄스를 적용한 부스트 플라이백 컨버터 전하 균등화 회로”, 전력전자학회, 전력전자학술대회논문집 2015.07, 183-184p
- [3] Mohana Sundar Manoharan, Ashraf Ahmed, Chun-Gu Lee, Joung-Hu Park “Low Cost Single-Sourced Asymmetrical Cascaded H-Bridge Multilevel Inverter”, 전력전자학회, 전력전자학술대회논문집 2015.07, 323-324p
- [4] Woo-Young Choi, Jea-Yeon Choi, “High-Efficiency Power Conditioning System for Grid-Connected Photovoltaic Modules”, JPE, 2011
- [5] 최진성, 김기두, 강필순 “단일 입력 DC 전원을 이용한 5레벨 PWM 인버터”, 전력전자학술대회논문집 2013.7 433-434p