

50 kW 인터리브드 멀티스트링 태양광 인버터 해석 및 설계

이상희*, 이승구*, 안태풍**, 차한주*
 *충남대학교 전기공학과 지능형전력변환 실험실
 **인텍전기전자

Analysis and Design of 50kW Interleaved multi-string Photovoltaic PCS

Sanghoey Lee, Seunggoo Lee, Tae-pung An, Hanju Cha
 *Department of Electrical Engineering, Chungnam National University
 **Entec Electric & Electronic Co.,Ltd

ABSTRACT

본 논문에서는 50 kW 인터리브드 멀티스트링 태양광 인버터의 제어기 설계방법에 대하여 해석하여 보았다. 개발된 태양광 인버터는 5대의 10kW 인터리브드 DC-DC 컨버터와 50kW 인버터 그리고 L-C-L 필터로 구성되어 있으며 각각의 컨버터와 인버터에는 제안된 제어기법들이 적용되어 있다. 프로토타입 태양광 PCS(Power conditioning system)를 설계 제작하여 각각의 제안된 제어 알고리즘을 실험을 통해 확인하고 검증하였다.

요하여 본 논문에서는 3상의 인터리브드 부스트 컨버터를 적용하였다. 입력전류의 리플을 감소시키고 DC 링크로 전달되는 전압의 리플을 감소시킨다. 또한 L의 체적을 축소 할 수 있어 작은 용량의 소자들로 큰 용량의 전력변환이 가능하다. 그림 2는 3상 인터리브드 부스트컨버터 토폴로지이다. .

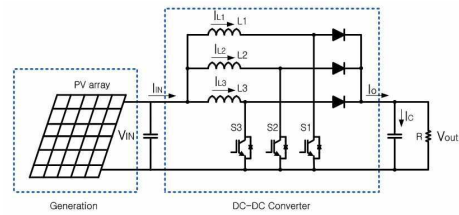


그림 2 3상 인터리브드 부스트컨버터 토폴로지

1. 서론

신재생에너지 시스템 중 태양광 발전시스템은 공해와 소음이 없고, 에너지의 근원인 태양에너지는 고갈의 우려가 없으므로 새로운 에너지원으로 각광을 받고 있다. 최근 태양광발전시스템에 대한 많은 연구가 이루어지고 있으며, 에너지의 원천인 태양에너지로부터 최대한의 발전 효율로 전력을 생산하는데 목적으로 진행되고 있다. 태양광 인버터의 효율을 증대 시키고 다목적 건물에 적용 가능한 멀티스트링 태양광 인버터를 개발하였다. PV시스템에는 태양 에너지를 전기에너지로 변환하기 위해 멀티스트링 타입으로 연결된 PV(Photovoltaic)어레이가 존재하고, 3상 인터리브드 타입의 DC-DC 컨버터 5대와 DC-AC 인버터 부로 구분된다. 전체적인동작을 실험을 통해 제안된 제어기 등을 검증해 보았다[1].

2.2 계통 연계형 인버터

본 논문에서는 효율증가를 목적으로 무변압기 방식의 토폴로지를 이용하여 시스템을 그림 3과같이 구현하였다. 3상 스위칭을 위한 IGBT와 L-C-L 필터 그리고 DC 링크 부분으로 나뉘며 동작은 PV 어레이의 DC 전압이 DC-DC 컨버터를 통해서 승압되며 전류 I_c 는 Cd DC 링크 커패시터에 전압을 충전한다. DC 링크에 정전압을 유지하고 남은 전력을 인버터 측으로 전달되어 스위칭을 통해 AC로 파워를 출력하게 된다. 이 과정을 L-C-L 필터와 인버터전류제어기에 의해 계통의 위상과 전압이 같으며 고조파가 적은 전력으로 발전한다..

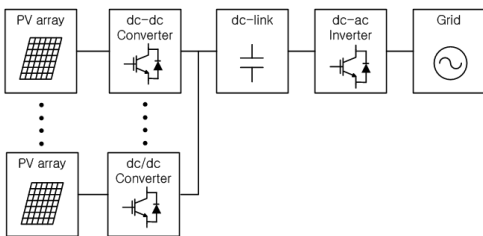


그림 1 멀티스트링 태양광 PCS 구성

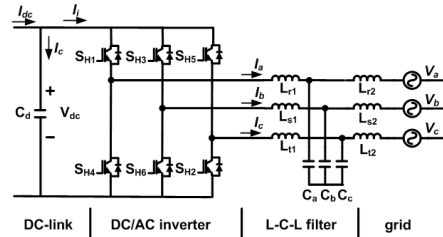


그림 3 인버터 토폴로지

2. 3상 인터리브드 멀티스트링 PV PCS

2.1 3상 인터리브드 컨버터

전력의 입력단인 PV어레이로부터 일사량에 따라 발전되는 변동하는 저압의 입력전압을 인버터 출력제어의 용이성을 위해 고정된 고압으로 승압시키는 DC-DC 부스트 컨버터가 필

2.3 제어알고리즘

멀티스트링 태양광 인버터의 제어기를 크게 네 가지 부분으로 구성해보면 컨버터의 전류 제어기와 CMPPT 알고리즘 그리고 DC 링크 제어기, 출력인버터 전류제어기로 구성되어 있다 각각의 제안된 제어기는 그림 47과 같으며 그림 8의 프로토타입 PCS에 프로그래밍 하여 각각의 제어기를 구현하였다.

3. 실험결과

그림 9와 10은 컨버터부의 전류제어기와 CMPPT의 성능을 보여주고 있으며 그림 11은 DC 링크 전압제어기를 통해 전해진 파워가 인버터 전류제어기에 의해 계통연계동작을 보여주고 있다. 각각의 제안된 제어기들은 정상적으로 동작되는 것을 확인할 수 있었다. 50kW 발전량에 THD 3.7로 동작되고 있으며 전류형 최대 전력점 추종기법이 제안된 인터리브드 기법과 어울려서 리플이 작아 좀 더 높은 효율을 기대할 수 있었다. 또한 출력필터를 L-C-L을 사용함에 따라 필터의 크기 또한 현저히 줄일 수 있었다.

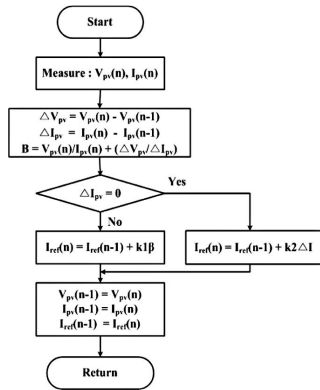


그림 4 Modified CMPPT

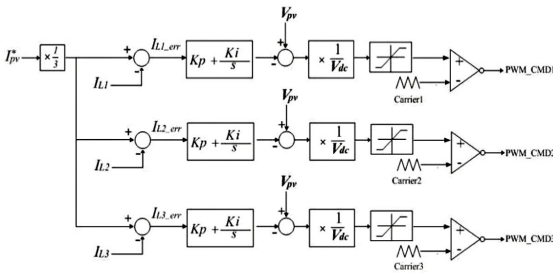


그림 5 3상 인터리브드 부스트컨버터 전류제어기

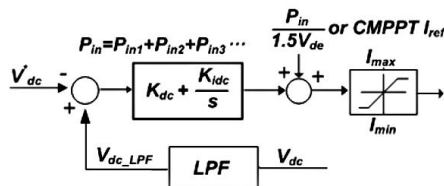


그림 6 DC 링크 전압제어기

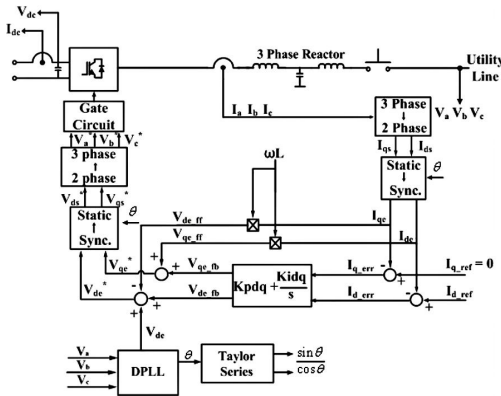


그림 7 인버터 전류제어기 구조

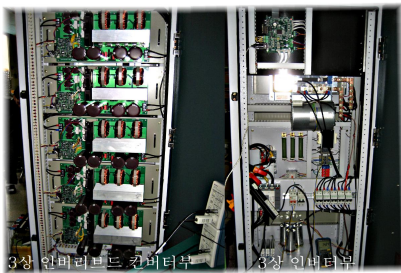


그림 8 50kW 3상 인터리브드 멀티스트링 PCS

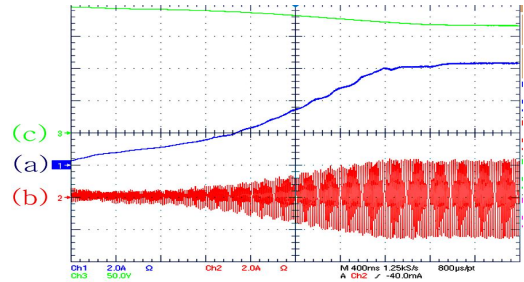


그림 9 CMPPT 동작 (a) PV 전류 (b)계통전류 (c) PV 전압

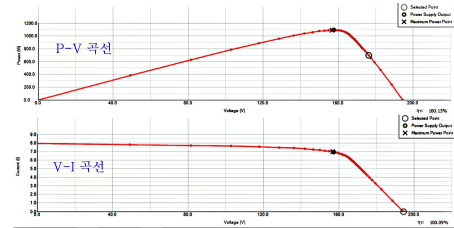


그림 10 MPP 유지 동작

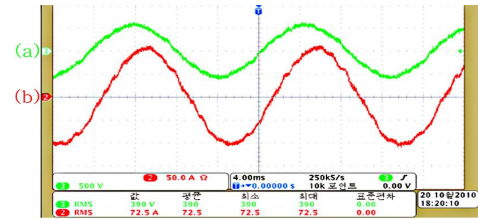


그림 11 50kW 발전 실험

4. 결론

본 논문에서는 50kW 3상 인터리브드 멀티스트링 태양광 인버터에 설계와 구성방법을 제안하였으며 3상 인터리브드 부스트 컨버터, 계통 연계형 3상 인버터 전류제어 방법 그리고 DC링크 전압제어 방식을 제안 적용하여 실험을 통해 각각의 제안된 제어기와 성능을 검증 하였다. 검증결과 50kW 파워 발전을 수행할 수 있었다.

본 논문은 중소기업청의 중소기업기술혁신개발사업의 일환인 "인터리빙 운전방식의 고효율 중용량 3상 PCS 개발" 과제 수행된 연구 임..

참고 문헌

[1] C. S. Edrington, S. Balathandayuthapani, J. Cao, "Analysis and Control of a Multi-string Photovoltaic (PV) System Interfaced with a Utility Grid", Power and Energy Society General Meeting, 2010 IEEE, pp 1-6, July 2010