

계통연계형 모듈형 태양광 인버터의 디지털 제어의 구현

이승민 , 이우철
국립 한경대학교

Realization of Digital control of Grid-connected Modular Photovoltaic Inverter

Seung min Lee, Woo cheol Lee
Hankyong National University

ABSTRACT

주택 혹은 산업용, 공공건물용으로 상용화 되어 있는 스트링 어레이 중앙 인버터 방식은 고압의 DC 배선으로 인한 안전문제, 고가의 고압 DC 차단기의 설치 및 과전압보호기 등으로 가격이 상승하게 되고 설치 시에도 패널간 균일 성능을 보장해야하고 스트링 상에 놓여 있는 패널 일부가 불량이거나 그림자가 저서 발전이 미비할 경우 전체 시스템 발전이 정지하거나 발전량이 미비해지는 문제가 생기므로 항상 최적의 상태로 운전할 수 없다.

그래서 이러한 태양광 발전 방식의 문제점을 해결하기 위해 각 모듈마다 마이크로 인버터를 장착하여 각각 패널마다 분산적인 MPPT(Maximum Power Point Tracking) 를 수행할 수 있고 DC 배선이 없기 때문에 시스템 설치비용을 획기적으로 절감할 수 있으며 안정성 문제도 중앙 인버터 방식보다 획기적으로 향상된다. 패널 또는 인버터 고장 시 전체 시스템의 차단 없이 교체가 가능 하여 시스템의 설비 이용률을 최대로 할 수 있다. 이러한 패널에 쓰이는 마이크로 인버터를 PSIM으로 구현하여 DLL로 통해 디지털 제어로 구현을 하고 시뮬레이션으로 통해 시스템의 효능을 알아보았다.

1. INTRODUCTION

마이크로 인버터 방식은 패널마다 개별 인버터가 설치되어야 하므로 중앙집중식 인버터 방식에 비해 여러 대의 인버터를 사용하기 때문에 시스템에서 제품 가격이 차지하는 비율이 높아지고 에너지 변환 효율이 떨어지는 문제점이 있다.

허나 최근 전력전자 기술의 발전과 반도체 제품이 저렴해짐에 따라 중앙집중식에서 필요한 고가의 차단기, 보호 장치 및 비싼 설치비를 고려했을 때 가격적인 면에서 마이크로 인버터는 충분히 매력적이고 효율도 떨어지지 않는 제품이 선진국을 중심으로 서서히 등장하고 있다. 기존의 중앙집중식 인버터 구조와 다른 접근이 필요하므로 영전위 소프트 스위칭이 가능한 2병렬 인터리빙 구동의 플라이백 DC/DC 컨버터 토폴로지로 입력단 회로를 구성하여 모든 전력 변환 동작이 일어나고, 출력단은 전원 주파수에 맞춰 단순 인버팅 동작만을 반복하는 Pass-through 형태의 DC/AC 인버터를 도입한다. 또 효율을 높이기 위한 각종 제어 기법과 태양전지 최대전력추종(MPPT) 알고리즘과 단독 운전 검출과 같은 각종 계통 보호 알고리즘 및 최선의 전력품질을 유지하기 위한 전류제어 기법 등 전체적인 전력 변환 시스템의 신뢰성과 안정성을 확보하여야 한다. 이번 논문의 주제에 대한 목표는 200W급 태양전지 모듈에서 발생하는 전기에너지를 효율적으로 이용하여 계통에

연계하기 위한 마이크로 인버터를 디지털 제어의 구현 시스템 개발을 목표로 하고 있다.

2. SYSTEM CONFIGURATION

일반적인 태양광 인버터(그림.1)는 전처리 DC/DC 컨버터를 통하여 태양광 패널에서 나오는 DC전압을 계통 전압으로 변환하기 위해서 필요한 충분히 높은 전압으로 증압한 다음 수십 kHz의 스위칭 주파수를 갖는 PWM 인버터를 통하여 AC화하는 2 스테이지 구성을 하고 있다.

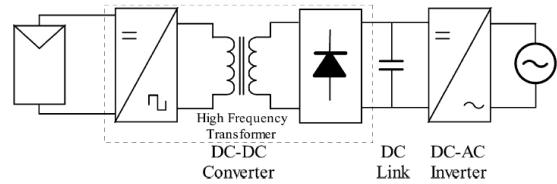


그림.1 일반적인 태양광 인버터 블록도

Fig.1 Block diagram of a typical photovoltaic inverter

2스테이지 일반 구성을 마이크로 인버터에 적용하면 스위칭 손실을 비롯한 전력 변환 손실이 두 스테이지에 모두 존재하여 각각의 효율이 97%가 된다고 해도 전체 효율은 94% 정도로 떨어지게 된다. 계통연계형 모듈형 마이크로 인버터의 파워 스테이지는 전력 변환 기능의 대부분을 담당하는 플라이백 컨버터와 Pass Through 방식의 인버터의 2 스테이지 구성을 기본으로 하고 있다. 이런 구조의 인버터에서 DC/AC 인버터는 120Hz의 저주파 구형파로 구동되므로 스위칭 손실을 거의 무시할 수 있고 도통 손실만이 존재하게 되어 전체 시스템 효율을 높이기 위해 최적이다.

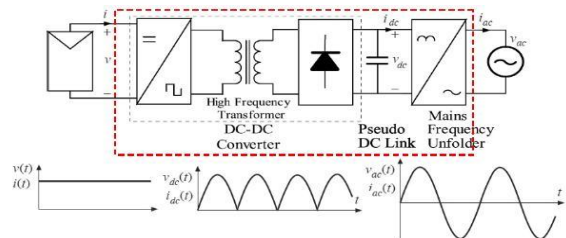


그림 2 제안된 200W급 태양전지용 모듈형 변환 시스템 구성도
Fig.2 Proposed 200W modular conversion system components for cells

그림.2 는 200W 급 태양전지용 모듈형 변화 시스템 등가 회로이다. 일반적인 블록도는 정류기에서 DC전압을 사용하지만 제안된 인버터는 정파정류 된 파형으로 사용한다. 그림.3은 태양전지에서 발생하는 40V의 DC 전압을 받아서 플라이백 컨버터를 거쳐서 전원에 전류를 공급시켜 주는 회로도이다. 노이즈

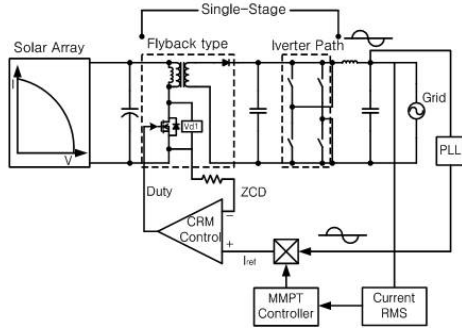


그림 3 Flyback 인버터 시스템 구성도
Fig 3 Flyback system diagram

역제 및 효율 향상을 위해 CRM 소프트스위칭 기법을 적용하지만 전력 용량이 커질수록 변압기 피크 전류가 증가하여 효율이 떨어지는 문제가 생길 수 있다. 해서 효율 면에서 최적으로 생각되는 100W 썩 부하를 담당하도록 2병렬 인터리빙 구동 방식으로 회로를 구성할 예정이다. 인터리빙 구동을 적용하면 리플 전류가 줄어들어 필터를 소형화 할 수 있어 제품을 소형화 시킬 수 있다.

3. SIMULATION

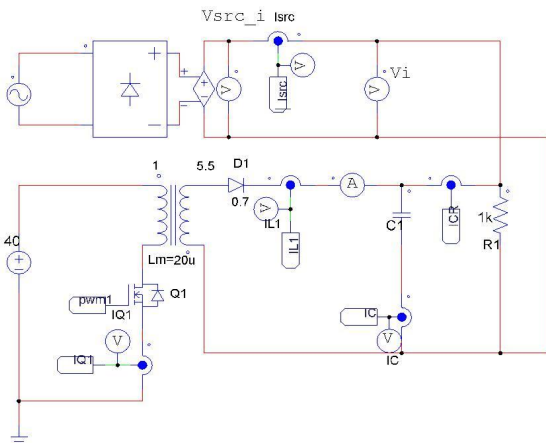


그림 4 PSIM으로 구성된 플라이백 인버터 시스템
Fig 4 Psim flyback inverter system consisting

그림 4는 제안한 시스템을 PSIM으로 회로를 구성하였다. Isrc의 전류, IQ1 전류, IL1 전류, IC 전류를 센싱을 받아 DLL로 보내지고 CRM소프트스위칭 PWM파형이 만들어 진다.

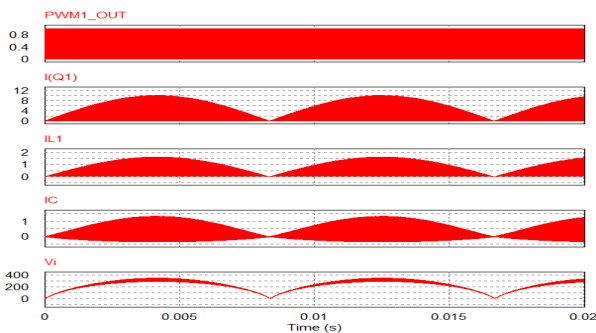


그림 5 전원전압 미 연결시.
Fig 5 Grid off

그림 5는 전원전압이 미 연결 시 나오는 파형이다. Isrc의 전류를 센싱을 받아 레퍼런스로 두고 스위치 전류와 CRM 스위칭을 하고 있는 파형이다.

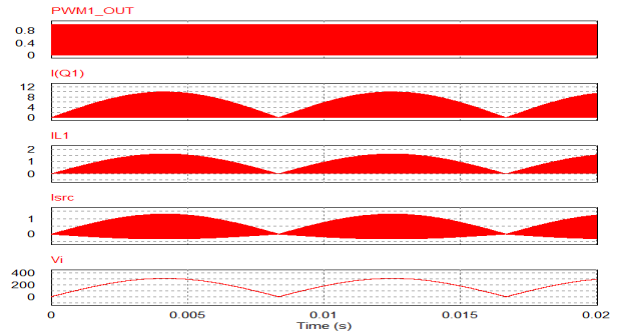


그림 6 전원전압 연결 시
Fig 6 Grid tied

그림 6은 전원전압이 연결 시 나오는 파형이다. 연결 시에도 CRM 동작을 하고 있고 Vi 전압은 전원전압에서 온 파형이다. 미 연결 시와 비교할 때 큰 차이가 없는 파형이 나오고 있다.

그림 7는 전원전압 연결 시 확대한 파형이다.

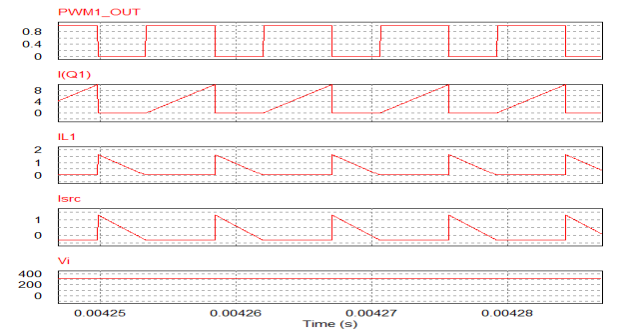


그림 7 전원전압 연결 시 확대파형
Fig 7 Expanded waveform of Grid-tied

3. CONCLUSION

제안한 시스템으로 PSIM으로 구현하여 CRM모드로 시스템을 구현하였다. 시뮬레이션 결과 Vi의 전압이 전원전압 연결 시 큰 차이가 없는 것을 확인 할 수 있었다. 앞으로의 계획은 실험시스템 구성도와 같이 출력전압에 정류파형을 만들어 시뮬레이션으로 확인하고 실제 인버터를 설계하여 실험을 통해 결과를 확인 할 것이다.

중소기업청의 산학연 공동기술 개발지원사업 결과물임

참고 문헌

- [1] N.G. Hingorani, "Power Electronics in Electric Utilities : Role of Power Electronics in Future Power System", Proceedings of the IEEE, Vol. 76, No. 4, pp. 481-482, 1988, April.
- [2] Curtis F. Gerald, Applied Numerical Analysis: Second Edition, Addison-Wesley Publishing Company, Inc. pp. 1-14, 1978.