

태양광 마이크로인버터 기술동향

민준기, 나병훈, 최운성, 이정욱, 유영덕
다스텍 기술연구소

Technical Trends of PV micro Inverter

Joonki Min, Byounghoon Ra, Woonsung Choi, Jungwook Lee, Youngduk Yoo
DASSTECH R&D Center

ABSTRACT

태양광시장의 확대 및 발전효율 향상에 따른 요구에 따라 다양한 태양광시스템이 제안되어 운영되고 있으며, 대용량의 경우에는 중앙집중식이 선호되고 있다. 하지만, 중소용량의 태양광발전 시스템에서는 스트링 방식 또는 멀티스트링 방식이 선호되고 있으며, 추가적으로 모듈단위의 태양광 시스템에 대해 여러 가지 형태의 구조가 제안되고 있다. 본 논문에서는 태양광 마이크로 인버터의 기술개발 동향을 소개하고, 당사에서 개발하고 있는 마이크로인버터의 특징을 소개한다.

1. 서론

태양광 마이크로 인버터는 태양전지 모듈 1장에 1개의 인버터를 연결하여 발전하는 형태를 말하여 스트링 인버터 또는 중앙집중식 인버터 대비 매우 작은 용량이라는 의미로 태양광 마이크로 인버터라고 불리며, 태양전지 모듈마다 DC/DC 컨버터를 연결하여 MPPT(Maximum Power Point Tracking)를 하는 방식(DMPPT or Power Optimizer)과 구분된다. 이러한 DC/AC 및 DC/DC 장치를 합하여하여 MIC(Module Integrated Converter) 또는 MLPE(Module Level Power Electronics)라고 부른다.

태양광 시장에서 태양광 인버터의 발전방향은 2005년 F. Blaabjerg 교수의 논문^[1]에서 예상한대로 발전하고 있지만, 차이점이 있다면, 태양전지 모듈마다 DC/DC 컨버터를 추가하는 형태의 Power Optimizer가 몇몇 제조사가 상용화 하였고, 모듈에 영구 부착하여 Smart PV Module 형태로 상용화 된 것들을 수 있다.

계통연계형 태양광 인버터는 분산형 전원으로 분류되며, 계통안정화를 위한 새로운 분산형 전원의 계통 연계 기준 및 스마트그리드에 대한 요구에 따라 계통연계 기준이 개정될 것으로 예상되며, 특히 태양광 인버터 분야에서는 무효전력 제어, LVRT(Low Voltage Ride Through) 및 DC 포트 EMI 전도 요구 조건이 추가될 것으로 예상된다.

2. 전력회로

2.1 Enphase M215 전력회로

Fly back 방식으로 SiC 다이오드를 사용하여 효율을 향상시켰으며, Unfolding 방식으로, 1 스테이지 방식이다. 그림1.

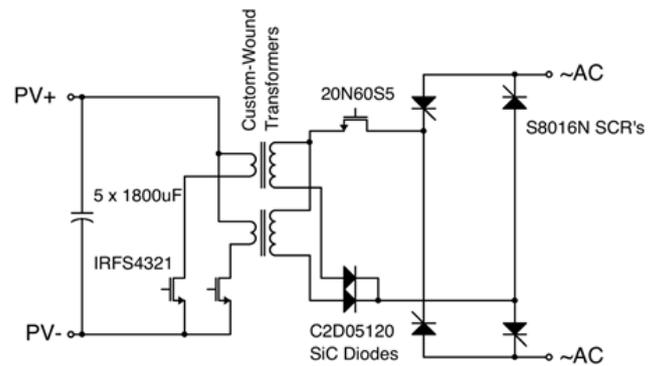


그림 1 Enphase M215 전력회로
Fig. 1 Power Circuit of Enphase M215

2.1 SolarBridge 전력회로

Puch Pull형태의 기본회로에 에너지 저장 기능을 적용한 것이 특징이며 Unfolding 방식을 사용하고 있으며, Energy Recovery Circuit을 적용하여 안정성을 높였다. 그림2와 같다

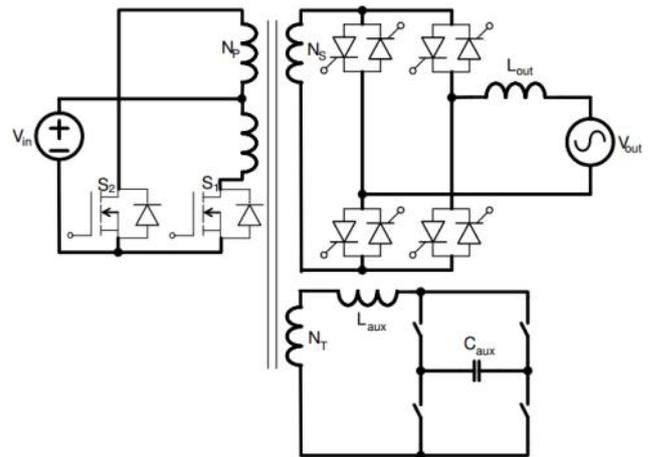


그림 2 Solarbridge MIC 전력회로
Fig. 2 Power Circuit of SolarBridge MIC

2.3 Enecsys 전력회로

2단의 DC/DC 승압을 사용하여 입력 PV 전압을 충분히 승압하는 구조를 가지고 있으며, 출력에는 양방향 스위치를 적용하여 계통연계를 하고 있으며, 이러한 구조에서는 무효전력 제어가 불가할 것으로 예상된다. 그림 3과 같다.

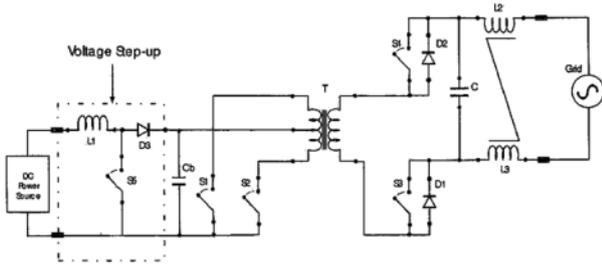


그림 3 Enecsys MIC 전력회로
Fig. 3 Power Circuit of Enecsys MIC

2.4 DASSTech 전력회로

DASSTech 전력회로는 그림4와 같다. 회로설계에 있어 DC/DC와 DC/AC의 2단계 전력변환을 하는 2 스테이지로 구성하여 무효전력 제어가 가능하도록 하였고, 효율 향상을 위해 DC/DC 전력변환에 있어 Active Clamp 회로를 채용하여 ZVS(Zero Voltage Switching)를 구현하였고, DC Link 단에서는 ZCS(Zero Current Switching)가 구현될 수 있도록 설계하였다.

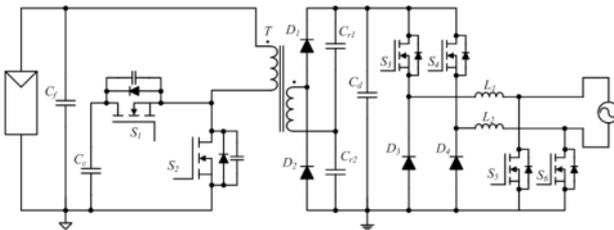


그림 4 DASSTech MIC 전력회로
Fig. 4 Power Circuit of DASSTech MIC

표 1. 과 같이 PV 인버터 토폴로지를 비교할 수 있다. 중앙 집중식 또는 스트링 인버터에 비하여 MLPE 제품은 가격 경쟁력에서는 상대적으로 약하지만, 에너지효율, 신뢰성 및 안정성 면에서는 우수한 특성을 가진다. 그리고 중앙집중식 또는 스트링 인버터의 생산에 있어 자동화의 어려움이 존재하지만, MLPE의 경우는 자동화가 가능하여 대량 생산을 통한 원가 절감이 가능한 형태이므로 태양광 인버터 시장에서 마이크로 인버터의 M/S(Market Share)의 증가가 예상된다.

표 1 PV 인버터 토폴로지 비교
Table 1 Comparison of PV Inverter Topology

	Central INV	Optimizer + INV	Micro Inverter
Cost \$/Wp	0.5	0.15+0.5	0.8
에너지 효율	~97% 15% =82% Mismatch loss	~96%*97% =93%	<95%
신뢰성	7 years	7 years	20~25 years
안전성	High DC vtg.	High DC vtg.	Low DC vtg.
최적화 레벨	Array or String	PV Module	PV Module
시공성	Complex	Complex	Simple
용량확장	Complex	Complex	Simple

Annual MLPE Installed Capacity by Region and Revenue, World Markets: 2013-2020

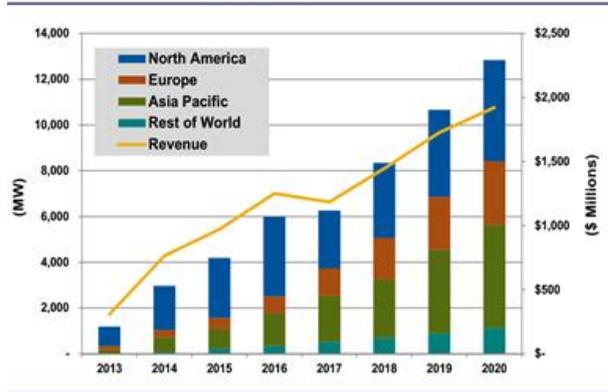


그림 5 MPE 설치용량 예상
Fig. 5 Annual MLPE Installed Capacity

3. 결론

태양광 마이크로 인버터 뿐만아니라, 태양광 인버터도 고 효율 및 고신뢰성에 대한 주제를 가지고 발전해 왔다. 전력변환 효율에 있어서 추가적인 전력변환 효율의 향상이 어렵게 되면서, 태양광시스템 단위에서의 에너지효율 향상이 화두가 되고 있다. 그리고 MLPE의 궁극의 목표는 태양전지 모듈에 부착하는 것으로 생각되기 때문에 기구물의 전력밀도 향상 및 열설계의 최적화가 필요하다.

태양광인버터의 경우 다수가 계통연계형이기 때문에 계통연계 기준 및 관련 기술기준의 변화를 능동적으로 예측하고 제품을 설계하는 것이 필요하다. 무효전력 제어, LVRT, DC 포트 EMI 전도가 향후 추가적으로 기술을 개발해야할 항목 들이다.

본 연구는 2012년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원 (KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (20123010010060)

참고 문헌

- [1] S. B. Kjaer, J. K. Pedersen and F. Blaabjerg, "A Review of Single Phase Grid Connected Inverters for Photovoltaic Modules", IEEE trans. on Industry Applications, Vol. 41, No. 5, pp. 1292 1306, 2005, Sep./Oct..
- [2] H. W. Seo, J. M. Kwon, E. H. Kim and B. H. Kwon, "Modular Line connected Photovoltaic PCS", Transaction of KIEP, Vol. 13, No 2, pp. 119 127, 2008, Apr.
- [3] J. K. Min, W. S. Choi, J. W. Lee and Y. D. Yoo, "Development of Grid connected type Photovoltaic Micro Inverter", KIEP 2014 Power Electronics Annual Conference, pp.373 374, 2014.07.
- [4] J. K. Min, S. I. Paeng and W. S. Choi, "A Comparative Analysis on the Output Characteristics of Photovoltaic Micro Inverter", KIEP, 2013 Power Electronics Annual Conference, pp.240 241, 2013.07.