

수출형 소 용량 태양광 인버터 개발

Il-yong Lee, Sung-Hwan Kim, Ju-Hyun Park, Seung-Goo Lee

LS Industrial Systems Co., Ltd. R&D Center

533, Hogue-dong, Dongan-gu, Anyang-si, Gyeonggi-Do, 431-080, KOREA

Abstract

본 논문에서는 수출형 소 용량 태양광 인버터를 설계, 제작하였으며, 실제 제품을 제작하였다. 해당 제품은 VDE-AR-N_4105 및 VDE V 0126-1-1규정에 준하는 무 변압기 방식 태양광 인버터로서 안정적이며 신뢰성 있는 동작을 할 수 있도록 절연레벨, 누설전류 및 기타 계통의 안정성 판단을 2개의 CPU에서 동시에 감시하도록 설계하였다. 또한 높은 IP등급을 만족하도록 설계되어 실외에서도 안정적이고 신뢰성 있는 동작을 할 수 있도록 설계하였다.

1. 서론

국내 태양광 관련 보급사업은 정부의 저 탄소 녹색성장 정책과 더불어 주목 받고 있으며 계통연계형 태양광 인버터 관련 기술도 지속적으로 향상되고 있다.

계통연계형 태양광 인버터는 절연방식에 따라 절연형과 비 절연형으로 구분되며 인버터에 필요한 제어알고리즘은 크게 최대 전력점 제어(MPPT), PLL제어, 직류링크전압제어, 고립운전 방지기술, 유,무효 전력제어기술, 보호기술 등으로 나눌 수 있다.

계통연계방식은 계통에서 발생하는 지락, 단선등의 사고 발생시 태양광 인버터의 보호가 필요하며, 이러한 보호를 위해 계통과 변압기를 사용하여 연계하는 절연 방식은 중/대 용량의 태양광 인버터에서 주로 사용되고 있으며, 소용량 태양광 인버터는 비 절연방식이 주로 사용되고 있다.

비 절연방식은 변압기를 사용하지 않고 계통과 연결하는 방식으로 보통 1~2%의 효율을 높일 수 있으며 크기와 무게를 줄일 수 있는 장점이 있다.

비 절연방식의 단상인버터는 변압기가 없기 때문에 일반적으로 태양광 어레이의 낮은 전압을 높이는 승압 컨버터와 승압된 직류전원을 계통의 교류로 변환하는 인버터로 구성된다.

그림1과 표1은 각각 본 논문에서 제작한 태양광 PCU의구조도 및 시스템 사양을 나타내며, 설계 방법에 대해 기술한다.

2. 본론

2.1 파워 부 설계

본 논문에서 설계한 태양광 인버터의 파워부의 주요 부분은 입력 DC인덕터, 부스트승압 부, 인버터 부, AC인덕터부, 릴레이 부, Grid보호 부로 나뉜다.

태양광 인버터에서 효율 및 기능으로서 가장 중요한 역할을 하는 스위칭 부분은 원가절감 및 고 효율성을

고려하여 부스트 승압측과 단상 H-브릿지 IGBT를 내장한 모델을 사용하였고, 특히 해당 모듈은 NTC를 내장하여 소자의 온도를 직접 얻어 과열을 방지하며 조립성 및 효율을 꾀하였다.

인버터의 출력 측에는 4개의 릴레이를 각각 Master controller와 Slave controller에서 각각 2개씩 제어하도록 하며 릴레이 용착 자가진단을 통해 VDE-AR-N_4105 계통 규정을 만족하였다. 또한 해당 인버터는 무 변압기 방식(비 절연방식)을 채용하여 PV단에서 계통 사고전류가 직접 흐를 수 있으므로 누설전류 감시를 위한 ZCT 모듈 및 입력 절연저항 측정장치를 내장하였다(Residual Current Monitoring System, Insulation Monitoring System).

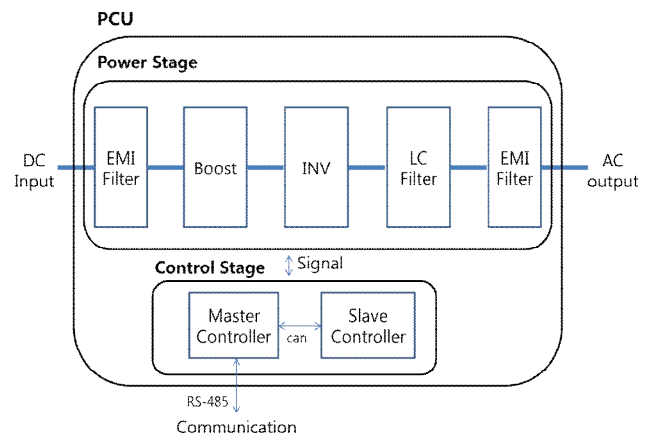


그림1 설계된 태양광 인버터 구조도

2.2 제어 부 설계

본 논문에서 설계한 태양광 인버터는 2개의 DSP controller가 유기적으로 작동하도록 설계되었다. 본 기능은 1개의 DSP controller가 작동을 멈추거나 인버터의 이상 상태를 감지하면 다른 컨트롤러가 인버터의 안정한 정지동작을 할 수 있도록 기능한다. 따라서 2개의 컨트롤러가 Master, Slave로 명명하였지만, 실질적으로 전압, 전류, MPPT 제어는 Master Controller에서 제어하고, 인버터의 보호기능은 Master와 Slave 동시에 동작하며, 둘 중 하나의 시스템에서 인버터 보호기능을 동작하면 다른 Controller에서 통신을 통해 동시에 정지하도록 한다.

앞서 설명한 기능을 안정적으로 동작시키려면, 노이즈에 강한 통신을 사용하여야 하므로 CAN 통신을 활용하였고, 2개의 DSP Controller가 동일한 Analog 입력을 가지며, 각각 릴레이를 제어하여 계통과 안정적이고 빠르게 분리할 수

있도록 설계하였다.



그림2 수출형 소 용량 태양광 인버터 실 제품 사진

마찬가지로 계통 사업자로부터 무효전력에 대한 지령치를 PMU에서 입력 받아 인버터에서 계통으로 주입하는 무효전력 값을 제어하게 된다, 특히 제어되는 무효전력의 지령치는 역률(PF)값이 아닌 Cos φ값에 의한 값으로 기본파에 대해서 무효전력을 제어하게 된다.

2.5 추가 기능 동작

본 논문에서 설계한 태양광 인버터는 무 변압기 타입으로서 VDE-AR-N_4105 및 VDE V 0126-1-1 규정에 준하는 동작을 위해 계통과 PV단에 발생할 수 있는 사고를 감지하는 추가 기능을 탑재하고 있다. 본 기능은 누설전류 감시방법으로 인버터의 계통연계동작 중 인버터 내 IGBT는 PWM제어를 통해 계통에 전류를 주입하는데, 도중 PV모듈을 사람이 만지거나, 다른 요인이 접촉하는 등 사고가 발생하게 되면, 마치 PV 모듈과 Grid단, 접촉이 이루어진 단 사이에 페 루프가 생성되어 사고전류가 흐르게 된다. 이 전류는 매우 작은 값으로 측정이 어려우므로, 전용 센서인 ZCT 모듈을 활용하여 감시하며, 특히 계통연계 직전에는 전류의 흐름을 감지하기 어려우므로 입력 절연저항을 측정하여 전 동작 영역의 계통 사고 유무 및 인버터의 안정동작여부를 항상 감시하게 된다.

표1. 시스템 사양

상수		단상	
운전방식		계통연계형	
전기적 특성	입력	전압범위	200V~550Vdc
		운전방식	MPPT 제어
	출력	정격용량	3/4/4.6kW
		정격전압	230Vac
		주파수	50Hz
		전류왜율	5%이하(4.6k)
		제어방식	PWM
		Cos φ	0.95(Capacitive) ~0.95(Inductive)
최대효율 (Euro효율)	97% (96%)		
시스템 특성	외형(W x H x D)	704 x 378 x 172	
	냉각방식	내부순환식	
	외함보호구조	IP65	
	통신	RS-485	
	동작온도	-20℃~50℃	

2.3 유효 전력 제어

본 논문에서 설계한 태양광 인버터는 계통 운영자에 의해 유효전력을 제어한다. 유효전력의 기준 값은 Power Management Unit(PMU)에서 계통 사업자로부터 오는 제어신호를 입력 받는다. PMU에서 발생하는 유효전력 기준 값은 인버터에 유효전력에 대한 제한을 가하게 된다. 특히 본 기능은 높은 유효전력에 비해 상대적으로 높은 주파수를 가지는 계통 상황에서 유리하게 작용한다.

2.4 무효 전력 제어

본 논문에서 설계한 태양광 인버터는 유효전력과

3. 결론

본 논문에서는 수출형 소 용량 태양광 인버터를 설계, 제작하였다. 본 논문에서 제작된 실제 제품은 그림2에 나타내었으며, 해당 제품은 VDE-AR-N_4105의 소 용량 인버터 규정인 VDE-AR-N_4105, VDE V 0126-1-1에 만족하도록 설계하기 위해 정격용량을 설정하고 무 변압기 방식 태양광 인버터로서 각 부분 및 기능을 정의하였다. 따라서 본 논문에서 제작한 태양광 인버터는 안정적이며 신뢰성 있는 동작을 할 수 있도록 절연레벨, 누설전류 및 기타 계통의 안정성 판단을 2개의 CPU에서 동시에 감시하도록 설계되었다.

또한 본 논문에서 제작된 태양광 인버터는 실외 제품으로서 높은 IP등급인 IP65 등급에 만족하도록 설계되어 실제 태양광 모듈이 설치되는 장소가 실외 일지라도 안정적이고 신뢰성 있는 동작을 하도록 설계하였다.

Reference

[1] Remus Teodorescu, Marco Liserre, Pedro Rodríguez, "Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems", 978-0-470-05751-3 416pp January 2011.

[2] 박태범, 김성환, 박주현, 김희중, 이기수, 전영수, 윤선재, 김호열 "3 상 30/50kW LSPV 태양광 인버터 개발" "2011 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2011.7, 1153-1154 (2 pages)