

태양광인버터 제어기 설계

민준기, 홍현문*
한밭대학교, *기획재정부

PV Inverter Controller Design

Joonki Min, Hyubmoon Hong*
Hanbat University, *Ministry of Strategy and Finance

ABSTRACT

태양광인버터는 MPPT 알고리즘, 계통연계 알고리즘 및 단독운전 알고리즘이 동시에 동작하고 있어 제어기를 설계하는데 있어 고려해야 하는 여러 가지 요소들이 존재한다. 태양광인버터의 제어기를 설계하는 데 주요한 고려요소를 설명하고 제어기 설계 예를 보인다.

1. 서론

계통연계형 태양광인버터의 제어 구조는 크게 3단계로 나눌 수 있다. 먼저, 모든 계통연계형 인버터가 기본적으로 가져야 하는 전류제어, 직류 전압제어, 계통 동기화이고, 다음은 태양광인버터로서 가져야 하는 MPPT(Maximum Power Point Tracking), 단독운전 검출, 계통 모니터링, 및 태양광 발전시스템 모니터링이고 마지막으로 계통의 안정도 유지를 지원하기 위한 계통 지원 기능이라고 할 수 있다[1,2]. 그림1과 같다.

태양광인버터의 제어기에서는 이러한 기능들이 동작되어야 하며, 각 기술기준에서 요구하는 조건들을 만족해야하며, 특히 단독운전 검출 기법에서는 각 조건별로 47회의 시험을 모두 통과해야하는 어려움을 가진다.

본 논문에서는 이러한 태양광인버터의 제어기설계에서 있어 고려해야하는 것들을 설명하고 제어기 설계에 관련 내용을 소개한다.

2. 본문

2.1 계통연계형 인버터의 기본 기능

출력 전류제어에 있어서는 전류 THD 조건을 만족해야하며, 선로임피던스의 변화에 따른 안정도를 확보해야하며, 계통전압의 순간적인 변화에 대해 Ride Through가 요구된다[3].

DC링크 전압 제어에 있어서는 계통전압의 변동 허용범위 (+10%, 12%)에 대한 설계가 필요하며, 계통전압의 순간적인 변화에 대해 Ride Through가 요구된다.

계통 동기화에 대해서는 기술기준에서 요구하는 단위역률 제어 운전이 가능해야하며, 계통 전압의 순간적인 변화에 대해 Ride Through가 고려되어야 한다.

2.2 태양광인버터로서의 기본기능

태양광인버터로서의 기능에서 MPPT가 기본적으로 요구된다.

MPPT 효율은 정상상태에서 99%가 넘어야 하며, 최근들어 일사량급변에 대한 Dynamic MPPT에 대한 요구가 증가하고 있으며, 저 일사량 영역에서 안정적인 MPPT 동작이 요구되고 있다. 이것은 정상상태일때의 MPPT가 일사량급변이나 저일사량영역에서의 순간적인 오류로 인해 발전량에 영향을 주는 경우가 발생하기 때문이다[4].

단독운전 검출에 있어서도, 태양광인버터의 경우 발전량 증가를 위해 병렬 또는 다수로 설치되는 경우가 많음으로 인해 기술기준에서 요구하고 있으며, 이는 필수적인 사항이다.

계통 모니터링은 계통 동기화를 위해 필요하며, 수동적 단독운전 검출기법을 기본적으로 사용해야 하므로 빠른 전압과 주파수의 변화를 검출하는 것이 중요하다.

태양광발전시스템을 모니터링하는 역할은 기본적으로 태양광인버터에 있으므로, 태양전지 모듈 어레이에 대한 열화나 일사량대비 발전량과 같은 진단 및 부분 음영에 대한 검출을 할 수 있다.

2.3 부가 기능

태양광인버터와 같은 분산형전원이 증가함에 따라 계통 안정도 지원(Grid Support)에 대한 요구가 증가하고 있으며, 유럽을 시작으로 계통 안정도 지원이 필수적으로 바뀌고 있다.

계통 안정도 지원에 요구되는 기능은 무효전력 제어를 통한 출력단 전압 제어, 무효전력 보상, 고조파 보상 및 FRT(Fault Ride Through)가 있다.

마지막으로, 태양광인버터에 대한 EMC 기준이 강화되어 DC 포트에 대한 EMC 인증[5]이 추가 되었으며, 마이크로 컨버터(Power Optimizer)에 대한 EMC 인증이 추가될 예정이다.

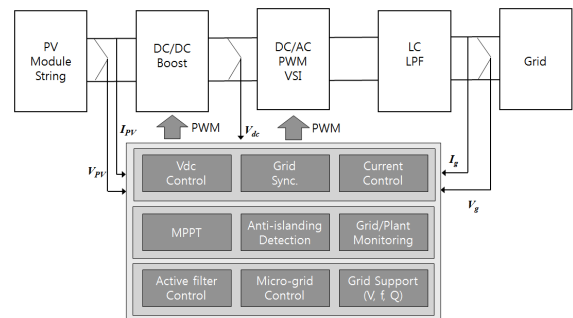


그림 1 제어 구조
Fig.1 Control structure

2.4 제어기 설계 예시

표1과 같은 사양으로 그림2의 전력회로를 가지는 태양광인버터에 대한 설계하였으며 전류제어기를 그림3에서 보였다.

표 1 태양광 인버터 사양
Table 1 Specification of PV Inverter

입력	운전가능 전압범위	220~980 Vdc
	정격전압	630 Vdc
	최대입력전압	1000 Vdc
	최대입력전류	40 Adc
	스위칭 주파수	16.8 kHz
출력	정격출력용량	12.4 kW
	계통 전압	202 +20/ 20 V
	계통 주파수	50/60 Hz
	역률	0.8~1.0
	효율	94 %이상
	스위칭 주파수	16.8 kHz
	출력 인덕턴스	2.2mH

3. 결론

계통연계형 태양광인버터의 제어 구조에 대해 설명하고 단독운전 검출 파형을 통해 설계된 제어기가 잘 동작되고 있음을 보였다.

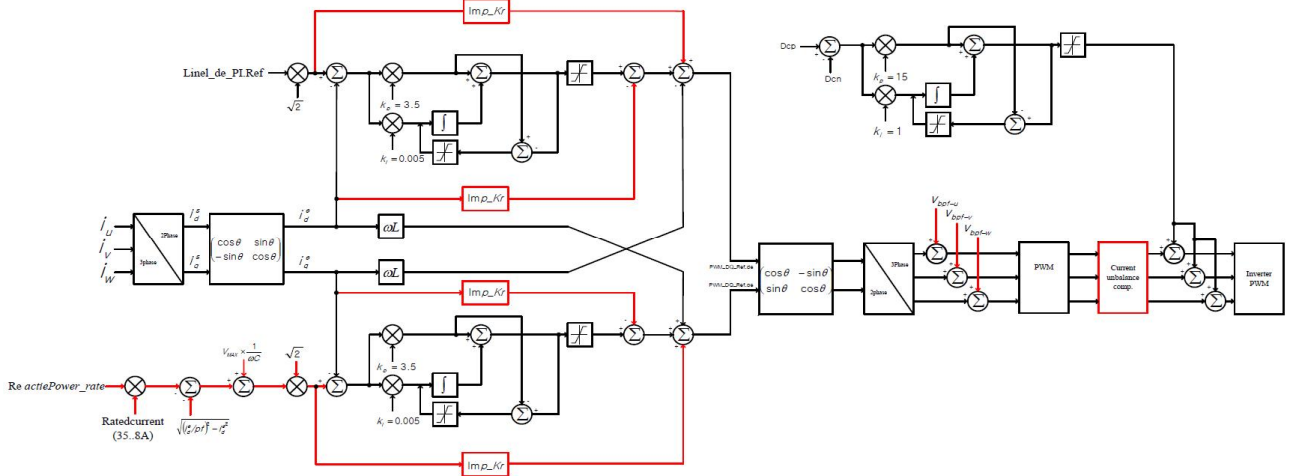


그림 3 전류제어기
Fig. 3 Current Controller

참고 문헌

[1] 민준기, 최운성, 이정욱, 유영덕, "계통연계형 태양광 발전용 마이크로 인버터 개발", 전력전자학회, 학술대회논문집, pp.240 241, 2014.07.
[2] 민준기, 나병훈, 팽성일, 유영덕, "3kW 계통연계 태양광인버터 개발", 전력전자학회, 학술대회논문집, pp.467 468, 2016.07.

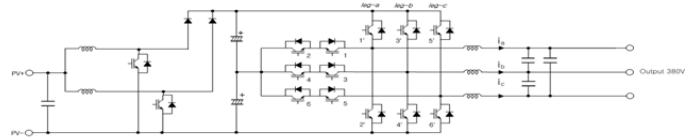


그림 2 전력회로도
Fig. 2 Power Circuit

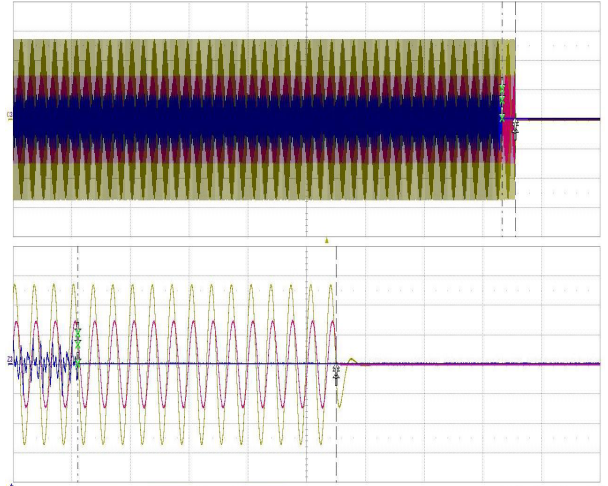


그림 4 단독운전 검출 파형(ΔP=0, ΔQ=0 조건:220ms): 부하 전압(황색), 계통 전류(청색), 부하전류(적색)
Fig. 4 Anti-islanding detection waveform (Case ΔP=0, ΔQ=0:220ms): Load vtg.(yellow line), Grid Current(blue line), Load current(red line)

[3] 이진목, 박가우, 이재문, 손경민, Novie Ayub Windarko, 민준기, 최재호, "시간응답을 고려한 삼상 DC/AC 인버터의 비간섭 제어기 설계", 전력전자학회, 학술대회논문집, pp.467 468, 2008.06.
[4] 이경수, 정영석, 소정훈, 유권중, 최재호, "태양광 시스템에서의 새로운 MPPT 알고리즘 제안", 전력전자학회, 전력전자학회논문지 10(1), pp.21 28, 2005.02.21.
[5] 민준기, 함승렬, 나병훈, "태양광 인버터 DC 포트 EMC 인증", 전력전자학회, 학술대회논문집, pp.119 120, 2015.07