

대용량 태양광인버터의 병렬운전에 관한 실증연구

A case study of photovoltaic inverter's parallel operation

강호현, 류강열, 서인영

경기도 안양시 동안구 호계동 183

(주)효성 중공업연구소

Abstract

본 논문은 태양광발전시스템에서 인버터의 운영효율 증대를 위해 사용되는 병렬운전의 실증시험결과 및 분석에 관한 내용이다.

낮은 부하영역에서 발전 시 다수의 태양광 module을 병렬 연결하여 인버터의 운전점을 높이는 병렬운전기법에 대하여 분석하고 실제 1.6MW 설비용량의 태양광 발전소에서 당사에서 개발된 250kW 태양광인버터의 실증운전자료를 통하여 그의 효율성과 타당성에 대하여 분석한다.

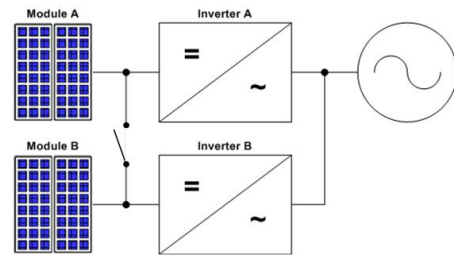


그림 1 태양광 인버터의 병렬운전 블록도
Fig 1. Block Diagram of PV inverter's parallel operation

1. 서 론

화석연료의 고갈에 따라 신재생에너지에 대한 개발 및 상용화 및 보급확대가 급속하게 진행되고 있다. 그 중, 광기전력효과를 이용하여 전기에너지를 생성하는 태양광 발전시스템은 무한한 태양에너지를 이용하여 원료비의 지출이 없고 운전 및 유지보수가 용이하며 발전용량의 선택에 자율성이 있다는 장점을 가지고 있어 현재 가장 주목을 받으며 상용화가 진행되고 있는 발전방식이다.^[1]

태양광발전에서 사용되는 인버터는 태양광 Module의 최대출력점을 추종하는 MPPT제어, 단독운전의 검출, DC arc의 검출 및 각종 입출력의 사고를 감지하는 기능이 필요하며 그 중 태양광발전설비의 수익률을 위한 높은 전력변환효율은 태양광 인버터의 성능을 결정하는 중요한 요소이다.^[2]

이러한 태양광 인버터의 효율증대를 위하여 인버터의 전력변환효율을 개선하려는 노력과 함께 태양광 시스템의 운영효율을 높이기 위한 기법으로 Multi-String(Multi-MPPT) 및 병렬운전기법이 있다. 본 논문에서는 대용량인버터에서 주로 사용되는 병렬운전기법을 분석하고 실증운전결과를 바탕으로 그의 타당성을 논한다.

2. 본 론

2.1 태양광인버터의 병렬운전

태양광 인버터의 병렬운전은 독일의 SMA사를 비롯하여 Siemens등 선진업체를 중심으로 대용량 발전소에서 운영효율의 증대를 위하여 사용하고 있다. 이는 그림 1과 같이 단위발전용량의 태양광 module과 인버터가 하나의 쌍을 이루어 구성되어 있으며 각기 단위용량별 태양광 module의 출력은 사용자 또는 인버터 제어기의 지령에 따라 병렬연결이 가능하도록 차단기를 이용하여 회로를 구성한다.

그림 2의 일반적인 태양광 인버터의 출력전력과 효율의 관계에서 일조, 일몰 또는 기상여건에 의하여 인버터의 발전용량이 줄어들에 따라 변환효율도 줄어들게 된다. 운전지점 A의 저용량 발전 시 각기 인버터의 발전효율은 $\eta[\%]$ 에서 동작하게 되며 이때 인버터 입력측의 차단기를 이용하여 단위 module을 병렬로 묶어 운전지점 B에서 인버터 A만 동작 시 개별 동작하는 경우보다 다음 식 (1)과 같이 발전량의 차이가 발생된다.

$$\Delta P = 2\eta P_m - 2(\eta + \Delta\eta)P_m = 2\Delta\eta P_m \quad (1)$$

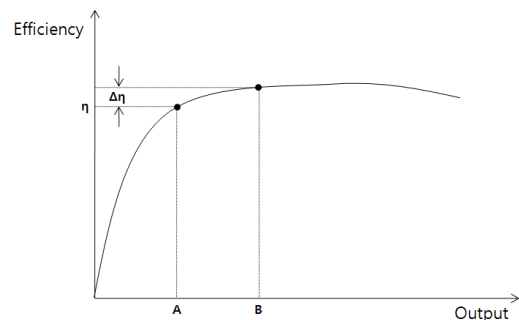


그림 2 출력전력과 효율의 그래프
Fig 2. Relationship of output power to efficiency

2.2 실증시험

(주)효성에서는 2007년 충남태안에 1.6MW급 발전소를 설치 운영하고 있으며 2008년부터 개발 완료된 250kW 태양광인버터를 설치, 실증시험을 진행하고 있다. 250kW 태양광 인버터의 상세사양은 표 1과 같으며 성능시험을 통해 측정된 전력변환효율은 그림 3과 같다.

표 1. 250kW 태양광인버터 상세사양

Table 1. Specification of 250kW PV inverter

구분	개발사양	
입력사양	MPPT 전압범위	450-820 V
	최대전압	900 V
	최대전류	590 A
출력사양	정격용량	250 kW
	정격전압	380 V
	정격전류	380 A
	주파수	60 Hz
	역률	> 0.99
최대 전력변환효율	> 97 %	
보호기능	OV, UV, OC, OT, SC	

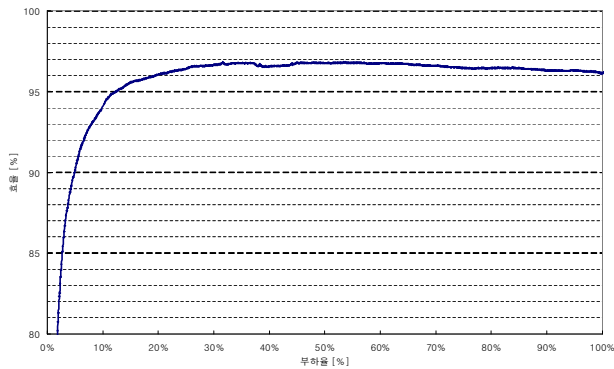


그림 3. 250kW 태양광인버터 전력변환효율
Fig 3. Efficiency curve of 250kW PV Inverter

병렬운전의 실증시험 시 효율이 감소하는 출력전력점인 25[%] 정격부하조건 이하에서 두 대의 250kW 인버터가 병렬운전을 시작하도록 설정하였으며 경계조건에서의 채터링의 방지 및 도통 손실의 증가로 인한 높은 출력점의 효율감소를 방지하기 위해 60[%] 정격부하조건 이상에서 개별운전모드로 전환되도록 밴드폭을 설정하여 시험하였다.

2.3 시험결과

그림 4는 7월 20일에 측정된 250kW 태양광인버터의 실측그래프이다. HS2로 표시된 인버터가 일출/일몰시 병렬운전을 통하여 발전을 하고 있으며 일사량의 증가에 따라 HS1으로 표시된 인버터가 동작을 시작한다.

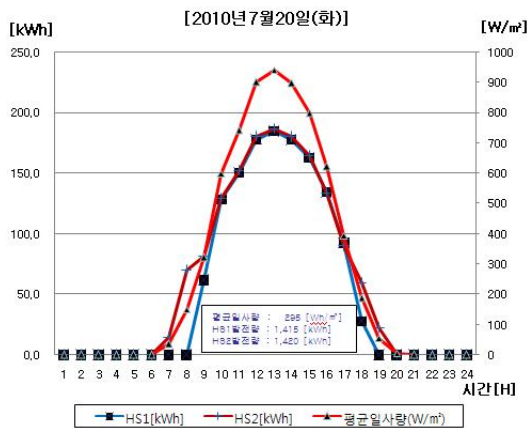


그림 4. 250kW 태양광인버터 병렬운전
Fig 4. Parallel operation of 250kW PV inverter

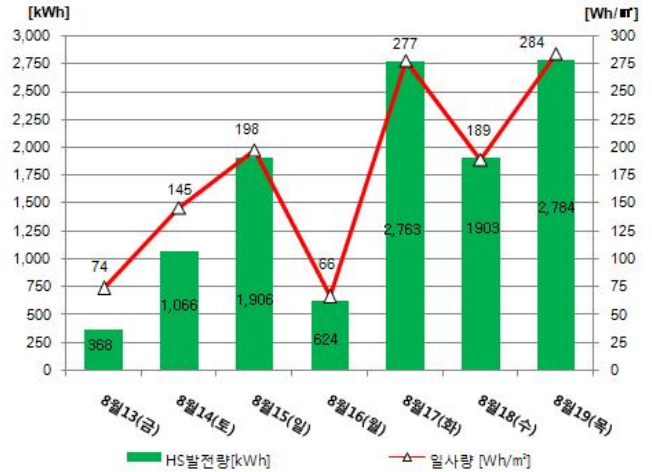


그림 5. 병렬운전적용전 일사량 및 일간발전량
Fig 5. Daily irradiation and generated energy non-parallel operation



그림 6. 병렬운전적용후 일사량 및 일간발전량
Fig 6. Daily irradiation and generated energy parallel operation

그림 5와 그림 6은 병렬운전의 적용전과 후의 일사량 및 일간발전량이다. 평균일사량이 비슷한 8월 15일과 7월 25일의 발전량을 비교하면 병렬운전을 적용한 후의 발전량이 높은 것을 확인할 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 태양광인버터의 병렬운전에 대하여 기본적인 해석을 바탕으로 250kW 태양광인버터의 실증시험결과를 분석하였고 발전량의 비교를 통하여 병렬운전의 효용성을 확인하였다.

Reference

- [1] 임희천 외, "태양광 발전(Photovoltaic) 기술 동향", 전력전자학회지 제 8 권 제 3 호, 2003. 6
- [2] Michael Johnston, "Photovoltaic Inverter Needs", DOE Workshop on system driven approach to inverter R&D