

병렬연결된 다수 대 계통연계형 인버터를 위한 단독운전 방지 기법

김동균*, 박관남*, 조상윤*, 이영권**, 유권종***, 송승호*, 최익*, 최주엽*
 광운대학교*, 금비전자**, 한국태양광발전연구소***

Anti-Islanding Scheme for a Number of Grid-connected Inverters under Parallel Operation

Dong-Gyun Kim*, Kwan-nam Park*, Sang-Yoon Cho*, Young-Kwoun Lee**, Gwon-Jong Yu**, Seung-Ho Song*, Ick Choy*, and Ju-Yeop Choi*
 Kwangwoon University*, Keumbee Electronics**, Solar System Research Institute***

ABSTRACT

Since anti-islanding scheme of grid-connected inverter is a key function of standards compliance, unintentional islanding results in safety hazards, reliability, and many other issues. Therefore, many anti-islanding schemes have been researched, however, existing anti-islanding schemes show poor power quality and non-detection zone issues. Besides, most of them have problems which deteriorate performance of islanding detection under parallel-operation. Therefore, this paper proposes a new anti-islanding scheme that has both negligible power quality degradation, no non-detection zone and precise islanding detection under parallel-operation. Finally, both simulation and experimental results validate the proposed scheme.

는 방식을 사용한다. 다수대의 병렬운전 시 단일 인버터를 사용할 때보다 시스템의 효율과 수명을 증가시킬 수 있는 장점을 가진다.

Fig 1.은 인버터를 다수대를 병렬로 연결 하였을 때 개념도 이다.

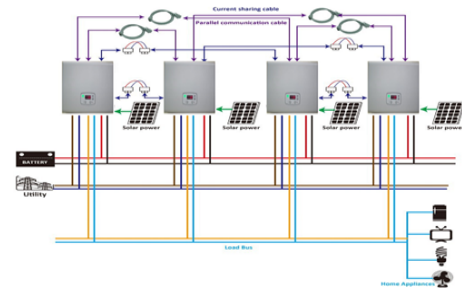


Fig 1. Concept map of PCS parallel operation

1. 서론

분산전원에서의 단독운전은 안전성과 시스템 보호 측면에서 계통과 시스템 양쪽에 모두에게 중요한 문제이다. 단독운전은 정전발생시 분산전원이 같이 정전이 안 되고 독립적으로 운행하는 것을 말하며 이러한 현상으로 계통 유지 보수하는 인원이 이를 인식하지 못하여 감전사고 발생이 될 수 있고 비정상적인 전압과 주파수를 갖는 출력이 부하에 공급되므로 전력품질에 악영향을 미치게 될 수 있다. 따라서 많은 단독운전 방법이 개발 되었으며 각국의 인버터 규정으로 단독운전 규정을 채택하고 있다. 몇몇 나라들의 경우에는 인버터의 규정을 한 대의 단독운전 뿐만 아니라 다수대의 인버터의 경우에도 작동 할 수 있는 단독운전 규정을 채택하고 있다. 다수대를 설치할 경우 각각의 인버터가 간섭하여 단독운전이 발생할 수 있기 때문이다. 본 논문은 어떠한 상황에서 다수대 인버터가 단독운전을 발생시키는지와 개발한 알고리즘이 다수대 인버터에도 작동하는지 시뮬레이션과 실험을 통해 제시하도록 한다.

2.2 인버터 병렬운전의 단독운전 검출 성능 저하

현재 국내에 다양한 단독운전 검출기법이 개발되었다. 하지만 기존의 단독운전 기법들은 대부분이 단일 인버터의 경우에 대해서만 고려하였고, 규정에서도 단일 인버터의 경우만을 평가한다. 그러나 병렬운전 상황에서는 단독운전 검출 성능이 저하되거나 검출하지 못 할 가능성이 존재한다. 이러한 문제는 실제로 스페인에 위치한 2.5MW 태양광 발전소에서 단독운전이 발생하였다. Fig 2은 시간에 따른 발전소의 발전량을 나타내는데, 계통이 차단된 후 약 13분 정도 발전이 지속된 것을 확인할 수 있다.

2. 인버터의 병렬운전

2.1 인버터 병렬운전

태양광 인버터의 용량을 늘리기 위해 한 대의 인버터의 용량을 높이던가 아니면 다수대를 병렬로 연결하여 용량을 높이

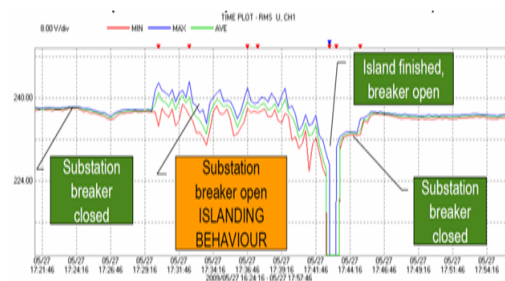


Fig 2. Example of islanding situation in real
 위 발전소에서 사용되었던 인버터는 250kW 인버터로 모두 시험소에서 단독운전 시험을 통과한 인버터였다. 위 사례를 통

해 병렬운전의 경우 단독운전이 발생할 수 있음을 확인할 수 있다.

3. 단독운전 알고리즘

3.1 기존 인버터의 단독운전 알고리즘

기존의 단독운전 기법의 경우 주파수를 주기적으로 변동을 시켜주거나 무효전력을 투입함으로써 단독운전 발생시 주파수를 변동시켜 검출한다. 그러나 기존의 기법에서는 주파수와 무효전류 성분을 변동되는 방향으로 전류나 주파수를 더 변동시킴으로써 검출한다. 하지만 이 방법을 사용할 경우 기기마다 변동되었던 양을 잘못 인식하여 반대로 무효전류를 흘려줄 수 있게 된다. 이에 따라 Fig 3와 같이 서로 무효전류를 상쇄시켜 주파수가 정상상태를 유지하여 단독운전 검출이 되지 않는 현상을 보이게 된다.

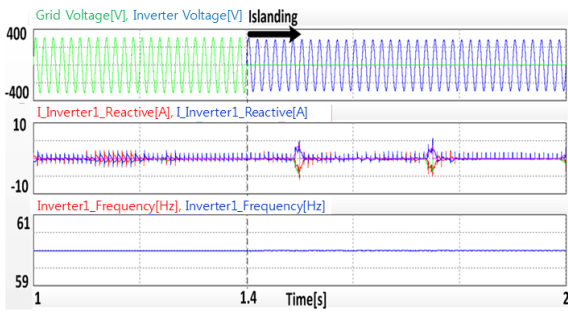


Fig 3. Waveform with injection opposite reactive power

위와 같은 현상을 없애기 위해 다음과 같은 알고리즘을 제시한다. Fig 4는 제시하는 알고리즘을 나타내며 기존의 알고리즘과 같이 주파수의 변동 크기에 따른 Gain을 구하여 무효전류 성분을 구해준다. 하지만 이 무효전류 성분은 기존의 알고리즘과 달리 한 방향으로만 무효전류를 투입함으로써 무효전류의 상쇄를 방지한다.

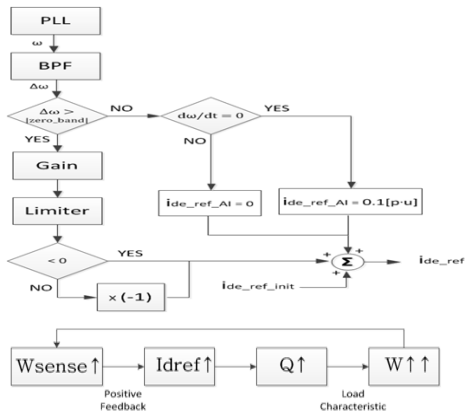


Fig 4. Algorithm of proposed islanding detection scheme

4. 실험

4.1 실험 방법

Fig 5 와 같이 Inverter는 금비전자의 S120k를 5대 병렬로 사용하였으며 부하와 PV simulator는 에너지 기술 연구원의 장치를 이용하였다.

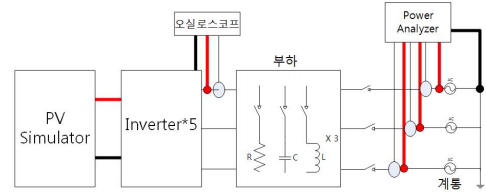


Fig 5. Configuration of anti-islanding test circuit

4.2 실험 결과

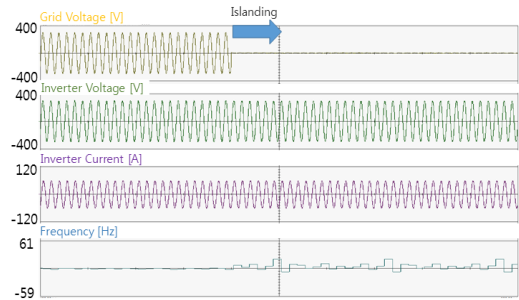


Fig 6. Waveform with failure of anti-islanding test

Fig 6는 무효전류 성분의 방향을 주파수가 변동하는 방향으로 넣어 주었을 때 단독운전이 발생한 것을 보여주는 그림이다. 위와 같이 주파수가 60Hz 부근에서 동작을 하면 인버터의 디지털 신호처리에 의해 각각의 인버터가 서로 간섭하여 무효전류 성분을 상쇄하는 순간을 만들게 되어 단독운전이 발생하게 된다.

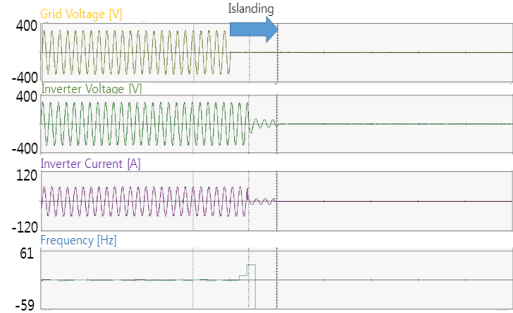


Fig 7. Waveform with proposed anti-islanding scheme

Fig 7은 제안하고 있는 무효전류 성분을 한 방향으로 주입하였을 때 단독운전이 검출됨을 확인할 수 있는 파형이다.

5. 결론

병렬운전에서의 무효전류 성분의 상쇄되는 점을 해결하여 야 병렬운전 시에도 단독운전을 검출할 수 있다.

이 논문은 중소기업처에서 지원하는 구매조건부 신제품 개발사업(S22285714)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고 문헌

[1] Y. M. Jo, "A Novel Islanding Detection Scheme without Non Detection Zone", *The Korean Institute of Power Electronics*, pp.540-549, Dec. 2015. 1988, April.