

가정용태양광 발전설비의 전력품질 측정에 관한 연구

안재민*, 한운기*, 정진수*, 김선구*, 김재철**
 한국전기안전공사 전기안전연구원*, 송실대학교**

Study on the Measuring of Power Quality for the Residential PV System

Jae-Min Ahn*, Woon-Ki Han*, Jin-Soo Jung*, Sun-Gu Kim*, Jae-Chul Kim**
 KESCO (ESRI)*, SoongSil University**

Abstract - This paper describe the power quality measuring result of the inter-connected residential PV system. The power quality measuring for inter-connected residential PV system are important to verify their performance and effect of power distribution system with inter-connected residential PV system. Also, these power quality measuring and analysis are essential to improve electrical safety. In order to evaluate influence of power distribution system with inter-connected residential PV system, we measure and analyze power quality index such as power, voltage, current, harmonic, THD, flicker index, power factor and frequency using DEWE5000.

1. 서 론

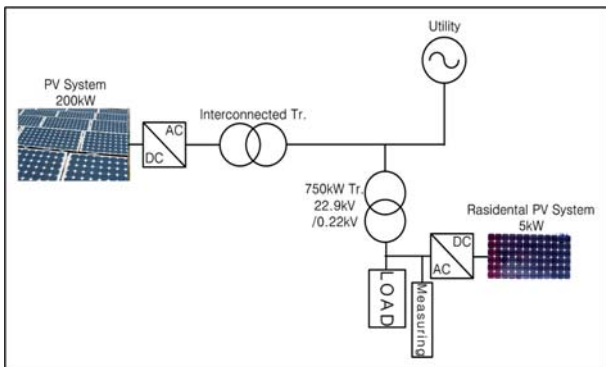
국내의 전력소비량은 지속적으로 증가하고 있으나 이를 공급해줄 발전설비의 확충은 부지확보 문제와 환경문제로 인하여 어려운 실정이다. 따라서 정부는 에너지위기 극복방안과 신동력 성장사업의 일환으로 그린에너지 중 하나인 태양광 발전시스템을 보급하고 있으며, 총 소요금액의 일부를 보조함으로써 10만호 정도의 가정용 태양광 발전시스템이 보급될 전망이다[1].

따라서 전력변환기를 사용하는 태양광 발전설비를 전력계통에 연계하였을 때 태양광 발전설비에 의해 공급되는 영향에 대해서 보다 정밀하게 분석할 필요가 있다. 구체적으로 가정용 태양광 발전설비에 의해 배전계통 및 인근 수용가 설비에 미치는 상호관계를 각각 분석할 필요가 있으며, 반대로, 배전계통에서 발생하는 과도성 전압, 전류로 인한 가정용 태양광 발전설비에 공급되는 영향 또한 분석할 필요가 있다. 또한, 첨단화된 부하설비에 미치는 영향을 분석할 필요가 있으며[2], 이러한 분석은 가정용 태양광 발전설비에 대한 전기적 안전성을 향상시키는 데 기초가 될 것이다. 본 논문에서는 이러한 상호 관계를 분석하기 위한 기초 단계로 가정용 태양광 설비의 전력품질을 측정 및 분석하였다.

2. 가정용 태양광 발전설비의 전력품질 측정

2.1 전력품질 측정 방법

본 논문에서는 가정용 태양광 시스템의 전력품질 분석 및 과급효과를 분석하기 위하여 그림 1과 같은 시스템에 가정용 태양광 인버터의 출력단을 측정하였다.



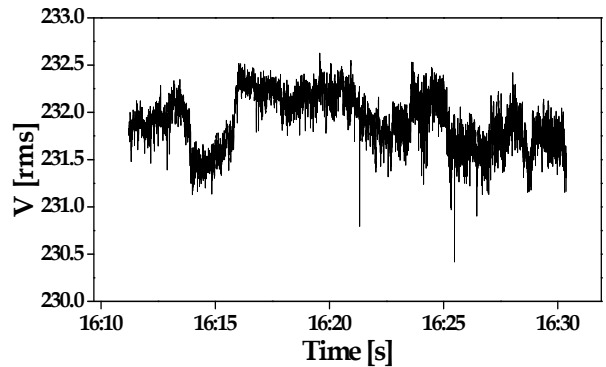
〈그림 1〉 전력품질 측정 계통도

전력 품질을 나타내는 지표는 각 기관 및 위원회 마다 조금씩 다르나 참고문헌 [3]에서 그 내용을 정리하였다. 본 논문에서는 출력(P, Q, S), 전압(RMS), 전류(RMS), 각차수별 고조파(I, V), 종합 왜형률, 플리커 지수 및 역률을 측정하였다. 측정장비는 DEWE5000을 사용하였고, 측정시

간은 2009년 4월 10일 오후 4시 11분 13초부터 4시 30분 22초 까지 측정하였다. Sample Rate은 2 [MHz]를 사용하였고 데이터의 용량을 감소시키기 위하여 0.05[Hz]의 Reduced Rate를 적용하였다.

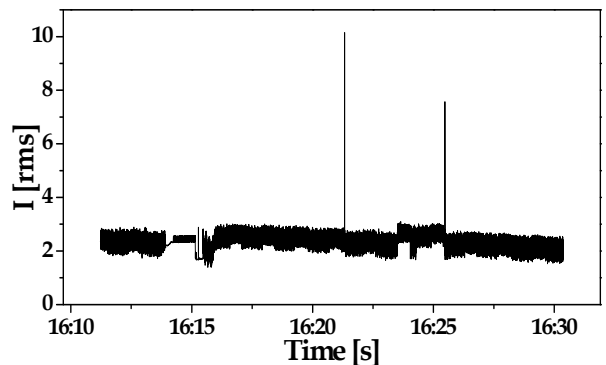
2.2 전력품질 측정 결과

그림 2는 가정용 태양광의 출력 전압에 실효치를 나타낸다. 평균전압은 231.91 [V]가 측정되었고, 최대, 최소는 232.62 [V], 230.41[V]로 각각 측정되었다.



〈그림 2〉 가정용 태양광의 출력 전압(RMS)

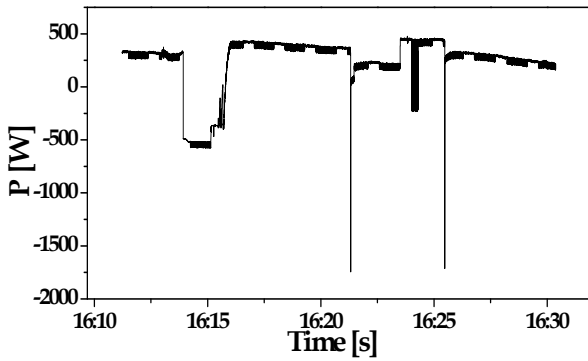
그림 3은 가정용태양광의 출력 전류의 실효치를 나타낸다. 평균전류는 약 2.34 [A]로 측정되었고, 최대, 최소는 10.15 [A], 1.39 [A]로 각각 측정되었다. 측정된 전류값은 발전량이 적어 평균 전류는 크지 않았지만 과도성 전류가 측정되어 과도성 전류의 발생원을 분석할 필요가 있고 앞으로 동기화된 모니터링 시스템을 통하여 이러한 과도성 성분의 생성 및 과급을 분석 할 예정이다.



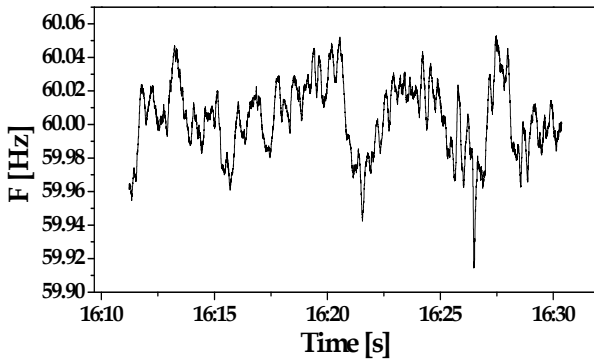
〈그림 3〉 가정용 태양광의 출력 전류(RMS)

그림 4는 가정용태양광의 출력 전력을 나타낸다. 평균전력은 232.06 [W]가 측정되었고 최대, 최소는 476.33 [W], -1746.49 [W]로 각각 측정되었다. 외부적인 요인(일사량, 셀 온도 등)으로 인해 평균전력은 크지 않고, 전력을 소비하는 형태가 측정되었다. 이러한 현상도 앞으로 진행될 동기화된 모니터링 시스템을 통하여 외부요인과의 상관관계를 분석 가능할 것으로 사료된다. 그림 5는 가정용 태양광의 출력 주파수를 나타낸다. 평균 주파수는 60 [Hz]가 측정되었고 최대, 최소는 60.05 [Hz], 59.91 [Hz]로 각각 측정되었다. 주파수는 계속적으로 변하지만 연계기준 내에서 변하는 것을 알 수 있다[4]. 그림 6은 가정용 태양광의 역률을

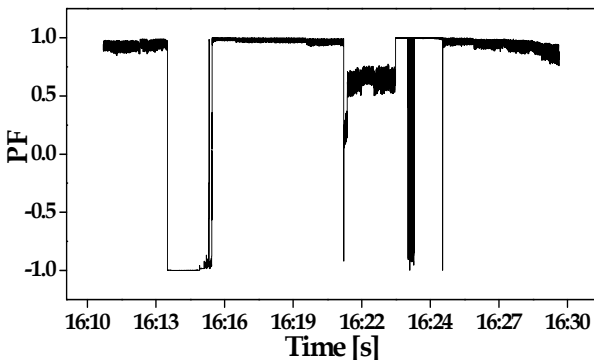
나타낸다. 평균 역률은 0.72가 측정 되었고 최대, 최소는 1과 -1이 각각 측정되었다.



<그림 4> 가정용 태양광의 출력 전력



<그림 5> 가정용 태양광의 출력 주파수



<그림 6> 가정용 태양광의 역률

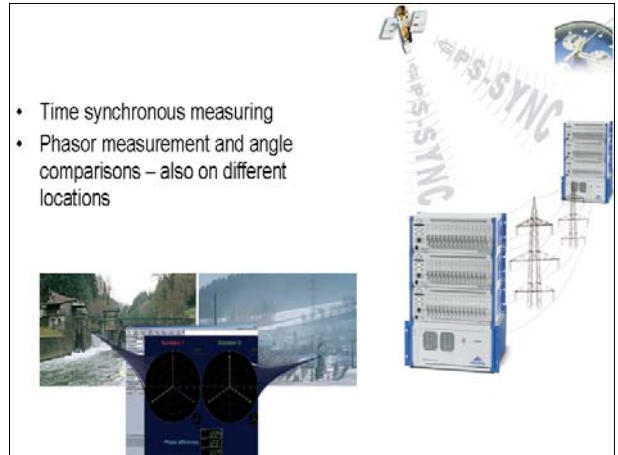
전력품질을 판단하는 기준 중 하나인 고조파 성분에 대하여 분석하였다. 측정에서는 기본고조파 성분부터 15고조파 성분까지 분석하였고 표 1에 측정된 홀수 고조파를 나타내었다. 전압에 대한 종합 왜형율은 평균 1.27 [%]로 측정되었고, 전류에 대한 종합 왜형율은 43.90 [%]로 측정되었다. 또한, 전력품질 판단기준 중 하나인 플리커 지수 Pst(Short Term Flicker)와 Plt(Long Term Flicker)의 평균값은 0.17 [%]와 0.07 [%]로 각각 측정되었다.

<표 1> 차수별 전압, 전류 고조파

전압고조파 [V]					
차수	3차	5차	7차	9차	11차
평균고조파	0.48	2.60	0.49	1.09	0.30
최소고조파	0.33	2.14	0.20	1.00	0.22
최대고조파	0.69	3.04	0.69	1.18	0.40
전류고조파 [A]					
차수	3차	5차	7차	9차	11차
평균고조파	0.20	0.23	0.21	0.16	0.14
최소고조파	0.02	0.14	0.16	0.07	0.10
최대고조파	0.67	0.37	0.31	0.22	0.22

2.3 전력품질 측정 결과 분석

본 논문에서 측정한 가정용 태양광 발전설비의 전력품질 지수는 전압, 전류, 유효전력, 주파수, 역률, 플리커 지수 및 고조파 성분이다. 측정 결과를 분석하면 가정용 태양광 발전설비의 경우 외부요인에 의하여 전력을 생산하다가 전력을 소비하는 형태가 측정되었다. 또한, 외부요인으로 인하여 전력 생산 및 소비를 반복하면서 과도성 성분이 발생되었고 그로 인해 고조파, 플리커 지수 및 역률등과 같은 전력품질 지수가 저하되는 결과가 측정되었다. 분산형 전원 배전계통 연계 기술기준의 전력품질은 분산형 전원이 연계된 연계 지점에서의 전력 품질을 의미한다. 그러므로 가정용 태양광 발전설비의 전력품질 뿐만 아니라 연계지점의 전력품질도 측정해야 보다 정확한 전력품질 분석이 가능할 것이다. 향후 그림 7과 같은 동기화된 모니터링 시스템을 구축하여 보다 정밀한 분석이 필요하다.



<그림 7> 동기화된 모니터링 시스템

3. 결 론

본 논문에서 측정한 가정용 태양광 발전설비는 외부요인에 의해 전력을 생산하다가 전력을 소비하는 결과가 측정되었다. 이러한 과정 속에서 과도성 성분이 발생되어 고조파, 플리커 지수 및 역률 등의 전력품질 지수가 저하되는 결과가 측정되었다. 본 논문에서 측정된 결과는 가정용 태양광 발전설비 연계시 나타나는 전력품질 문제점을 나타내었다. 향후 동기화된 모니터링 시스템을 구축하여 외부요인에 따른 가정용 태양광의 전력 품질을 분석하여 개선안을 도출하고자 한다. 이러한 연구는 전기 안전을 향상시킬 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 전력산업연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

[1] 한석우, “계통연계형 PV시스템의 가동률 향상에 관한 연구”, 전력전자학회:학술대회지, 2004년도 전력전자학회 논문집(1), pp.97-100, 2004
 [2] IEEE, “IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality”, IEEE Std 1159-1995
 [3] 김재철, 윤상윤, “전력계통의 전력품질 및 신뢰도 평가의 방법”, 대한전기학회:전기의세계, v50, no3, pp.24-31, 2001. 3
 [4] 분산전원 배전계통 연계 기술 기준, 한전배전처, 2005