

계통연계형 태양광 인버터 시스템에 부합 된 IEEE Std. 1547/1547.1에 관한 고찰

김동원

카코 뉴에너지(jeremy.kim@kaco-newenergy.kr)

A Study on IEEE Std. 1547/1547.1 with Grid-connected PV Inverter System

Dongwon Kim

Dept. of Management Business, KACO new energy Inc.(jeremy.kim@kaco-newenergy.kr)

ABSTRACT

본 논문에서는 계통과 연계된 분산전원시스템에 있어 계통 연계형 태양광 발전 시스템의 주요한 요구사항에 해당되는 IEEE Std 1547/1547.1의 시험 사양 및 기술 사양에 대하여 기술하기로 한다. 당사인 KACO new energy에서는 이 인증을 통해서 기술적인 진보와 제품 안전의 우위성을 확보 하였고 부가적으로 미국과 캐나다 시장 진출에 대한 교두보를 마련하였다. 인증을 받은 XP100U 시리즈 자료의 일부분을 바탕으로 시험의 중요성 및 필요성에 대한 그 타당성을 입증한다.

1. 서 론

최근 들어 심각한 환경 문제 및 급격히 증가되고 있는 전력 수요에 따라 각 국가에서는 정부의 각종 지원 정책아래 분산형 전원에 대한 보급이 확산되고 있다. 이에 따라 각 나라마다 계통 운영자와 발전 사업자간의 규정은 매우 중요해지고 있으며 명확해 지고 있다. 따라서 계통연계형 인버터 시장에서도 수출 하려고 하는 국가의 관련 규정에 의거한 인증을 필히 요구하고 있어 시장진출의 어려움을 겪기도 한다. 하지만, 내부적으로는 해외규격의 인증을 받기 전과 후에 연구 기획하는 부분에서 부터 판매하는 전 과정까지 선진 규격에서 요구하는 수준에 맞도록 제품을 만들어야 하므로 제품의 품질 수준을 극대화 시킬 수 있는 장점도 있다.

본 논문에서는 IEEE Std. 1547/1547.1의 계통연계 시험 규정을 중심으로 분산전원이 계통에 미치는 영향과 계통 운영 측면에서 분산전원의 영향에 대한 규정을 검토하며 당사의 XP100U 시리즈 제품의 인증 시험 및 절차를 통해서 전력품질 평가기준을 고찰해 보고자 한다.^[1]

2. IEEE Std. 1547/1547.1의 일반적인 요구 사항

2.1절 온도시험

주위 온도에 따라서 계통 연계형 인버터의 성능을 평가 하는 시험이다. 온도 시험에는 운전을 하며 운전 온도 범위를 결정하는 시험과 운전을 하지 않는 상태에서 오랜 시간 저장하는 시험 두 가지를 시행 하며 각각의 시험 방법은 다음과 같다.

- 항온·항습기 온도를 주위온도에서 -20℃로 내리고 계통연계형 인버터는 최소 출력으로 운전하며 그 시점부터 24시간이 지날 때까지 동작의 이상 유·무를 판별한다.

표 1 계통연계 시스템의 이상전압 범위

Table 1 Interconnection system response to abnormal voltage

전압 범위 (기준 전압에 대한 비율 %)	고장 제거 시간(초)이내
$V < 50$	0.16
$50 \leq V < 88$	2.00
$110 < V < 120$	1.00
$V \geq 120$	0.16

- 인버터에 전원을 인가하지 않은 상태에서 항온·항습기 온도를 70℃까지 올린다. 내부 온도가 70℃가 되는 시점부터 72시간 동안 보관하며 72시간 경과 후 항온·항습기 내부 온도를 다시 주위온도(상온 25℃)까지 내린다. 이 때 계통 연계형 인버터를 동작시켰을 시 이상이 없어야한다.

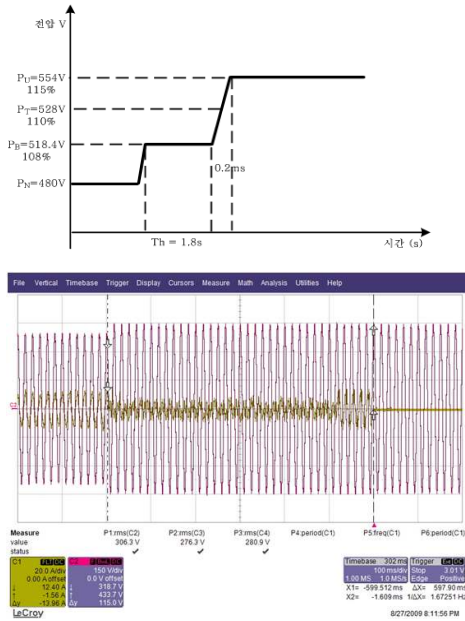
2.2절 과전압 및 저전압 시험

계통전압이 표 1과 같은 범위에 있을 때에는, 분산형전원은 제시된 고장 제거 시간 내에 연계된 계통과 분리 되어야 한다. 고장제거 시간은 계통의 전압이 비정상적으로 발생한 시간부터 분산형전원이 계통과 분리되기까지의 시간을 의미한다. 단, 30kW 이하의 용량을 가지는 분산형전원은 지정된 전압범위와 고장 제거시간이 고정되어 있거나 현장에서 조정 가능하지만 30kW 이상의 용량을 가지는 분산형전원은 지정된 전압범위만 현장에서 조정이 가능하다.

그림 1의 (a)는 계통의 과전압 시험을 하기 위한 가상 계통 전압의 설정 그래프이고 (b)는 당사에서 측정한 실제 인버터의 실험 파형 모습 중 하나 이다. 실험 파형과 같이 출력 전압의 110%이상으로 가상 계통전압을 상승 시켰을 시 계통연계형 인버터는 규정(1초) 이내에서 가상 계통으로부터 분리되는 것을 확인할 수 있다.

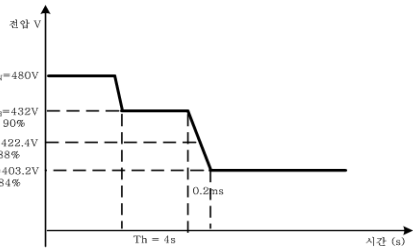
그림 2.4는 마찬가지로 가상 계통의 출력 전압을 88%이하로 하강 시켜 저전압 발생 시 계통연계형 인버터가 계통으로부터 분리되는지를 시험한다. 실험 파형에서 볼 수 있듯이 이때에도 역시 규정(2초) 이내에 계통과 분리된 것을 확인할 수 있다.

마찬가지로 계통주파수가 규정범위 밖에 있을 때에도 계통 연계형 인버터는 제시된 고장 제거시간 내에 연계된 계통으로



(b) 과전압 시험 실험 파형

그림 1 계통의 과전압 시험 설정 및 실험 파형
Fig. 1 Experiment Waveform and Test Setting of Grid Over Voltage



(b) 부족 전압 시험 실험 파형

그림 2 계통의 과전압 시험 설정 및 실험 파형
Fig. 2 Experiment Waveform and Test Setting of Grid Under Voltage

부터 분리가 되어야 한다.

1.3절 동기화 시험

분산형전원이 계통에 연계 시에 지역 전력계통 전압수준의 $\pm 5\%$ 이상의 전압동요를 일으키지 않으면서 지역 전력계통과 평형을 유지하며 기동하는지와 최대 기동 전류를 결정하기 위한 시험이다. 이는 분산형 전원들에 의한 계통에 영향을 최소화하기 위함이다.

1.4절 EMI 보호 시험

분산형 전원 시스템은 IEEE Std C37.90.2-1995에 준하는 전자기방해 (EMI)환경을 견디어 내는 능력을 갖추어야 한다. EMI의 영향은 연계계통의 오작동 또는 상태의 변화를 가져오지 않아야 하기 때문이다. 그리고 IEEE Std C62.41.2-2002 또는 IEEE Std C37.90.1-2002에 정의된 환경에 준하는 전압 및 전류시지를 견디어 내는 능력 또한 갖추어야 하기 때문에 이에 대한 규정에 의거 시험을 한다.

1.5절 단독운전 보호 시험

단독운전이란 계통연계 인버터의 출력전력과 수용가의 소비전력이 평형을 이루었을 경우 계통이 상실되어도 공통 접속점(PCC:: Point of Common Coupling) 전압의 실효값 및 주파수가 변동하지 않기 때문에 계통연계형 인버터가 정지하지 않고 계속 운전하는 현상을 말한다. 이럴 경우 감전사고 및 계통의 재폐로 시 전력기기 및 부하기기의 손상이 우려된다. 따라서 IEEE Std 1547.1에서는 단독운전방지 시험에 대해 그림 3과 같은 시험 구조 하에 시험을 시행한다.

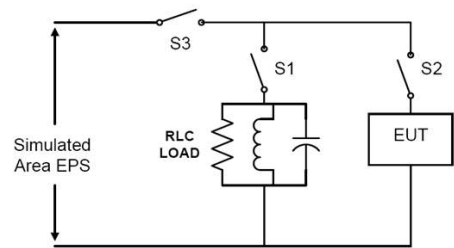


그림 3 단독운전 시험의 구조
Fig. 3 Configuration of Islanding Test

3. 결론

본 논문에서는 IEEE Std. 1547/1547.1의 시험 사양 및 기술 사양에 대하여 실제 인증을 받은 XP100U 시리즈 자료를 바탕으로 주요한 시험의 일부를 기술하였다. 이 외에도 상 개방 시험 및 고장 발생 후 재접속 시험, 고조파 시험 등 여러 가지 주요한 시험이 있으며 계통연계형 인버터 시장에서의 세계적인 경쟁력을 갖추기 위해서는 IEEE Std. 1547/1547.1 뿐만 아니라 각 국가의 관련 규정에 의거한 인증에 대해 보다 심도 있는 연구와 기획단계에서부터의 철저한 검토가 이루어 져야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems, IEEE Standard 1547-2003, July 2003.
- [2] IEEE Standard Conformance Test Procedures for Equipment Interconnecting Distributed Resource with Electric Power Systems, IEEE P1547.1-2005, July 2005.
- [3] Thomas S. Basso "IEEE 1547 Series of Standard : Interconnection Issues", IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 19. NO 5. September 2004.