

JETGR0003 규격에 대한 자동 시험 시스템 개발

박주현*, 김영민*, 김희중*, 전영수*, 이기수*, 이승구*
LS산전*

The development of automatic test systems for the JETGR0003 standard

Ju Hyun Park*, Young Min Kim*, Hee Jung Kim*, Jon Young Soo*, Ki Su Lee*, Seung Goo Lee*
LSIS*

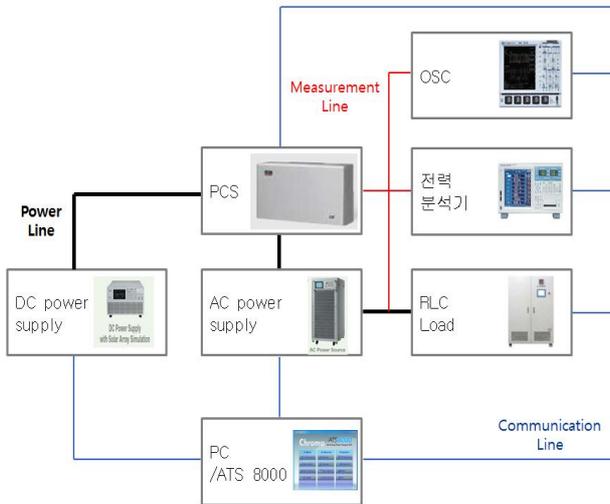
Abstract - 본 논문은 일본형 단상 3선식 계통 연계형 태양광 인버터의 자동 시험에 관한 것이며 자동 시험 내용은 JET 인증 시험 항목 중 기/성능 시험 위주로 작성 되었다.

1. 서 론

국내 태양광 관련 보급사업은 정부의 저탄소 녹색성장 정책과 더불어 주목 받고 있으며 계통연계형 태양광 인버터 관련 기술도 지속적으로 향상되고 있다. 특히 유럽, 일본 등을 중심으로 태양광 시장은 급속도로 성장하고 있으며, 이에 따른 제품 개발이 활발하게 이루어지고 있다.

제품 개발 시 반드시 수행 되는 제품 시험 시 시험 내용을 정확히 숙지하지 못해 잘못된 시험을 진행하거나 시험할 수 있는 인력이 부족할 경우 제품의 개발 완료 시점은 지연되게 된다.

본 논문에서는 JETGR0003[1][2] 규격 내용을 토대로 ATS8000, AC source 61511, DC Source 62150H, RLC load, 전력분석기 WT1800, 오실로스코프 LT354ML 등을 이용해서 자동 시험 한 내용 및 결과를 기술하려고 한다. 아래 그림은 전체 시험 구성도를 나타내고 있으며 PCS는 현재 LSIS에서 개발 중인 5.5kw 제품을 대상으로 시험 하였다.



〈그림 1〉 시스템 구성도

JETGR0003 규격 내용 중 기, 성능 관련 시험은 대략 31가지이며 이중 24가지를 자동시험으로 구현하였다. 아래 표에서는 24가지 시험 중 일부 시험 항목 및 자동시험대 관련 내용에 대해 간략 기술하였다.

〈표 1〉 JET 자동 시험대 시험 항목

시험항목	설명
3.2.1 교류 과전압 및 부족 전압 시험	- 시험 전 PC에서 RS-485통신을 이용하여 PCS의 OV, UV, OV time, UV time data를 읽어와서 해당 data를 이용하여 시험 하므로 PCS의 각종 정정치에 대해 시험 할 수 있다.
3.2.7 단독 운전 방지 시험 1	- 저항부하 및 불평형 부하상태에서 시험 할 수 있다. - 수동적+능동적 방식으로 시험
4.1 교류 전압 추중 시험	- 오실로스코프를 통해 운전상태를 확인할 수 있다. - 계통 전압 변경 전후의 Data를 확인할 수 있다. - 전력 분석기를 이용하여 THD 및 PF를 측정할 수 있다.

2. 본 론

2.1 교류 과전압 및 부족 전압 시험

JET 자동시험대의 교류 과전압 및 부족전압 시험 판정기준은 다음과 같다.

- 1) 이상 전압을 검출하고 개폐기 개방
- 2) 보호 레벨은 정정치의 ±2% 이내일 것.
- 3) 검출 시험은 정정치의 ±0.1초 이내일 것.

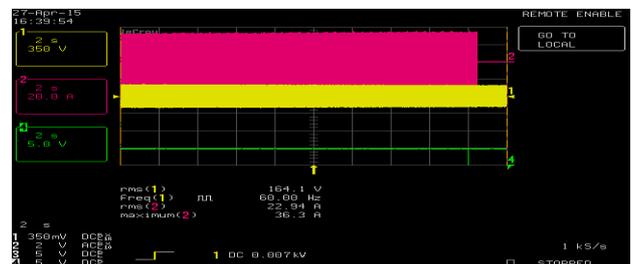
UVP 시험 후 아래 그림 2,3,4와 같이 결과가 출력 된다.

```
STEP_7(UUT Test seq.7) : PV - JP_3_2_1 - OVP/UVP Test (UVP) ---- (1:47'796)
PASS-
Vmp(V) = 250.00      Grid Voltage (V) = 101.00
Voc(V) = 312.00      Grid Frequency (Hz) = 60.00
Imp(A) = 16.80
Isc(A) = 19.80
OVP/UVP Trig Output Current (A) = 1.00
UART Index = 0      UART OVP/UVP(V) = 80.00

Vstart  Vend  Vstep  Tstep  min  Max  OVP/UVP
(V)      (V)    (V)    (ms)  (V)  (V)  (V)
-----
101.00  76.00  0.50  1500  78.40  81.60  78.81

Fault Group 1 = 0002, Fault Group 2 = 0000
Message = Completed
DSO file = D:\Temp\JP_3_2_1_UVP
```

〈그림 2〉 UVP Test Report



Ch 1:INV Vac, Ch 2:INV Iac, Ch 3:NA,
Ch 4: AC Source TTL, Ch Ext : Load TTL

〈그림 3〉 UVP Test Wave Form.

```

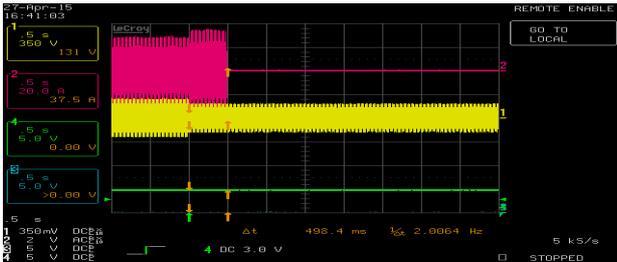
STEP.9(UUT Test seq.9) : PV - JP_3_2_1 - OVP/UVF Trip Time Test (UVP Trip
95 PASS
Vmp(V) = 250.00      Grid Voltage (V) = 101.00
Voc(V) = 312.00      Grid Frequency (Hz) = 60.00
Imp(A) = 16.80
Isc(A) = 19.80      OVP/UVF Trip (V) = 74.86
UART Index = 3      UART Trip Time (ms) = 500

min      Max      OVP/UVF
(ms)     (ms)     Trip(ms)
-----
400     600     498

Fault Group 1 = 0002, Fault Group 2 = 0000
Message = 0
DSO file = D:\Temp\JP_3_2_1_UVP_Trip_Time_95%

```

<그림 4> UVP Time Test Report.



Ch 1:INV Vac, Ch 2:INV Iac, Ch 3:NA,Ch
4: AC Source TTL, Ch Ext : Load TTL
<그림 5> UVP Time Test Wave Form.

2.2 단독 운전 시험

JET 자동시험대의 단독 운전 시험 판정기준은 다음과 같다.

- 1) 단독 운전을 검출하고 0.2초 이내 개폐기 개방
단독 운전 시험 후 아래 그림 6,7,8,9와 같이 결과가 출력 된다.

```

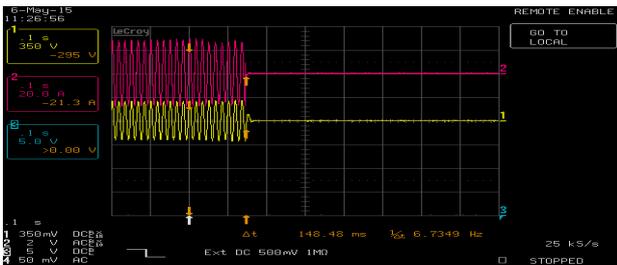
STEP.3(UUT Test seq.3) : PV - JP_3_2_7 - Anti Islanding Test(-10, -10)
---- PASS
Vmp(V) = 250.00      Grid Voltage (V) = 101.00
Voc(V) = 312.00      Grid Frequency (Hz) = 60.00
Pmax(W) = 4200.00
FF = 0.680

Just Before Island  Active Power(W)  Reactive Power(VAR)
-----
Setting Ratio (%)  -10.00      -10.00
Setting Tolerance  +- 5.00     +- 5.00

Measured Timing (ms) = 148.480
Fault Group 1 = 0182, Fault Group 2 = 0000
Message = Success
DSO file = D:\Temp\JP_3_2_7_Anti_Islanding_Test_-10_-10

```

<그림 6> -10, -10 Anti-Islanding Test Report.



Ch 1:INV Vac, Ch 2:INV Iac, Ch 3:NA,Ch
4: AC Source TTL, Ch Ext : Load TTL
<그림 7> -10, -10 Anti-Islanding Test Wave Form.

```

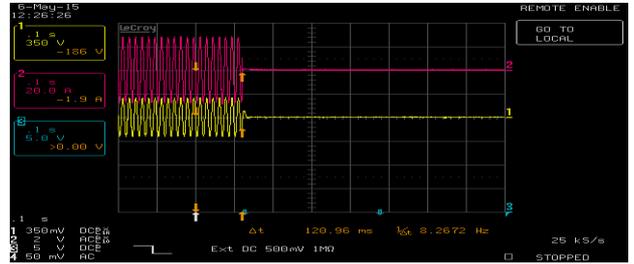
STEP.29(UUT Test seq.29) : PV - JP_3_2_7 - Anti Islanding Test(0, +5)
---- PASS
Vmp(V) = 250.00      Grid Voltage (V) = 101.00
Voc(V) = 312.00      Grid Frequency (Hz) = 60.00
Pmax(W) = 4200.00
FF = 0.680

Just Before Island  Active Power(W)  Reactive Power(VAR)
-----
Setting Ratio (%)  0.00      5.00
Setting Tolerance  +- 5.00     +- 5.00

Measured Timing (ms) = 120.960
Fault Group 1 = 0182, Fault Group 2 = 0000
Message = Success
DSO file = D:\Temp\JP_3_2_7_Anti_Islanding_Test_0_+5

```

<그림 8> 0, +5 Anti-Islanding Test Report.



Ch 1:INV Vac, Ch 2:INV Iac, Ch 3:NA,Ch
4: AC Source TTL, Ch Ext : Load TTL
<그림 9> 0, +5 Anti-Islanding Test Wave Form

2.3 교류 전압 추종 시험

JET 자동시험대의 교류전압 추종 시험 판정기준은 다음과 같다.

- 1) 과위 컨디셔너의 출력이 계통의 전압 변화에 추종하고 통상의 운전 상태를 유지할 것.
 - 2) 출력 전류왜율이 종합 전류왜율 5% 이하, 각 차조과 3% 이하일 것
 - 3) 상한 및 하한에서의 출력 역률이 0.95 이상일 것.
- 교류 전압 추종 시험 후 아래 그림 10,11과 같이 결과가 출력 된다.
그림 10에서 10차 이상의 고조파 Data에 대해서는 생략하였다.

```

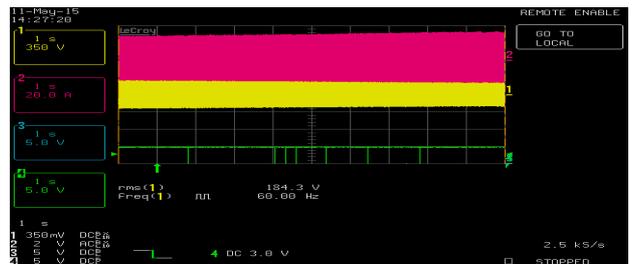
STEP.5(UUT Test seq.5) : PV - JP_4_1 - Grid Voltage Range test (V-15%)
---- PASS
Vmp(V) = 250.00      Grid Voltage (V) = 101.00
Voc(V) = 312.00      Grid Frequency (Hz) = 60.00
Imp(A) = 16.80
Isc(A) = 19.80      Test Grid Voltage (V) = 85.85

Before Event  After Event  min  Max
-----
Vout (Vac) = 201.88      172.16
Iout (Aac) = 19.50      22.87      1.00 *****
Freq (Hz) = 60.00      60.01
Pout (W) = 3933.40      3932.60
Qout (Var) = -157.10      -202.30
PF (0-1) = 0.99920      0.99870      0.95 *****
THD Iout(%) = 3.75      3.67      0      5.00

Order  Iout      Iout
-----
1      99.92      99.90      *****
2      0.71      0.64      3.00
3      2.80      2.26      3.00
4      0.06      0.56      3.00
5      1.90      1.83      3.00
6      0.05      0.27      3.00
7      0.44      0.28      3.00
8      0.23      0.30      3.00
9      0.60      0.58      3.00

```

<그림 10> 교류 전압 추종 Test Report.



Ch 1:INV Vac, Ch 2:INV Iac, Ch 3:NA,Ch
4: AC Source TTL, Ch Ext : Load TTL
<그림 11> 교류 전압 추종 Test Wave Form.

3. 결 론

본 논문에서는 JETGR0003 규격 시험들을 ATS8000 및 기타 장비들을 이용해 자동으로 시험할 수 있음을 보였다. JET 자동 시험대를 통해 시험 기간 단축뿐만 아니라 제품 분석, JET 인증 내용 교육에도 사용될 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] MPV 개별시험방법 JETGR0003-4-2.0, 2012
- [2] 소형 분산형 발전 시스템용 계통 연계 보호 장치 등의 시험 방법 통칙 JETGR0002-1-4.0, 2013