

# MW급 UPS 시험 설비 구축

김왕래, 김호열, 강호현  
LS ELECTRIC

## Establishment of MW class UPS test facility

Wang-Rae Kim, Ho-Yeol Kim, Ho-Hyeon Kang

### ABSTRACT

본 논문은 UPS의 개발 및 성능 검증 시험에 사용된 대용량 시험 설비에 대해 기술하였다. 대용량 시험 설비는 계통 설비, 배터리, 부하 설비, 시뮬레이터로 구성되어 있다. 계통 설비는 2개의 계통을 모의하고, 시뮬레이터는 계통 변동을 모의한다. 배터리는 UPS용 배터리를 구축하였고, 부하 장치는 UPS의 성능을 검증하기 위해 선형, 비선형 부하를 구축하고 Step 변동, 1상 탈락 등을 모의할 수 있다.

### 1. 서론

전기 에너지에 대한 수요가 증가하는 시대가 도래함에 따라 부하에 안정적인 전원 공급에 대한 필요성이 대두되었다. 계통의 불안정한 전원 공급이나 계통 전원 차단으로 인해 병원, 설비 공장, 데이터 센터 등과 같이 중요한 부하에 전원 공급이 중단되는 사태가 발생하면 막대한 경제적 손실이 발생한다.

이러한 상황들을 해결하기 위해 계통의 불안정한 전원 공급이나 계통 전원 차단에도 안정적으로 전원을 공급할 수 있도록 하는 다양한 연구가 진행되었다.<sup>[1]</sup>

안정적인 전원 공급을 위한 UPS는 신뢰성, 강인성을 시험할 수 있는 시험 설비가 필요하다.

따라서 본 논문에 기술된 대용량 UPS 시험 설비는 IEC62040에 명시된 시험 조건에 따라 UPS의 성능을 검증하기 위해 구성되었다.<sup>[2]</sup>

### 2. UPS 시험 설비의 구성

UPS의 시험을 위해서는 2개의 입력 전원, 부하장치, AC 시뮬레이터가 필요하다. 전체 시스템의 구성도는 그림 1과 같다.

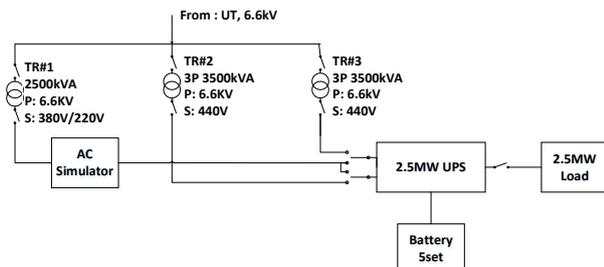


그림 1 2.5MW UPS 시험 구성

#### 2.1 전원 설비

전원설비는 UPS의 용량 확대를 고려하여 3.5MW 변압기 2대로 Thru-pass, By-pass 계통을 구성하였다. UPS의 시험 항목에서 계통 저전압, 과전압, 저주파수, 과주파수 등의 시험을 대응하기 위해 500kVA급 AC 시뮬레이터를 Thru-pass, By-pass 양쪽으로 모두 연결할 수 있게 배전반을 구성하였다. 계통 전원 연결을 위한 배전반은 계통과 시뮬레이터 연결 ACB를 각각 구성하고 Interlock 회로를 구성하여 안전을 확보하였다.

#### 2.2 AC 시뮬레이터

입력 계통의 변동에 대해서 안정적인 출력을 내야 하는 UPS의 성능 검증을 위해서는 계통 전압의 변동에 대한 시험이 필요하다.

고객의 요구 시험에는 전압 급변, 주파수 변동, 추종 과도 등의 시험이 있다. 이를 위해서 계통 전압/주파수 변동이 가능한 시뮬레이터를 계통과 선택하여 사용할 수 있도록 분전반을 구성하였다. 시뮬레이터는 고가의 장비로 2.5MW 용량을 구성하기 어렵기 때문에 기능 검증을 위해 500kVA급에서 고객 시험을 진행하였다.

#### 2.3 배터리

10분의 Back-up 시간을 갖는 UPS로 배터리 전압은 408~560V, 용량은 120kWh의 배터리를 각 UPS 1대당 1set씩 5set를 구성하였다. 배터리는 컨테이너에 설치하여 실외에 배치하였다. '21년 8월 20kWh를 초과하는 리튬·나트륨·레독스 플로우 계열의 이차전지를 이용한 전기저장장치의 시설에 대해서 소방 규정이 개정되었다. 이 규정에 따라 스프링클러설비 및 자동화재탐지설비, 자동화재속보설비를 설치하였다.

#### 2.4 부하장치

IEC62040의 시험과 고객 요구사항이 가능하도록 구성하였다.

##### 2.4.1 Step 부하

그림 1의 UPS의 출력에 차단기를 설치하여 Step 부하 시험이 가능하다. 일반적으로 20%~80% 부하의 Step 변동에 대해 시험한다. 그러나 당사의 설비는 100% 부하의 Step 변동까지 부하 용량을 선택하여 시험이 가능하도록 구성되어 있다.

##### 2.4.2 비선형 부하

100kVA 초과 UPS는 100kVA 비선형 부하에 시험하는 UPS의 정격까지의 추가 선형 부하를 구성하여야 한다.

따라서 99kVA의 비선형 부하를 구성하였다. 이 부하는 IEC62040의 기준에 따라 R, C 파라미터를 선정하였다.

- \*  $U$  = UPS의 정격 출력 전압, 실효 값
- \*  $f$  = UPS 출력 주파수(Hz)
- \*  $U_c$  = 정류전압 =  $\sqrt{2} \times 0.92 \times 0.96 \times 0.975 \times U = 1.22 \times U$
- \*  $S$  = 기준 비선형 부하의 피상전력
- \*  $R_1 = U_c^2 / (0.66 \times S)$
- \*  $R_s = 0.44 \times U^2 / S$
- \*  $C = 7.5 / (f \times R_1)$

비선형 부하의 Step 시험을 위해 그림 2와 같이 33kVA 각 모듈을 On/Off 할 수 있도록 구성하였다.

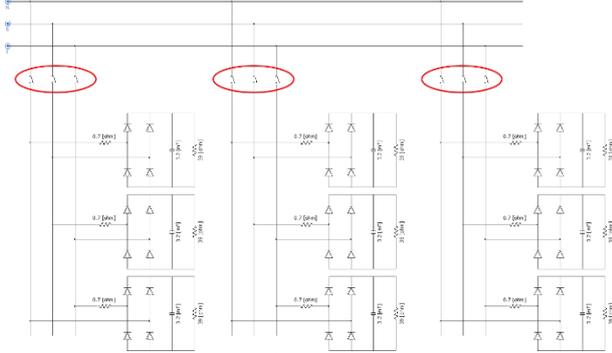


그림 2 비선형 부하 회로 구성

#### 2.4.3 부하 불평형

IEC62040의 불평형 부하는 각 선간에 연결하며, 공칭 정격 전류가 되는 선형 부하로 하고 나머지는 무부하 상태로 하여 불평형 부하를 구성하므로 그림 3과 같이 구성하여야 한다.

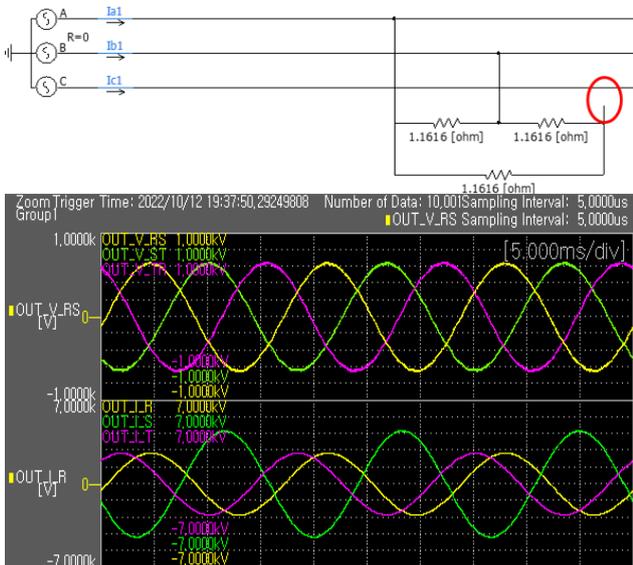


그림 3 IEC62040의 불평형 부하 회로 및 파형

당사는 한 상을 분리하여 불평형을 만들 수 있도록 그림 4와 같은 선로 차단 불평형 회로도 추가로 구성하였다. 개발된 UPS가 두가지 상황에서 불평형 제어가 잘 되고 있음을 확인하였다.

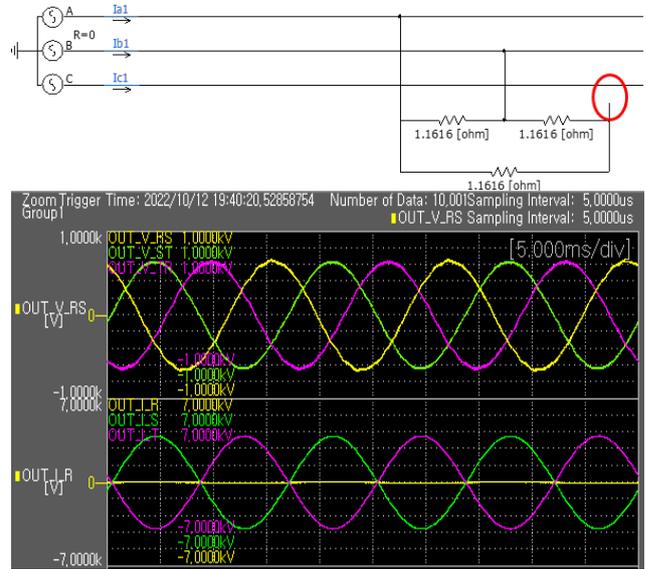


그림 4 선로 차단 불평형 부하 회로 및 파형

### 3. 결론

본 논문은 LS ELECTRIC에서 개발한 2.5MW UPS의 성능 검증에 사용된 대용량 시험 설비에 대해 기술하였다. 대용량 UPS의 모드 절체, 선형/비선형 부하시험, 고조파 시험 등 규격 및 고객 요구사항에 의거한 시험 진행을 통해 UPS의 성능을 검증하였다.

### 참고 문헌

- [1] J. M. Guerrero, L. Garcia De Vicuna and J. Uceda, "Uninterruptible power supply systems provide protection", IEEE Industrial Electronics Magazine, Vol. 1, No. 1, pp. 28-38, 2007, Spring.
- [2] IEC62040-3 Uninterruptible power systems (UPS)-Part 3: Method of specifying the performance and test requirements.