

MW급 교류 무정전 전원 공급 장치 개발

정인석, 김왕래, 박주현, 김호열
LS ELECTRIC

Development of MW class UPS

In-Suk Jung, Wang-Rae Kim, Ju-Hyeon Park, Ho-Yeol Kim
LS ELECTRIC

ABSTRACT

병원의 전기 시설, 반도체 공장, 데이터 센터 등에서 중요 부하에 안정적으로 전원을 공급하는 교류 무정전 전원 공급 장치(UPS)의 필요성이 증대되고 있으며, 부하 사용량의 증가에 따라 MW급 UPS에 대한 수요도 증가하고 있다. 본 논문에서는 MW급 UPS의 개발 SPEC 및 일부 시험 내용에 대해 기술한다.

1. 서론

다양한 산업 분야에서 전력 수요가 증가함에 따라 각 설비에 안정적으로 전원을 공급하는 기능이 필수적으로 요구되고 있다. 특히 병원, 반도체 공장, 데이터 센터 등과 같은 중요 민간 및 산업 시설에 전원이 불안정적으로 공급되거나 완전히 전원 공급이 중단되는 사고가 발생할 경우 인명과 재산에 심각한 피해를 입히게 된다.

무정전 전원 공급 장치(UPS)는 이러한 불의의 사고를 예방하면서 시설에서 요구하는 전력을 일정하게 공급하는 역할을 한다. 이 장치는 정상시에는 입력 계통으로부터 받은 전원을 부하에 맞는 전력으로 변환하여 출력하며 배터리를 충전한다. 그리고 입력 계통이 차단되는 비상 시에는 충전된 배터리를 통해 부하에 전력을 공급한다.

LS ELECTRIC은 계통과 출력이 분리된 on-line 방식을 UPS에 채택함으로써 부하에 안정적으로 전원을 공급하고 신속하게 다른 모드로 절체할 수 있게 만들었다. 또한 단품 UPS의 병렬 운전을 구현함으로써 산업 시설에서 요구하는 대용량 증대가 가능하게 만들었다.

본 논문에서는 MW급 대용량 시스템의 사양과 통신 연결 구조를 정의한다. 또한 해당 시스템의 기능 검증을 위해 진행된 일부 시험 내용을 기술한다.

2. UPS의 시스템 구성

2.1 MW급 UPS의 하드웨어 사양

500kVA 단품 UPS 5대를 병렬 연결하여 2.5MW UPS를 구성하였으며, 전체 시스템 사양은 표1과 같다.

Parameter	Value
Thrupass Grid Voltage	440[V_{ac}]
Bypass Grid Voltage	440[V_{ac}]
Battery Voltage	408~560[V]
AC Output Power / Voltage	2,500[kW] / 440[V_{ac}]
Output Voltage Frequency	60[Hz]

표 1 MW급 시스템 사양

2.2 UPS 시스템의 통신 구조

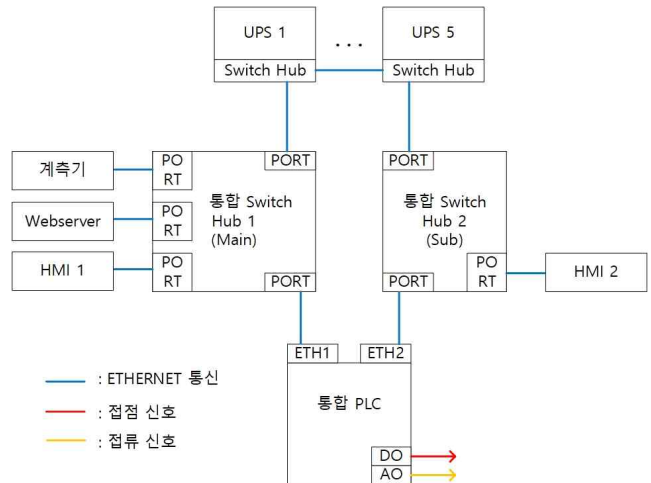


그림 1 AC UPS 통신 연결 구조

그림 1은 MW급 AC UPS의 통신 구조를 나타내는 블록도이다. 각 UPS의 스위치 허브가 통합 스위치 허브로 연결되며, 통합 허브를 통해 Webserver, HMI, PLC 등의 장치로 정보가 전달된다.

2. UPS의 시스템 구성

2.1 MW급 UPS의 하드웨어 사양

500kVA 단품 UPS 5대를 병렬 연결하여 2.5MW UPS를 구성하였으며, 전체 시스템 사양은 표1과 같다.

3. UPS 시스템의 성능 검증 시험

3.1 부하급변 시험

부하급변 시험은 입력 정격 전압에서 부하를 0%에서 100%로 급변시켜 출력의 전압 과도 변동량을 측정하는 시험이다.

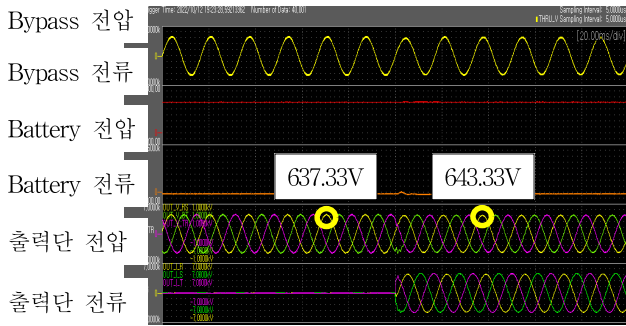


그림 2 부하급변 시험 파형

Thrupass mode로 동작하면서 선형 부하를 0kW에서 2500kW로 step으로 증가하였다. 그 결과 정상상태 전압이 637.33V에서 643.33V로 상승하였다. 전압 변동율은 0.93%로 5% 이하의 기준을 충족하였다.

3.2 수동절체 시험

수동절체 시험은 부하 100% 상태에서 수동 절체 시, 출력 상태를 확인하는 시험이다.

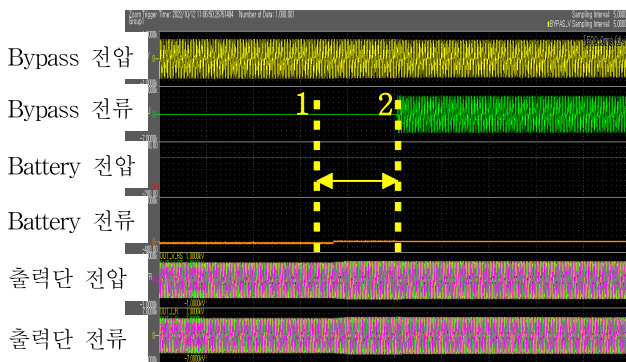


그림 3 수동절체 시험 파형

Thrupass mode에서 선형 부하 2500kW로 운전하면서 1번 시점에서 수동 절체 명령을 전달하였고, 출력 전압이 Bypass 전압을 추종하기 시작하였다. 2번 시점에서 Bypass mode로 무순단 절체가 되는 것을 확인하였다.

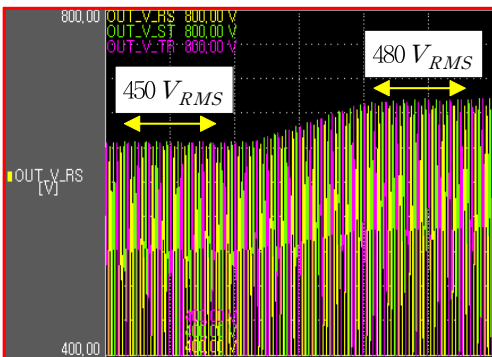


그림 4 수동절체 명령 시점부터 절체 시점까지의 출력 전압

그림 4는 1, 2번 시점 사이를 확대한 것으로 출력전압이 450V에서 480V로 bypass 전압을 추종하는 것을 알 수 있다.

3.3 병렬운전 시험

병렬운전 시험은 인버터 상호 간의 추종과 독립 여부를 확인하는 시험으로, UPS#1의 출력 전압을 3% 상승시켰을 때의 UPS 전체 출력전압을 확인한다.

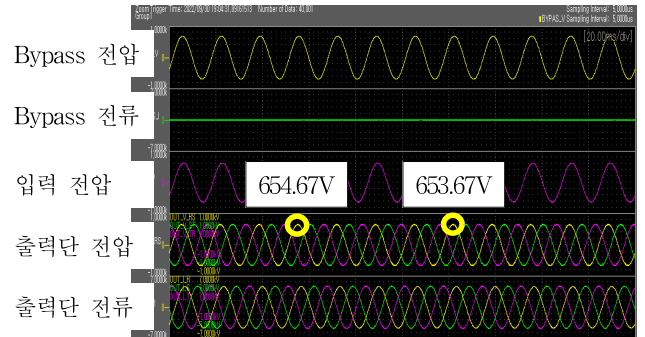


그림 5 UPS#1 출력전압 변경 이후의 파라미터 파형

Urms4	463.25 V	UPS 출력 전압
Irms4	3.0825 kA	UPS 출력 전류
Uthd4	1.240 %	UPS 출력 전압 THD
Ithd4	1.053 %	UPS 출력 전류 THD
fU6	59.978 Hz	UPS 출력 전압 주파수
PΣB	2.4985 Mw	UPS 출력 전력

그림 6 UPS 전체 출력 파라미터

Thrupass mode에서 선형 부하 2500kW로 운전하면서 UPS#1의 출력 전압을 450 V_{RMS} 에서 463 V_{RMS} 로 3% 증가시켰다. 그 결과 UPS 전체 출력 전압이 463.25 V_{RMS} 로 동시에 상승하였다. 이를 통해 UPS 인버터 간의 상호 추종이 가능함을 확인하였다.

4. 결론

본 논문에서는 500kVA 단품 UPS의 병렬 운전을 통한 MW급 시스템 개발에 대하여 기술하였다. 전체 시스템의 하드웨어 사양과 통신 구조를 정의하였으며, 고객 요구 사항에 의거한 시험 진행을 통해 시스템에 대한 기능을 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] 우동훈, 김석민, 송보선, 안성국, 김왕래, 강호현, "교류 무정전 전원 공급 장치의 병렬 시스템 구성과 운영방안 개발", 전력전자학술대회 논문집, pp. 475-476, 2022, July