

AC UPS 병렬운전 모의를 위한 Typhoon HIL 시뮬레이션 환경 구축

한응수, 박기우, 강호현, 김희중
LS 일렉트릭

Simulation of Parallel Operation in Uninterruptible Power Supply System Using Hardware-in-the-Loop Technology

Eungsu Han, Kiwoo Park, HoHyun Kang, HeeJung Kim
LS ELETRIC

ABSTRACT

Hardware-in-the-Loop(HIL) 기술은 Hardware 플랫폼과 Software 플랫폼간의 연계를 통한 시뮬레이션이 가능한 기술로 다양한 산업분야에서 사용되고 있다. 본 논문에서는 Uninterruptible Power Supply(UPS)시스템의 병렬운전 모의를 위하여 복수의 Typhoon HIL 장비를 연결하고 동기화하여 병렬운전 시뮬레이션 환경을 구축하는 방법을 제안한다. 이를 통해 다수의 UPS 병렬운전 시 발생할 수 있는 다양한 시나리오를 모의함으로써 시스템의 안정성과 신뢰성 향상을 기대할 수 있다.

전원을 공급하는 Thrupass모드, 계통 정전시 배터리와 Inverter를 통해 부하에 전원을 공급하는 배터리모드로 총 3가지 모드로 동작한다.

2.2 AC UPS의 병렬 시스템 구성

병렬 AC UPS 시스템에서는 여러대의 UPS가 계통단과 부하단에서 각각 연결된 형태이며, 이 중 1대의 UPS가 Master의 역할을 수행하여 각각의 UPS에 운전/정지 명령 및 출력지령값을 전달한다. 그림1에 AC UPS 시스템의 병렬 구성과 단위구성 형태를 나타내었다.

1. 서론

전력 시스템의 신뢰성과 효율성을 확보하기 위해 AC UPS의 병렬 운전은 중요한 기술적 접근 방식으로 자리잡고 있다.^[1] 특히, 데이터 센터, 병원, 통신 인프라 등과 같은 분야에서는 전력 중단으로 인한 피해를 최소화하기 위해 여러 대의 UPS를 병렬로 운전하여 부하를 분산시키고, 예비 전원을 제공하는 것이 필수적이다. 그러나 UPS의 병렬 운전은 복잡한 동작 특성과 안정성 문제를 동반하며, 이를 효과적으로 검증하기 위해서는 시뮬레이션 환경의 구축이 필수적이다.^[2] Typhoon HIL 시뮬레이션 플랫폼은 이러한 병렬 운전 시스템의 동작을 모델링하고 분석할 수 있는 기술로써, 본 논문에서는 AC UPS의 병렬 운전 모의를 위한 Typhoon HIL 시뮬레이션 환경을 구축하고 간단한 시뮬레이션을 통해 그 기능을 검증한다.

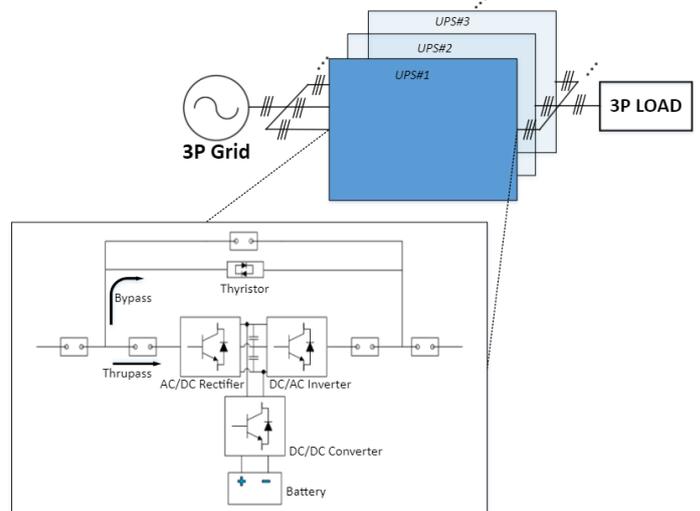


그림1 500kW급 AC UPS 구성도
Fig.1 500kW AC UPS Configuration Diagram

2. AC UPS 시스템 구성

2.1 AC UPS의 단위 구성

단위 AC UPS는 계통 전압을 입력으로 받아 DC-link 전압을 제어하는 Rectifier, DC-link 전압으로 다시 출력 교류전압을 만드는 Inverter, DC-link를 통해 배터리를 충전하거나 방전하는 Converter로 총 3가지의 전력변환 모듈로 구성되어 있다. 운전모드는 계통전압을 그대로 부하에 인가하는 Bypass모드, Rectifier와 Inverter를 통해 부하에

3. AC UPS 병렬운전 시뮬레이션

3.1 Typhoon HIL 동기화 및 통신연결

본 논문에서는 2대의 Typhoon HIL 장비를 이용하여 2대의 AC UPS 병렬운전 환경을 모의하였다. Typhoon HIL 은 PCIe 통신을 통해 각각의 정보를 주고받으며 Ethernet을 통해 PC와 연결된다. PC와 연결이 되고 난 이후에는 Schematic Editor를 통하여 각각의 UPS시스템을 도식화하고

SCADA를 이용하여 실시간 시뮬레이션이 가능하게 된다.

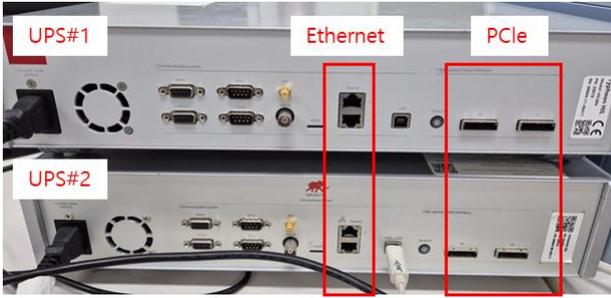


그림2 Typhoon HIL 통신포트 구성
Fig.2 Typhoon HIL communication port

3.2 시뮬레이션 결과

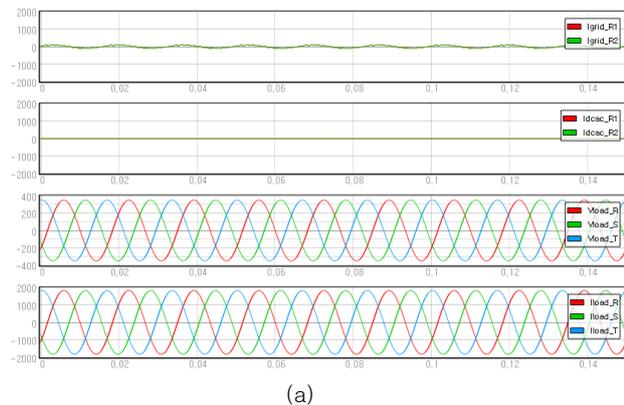
Typhoon HIL 병렬운전을 검증하기 위하여 1MW부하에서의 Bypass모드, Thrupass모드, 배터리모드일때의 UPS#1, UPS#2의 각각의 입력전류, 출력전류, 부하전압, 부하전류를 비교하였으며, 시뮬레이션에 사용된 파라미터는 다음과 같다.

표1 시뮬레이션 파라미터

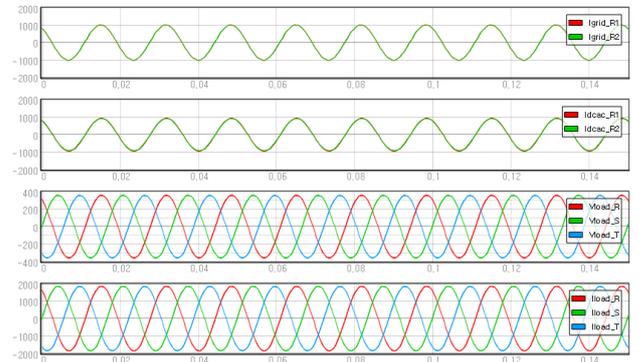
Table1 Simulation Parameter

Parameter	Value [Unit]
계통 입력 전압	440[V]
인버터 출력 전압	440[V]
배터리 전압	480[V]
전체 부하	1 [MW]

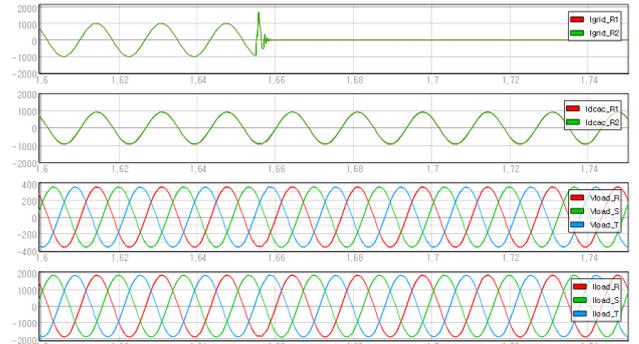
그림3에는 시뮬레이션 결과를 나타내었다. 그림3 (a)는 UPS가 Bypass모드로 동작할때의 전압전류 파형으로, Rectifier(ACDC)는 DC-link 전압제어만을 수행하며, Inverter는 대기상태이다. Thrupass모드로 동작할때에는 Bypass 스위치가 off되고 각각의 UPS가 500kW씩 부하를 분담하게 된다. 그림3 (c)는 Thrupass로 동작하던 중 정전사고를 모의한 파형으로, Rectifier는 운전을 정지하고 배터리가 투입되어 Converter와 Inverter를 통해 중단 없이 전원을 공급하게 된다.



(a)



(b)



(c)

그림3 (a) Bypass모드, (b) Thrupass모드, (c) Battery모드
Fig. 3 (a) Bypass mode, (b) Thrupass mode, (c) Battery mode

4. 결론

본 연구에서는 AC UPS 시스템의 병렬 운전 모의를 위한 Typhoon HIL 시뮬레이션 환경을 구축하였다. 이를 통해 다양한 운전 조건과 고장 상황에서의 UPS 성능을 분석하고 최적화할 수 있는 기반을 마련하였다. 앞으로의 연구에서는 다양한 시나리오를 추가하여 시뮬레이션의 범위를 확대하고, 시뮬레이션 결과를 바탕으로 UPS 시스템의 성능을 더욱 향상시켜 보다 신뢰성 높은 전력 공급 시스템 구축에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] H. Han, X. Hou, J. Yang, J. Wu, M. Su and J. M. Guerrero, "Review of Power Sharing Control Strategies for Islanding Operation of AC Microgrids," in IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 7, no. 1, pp. 200-215, Jan. 2016.
- [2] 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.