

비상전원 공급기능을 포함한 하이브리드 ESS의 운전모드 시험

장동욱* 황동욱* 이동주* 백석민* 권민호** 최세완**
국제통신공업(주) 서울과학기술대학교

Operation Mode Test of Hybrid ESS including the Function of Emergency Power Supply

Dong Wook Jang*, Dong Ok Hwang*, Dong Ju Lee*, Seok Min Paik*, Min Ho Kwon**,
Se Wan Choi**

Kukje Electric MFG. Co., Ltd.* Seoul Nat'l Univ. of Science and Technology**

ABSTRACT

본 연구에서는 비상전원 공급기능을 포함한 하이브리드 ESS(Energy Storage System)를 제안한다. 기존의 ESS에 UPS(Uninterruptible Power Supply)의 비상전원 공급기능을 포함한 하이브리드 ESS의 운전모드는 배터리 충전 모드, 수요관리 운전모드 1, 수요관리 운전모드 2, 비상 운전 모드 총 4가지 모드로 구성 되어 있다.

비상전원 공급기능을 포함한 하이브리드 ESS의 운전모드 간 절환 시 과도 응답을 검증하기 위해 3상 50[kW] 시제품을 제작하였고, 이 시제품을 통해 운전 모드간의 절환 시 과도 응답을 검증 하였다.

1. 서론

우리나라는 지속적인 경제성장으로 인해 에너지 사용량은 점점 증가하고, 지속적인 유가의 상승으로 인해 GDP의 8.2%를 에너지 수입에 사용하고 있다, 이는 세계 에너지 소비량 순위 10 위에 해당되고, 세계 석유 소비량 6위에 해당되어 에너지 소비량이 큰 국가 중 하나이다. 이러한 에너지 수입 의존도가 매우 높은 경제구조를 개선하기 위한 많은 노력들이 경주되고 있으며, 그 중에서도 다양한 신재생 에너지원을 활용하기 위한 스마트 그리드 기술이 각광받고 있다. 스마트 그리드 기술이란 기존의 전력망에 정보기술 (IT)를 접목하여 전력 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환하고 가장 필요한 시기에 전기 에너지를 공급하여 에너지 효율을 향상시킨다.

경부하시 (야간)에 유희전력을 저장하였다가 피부하시(주간)에 사용하는 부하 평준화 (load leveling)를 통해 전력운영의 최적화에 기여할 수 있는 시스템을 구축하는 기술이다. 이와 같이 과잉 생산된 전력을 저장했다가 전력이 필요한 시점에 필요한 곳으로 공급해주는 시스템을 구현하기 위해서는 ESS가 반드시 필요하다.

ESS는 심야전력 및 출력이 불규칙한 태양광, 풍력 등의 신재생 에너지에서 생산된 전력을 배터리에 저장하였다가 피크컷 등 필요한 시간에 다시 공급할 수 있는 시스템이다. UPS는 배터리에 전력을 저장해 두었다가 정전 등과 같은 긴급 상황에서 전원을 공급하는 역할을 한다는 점에서 ESS의 구조 및 작동원리와 상당히 유사하다.^[1] 전력비용 절감이라는 측면에서 ESS가

UPS보다 우수한 입장이지만 전력 계통 이상 시 비상전원 공급 기능이 없으므로, ESS 보다 UPS가 많이 쓰이고 있는 실정이다.

본 연구에서는 UPS의 비상전원 공급 기능을 포함한 하이브리드 ESS를 제안한다. 제안한 하이브리드 ESS는 별도의 외부 조작이 없이 정전과 부하 변동 시 중요 부하에 무정전 전원 공급이 가능하다. 제작된 시제품의 실험을 통하여 비상전원 공급 기능을 포함한 하이브리드 ESS 모드의 절환시 과도특성을 검증 하였다.

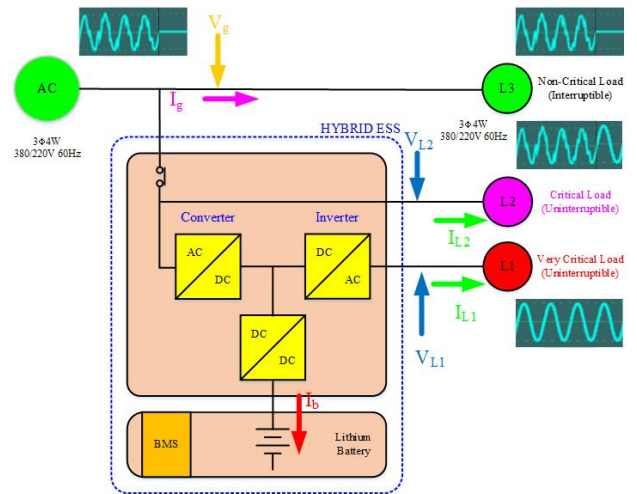


그림 1 시스템 구성
Fig 1 System Configuration

2. 시스템 구성 및 운전 모드

2.1 시스템 구성

하이브리드 ESS의 구성은 그림 1과 같이 축전지를 제어하는 BMS(Battery Management System)를 포함한 축전지 랙과 입력 전원을 변환하여 축전지에 저장하고 저장된 에너지를 직류에서 교류로 변환하여 부하로 전달하는 PCS(Power Conditioning System)으로 구성되어 있다.

하이브리드 ESS 중 PCS의 구성은 컨버터, 인버터, 양방향 DC DC 컨버터로 구성되어 있다. 컨버터는 입력계통 정상 시에 계통과 연결되어 전원을 주고받을 때에는 전압원 컨버터로

동작과 동시에 DC link 전압을 제어한다. 또한 계통 이상 계통에 전류를 주입해야 하기 때문에 전압원 컨버터로 동작한다.

인버터는 DC link 전압과 배터리에서 공급하는 직류를 교류로 바꾸어 부하에 전원을 공급하고, 계통 정상상태 유무에 상관없이 항상 고품질의 전원을 중요 부하에 공급한다.

양방향 DC DC 컨버터는 충전 시에는 DC link 전압이 배터리 전압보다 높기 때문에 벡 컨버터를 이용하여 충전하고, 방전 시에 배터리의 전압이 DC link 전압보다 낮기 때문에 부스트 컨버터로 방전 한다.

2.3 운전 모드

그림 2는 비상전원 공급기능을 포함한 하이브리드 ESS의 운전모드이다. 본 논문에서 제안하는 비상전원 공급기능을 포함한 하이브리드 ESS는 부하의 중요도에 따라 3개의 부하로 분류하였다.

L1은 중요 부하로 고품질의 전원을 정전 없이 공급받아야 하는 부하이다. L2는 전력품질에 상관이 없으나 정전 없이 전력을 공급받아야 하는 무정전 필요 일반 부하이다. L3는 정전이 되어도 상관없는 일반부하이다.

운전모드는 총 4가지로 나눌 수 있다. MODE 1은 배터리 충전 모드로 계통으로부터 전원을 공급받아 배터리를 충전하여 정전과 부하변동에 대비한다. MODE 2는 수요관리 운전모드 1로 배터리의 전력을 L1에 공급하여 한전 계통의 부하분담을 경감시킨다. MODE 3는 수요관리 운전모드 2로 배터리 전력을 L1, L2에 전력을 공급하고 남은 전력을 L3나 계통에 반환하여 수요관리 모드1에 비하여 한전 계통의 부하분담을 더욱 크게 경감시켜 준다. MODE 4는 비상 운전 모드로 정전 시 L1, L2에 배터리로 무정전 전원을 공급한다.

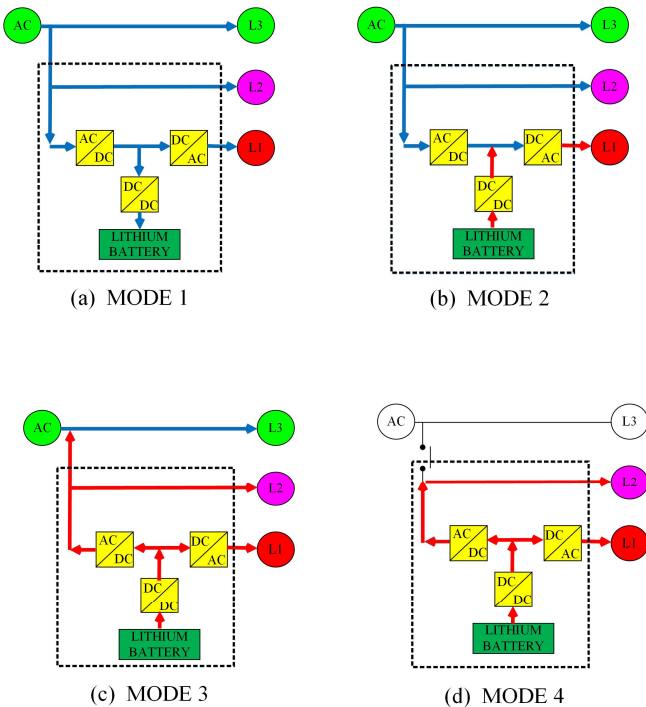


그림 2 운전 모드
Fig 2 Operation Mode

3. 시제품 제작 및 실험 결과

3.1 시제품 제작

본 논문에서 제안하는 비상 전원 공급 기능을 포함한 하이브리드 ESS의 운전모드 전환 시 과도특성을 검증하기 위해 3상 50[kW] 시제품을 제작하였고 주요 사양은 표 1과 같다.

표 1 하이브리드 ESS 시제품 사양
Table 1 Specification of Hybrid ess prototype

항 목		사 양
입력 전원	전압 범위	3상4선 380/220 [V]±10 [%]
	주파수 범위	60 [Hz]±3 [Hz]
	입력 역률	0.99 (100% 부하 시)
	입력전류 THD	10 [%] (100% 부하 시)
출력 전원	정격 전압	3상4선 380/220 [V]
	정격 주파수	60 [Hz]
	전압 안정도	1 [%]
	주파수 안정도	±0.1 [Hz]
	정격 부하	L1:50 [kW] L2:50 [kW]
	과도 전압	±5 [%] 이하
	전압 THD	5 [%] 이하
과부하 내량	125 [%] (10분)	
모드 전환시간		L1: 4[ms] 이내 L2: 8[ms] 이내

3.2 실험 결과

비상전원 공급기능을 포함한 하이브리드 ESS 운전모드에서 비상운전 모드 전환 시 과도응답 시험을 진행하였다.

V_g 와 I_g 는 계통 전압 및 전류이고, V_{L2} 와 I_{L2} 는 무정전 필요 일반 부하의 전압 및 전류를 나타내었다. V_{L1} 와 I_{L1} 은 중요부하의 전압 및 전류를 나타내고 있다. 그림순서는 입력계통, L2 그리고 L1 순으로 나타내었다.

그림 3은 MODE 1에서 MODE 4로 전환 시 과도응답을 보여준다. Grid는 계통의 전원이 끊어지는 것을 보여 주는 것이고, 이때 L2의 과도 시간은 6[ms] 이내 측정 되었고, 또한 L1의 과도 응답은 4[ms] 이내로 전환 됨을 알 수 있었다.

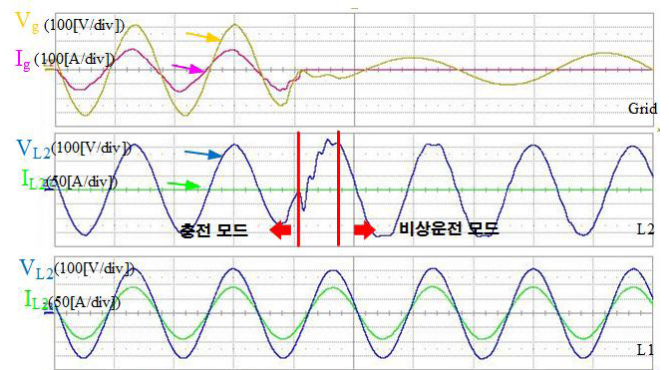


그림 3 MODE 1 → MODE 4 과도 응답
Fig 3 MODE 1 → MODE 4 Transient response

그림 4는 MODE 2에서 MODE 4로 전환 시 과도 응답을 보여준다. L2의 모드 전환 시간은 7[ms] 이내 측정 되었고, 또한 L1의 과도 응답은 4[ms] 이내로 전환 되었다.

그림 5는 MODE 3에서 MODE 4로 전환 시 과도 응답을 보

여준다. L2의 모드 전환 시간은 8[ms] 이내 측정 되었고, 또한 L1의 과도 응답은 4[ms] 이내로 전환 되었다.

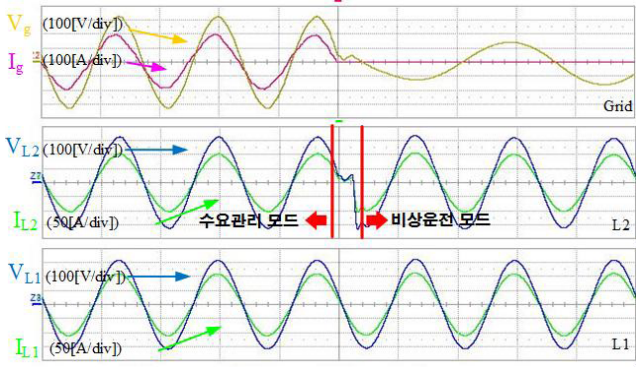


그림 4 MODE 2 → MODE 4 과도 응답
Fig 4 MODE 2 → MODE 4 Transient response

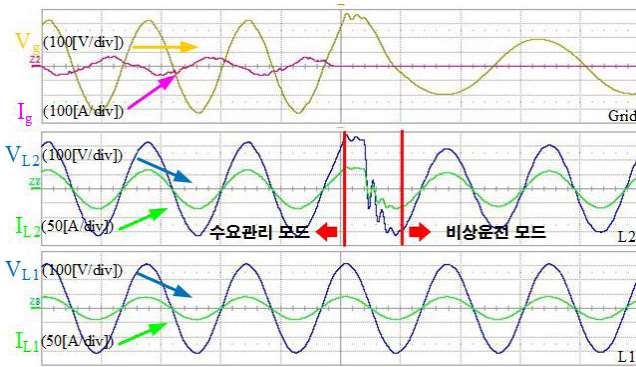


그림 5 MODE 3 → MODE 4 과도 응답
Fig 5 MODE 3 → MODE 4 Transient response

4. 결론

본 논문에서는 비상전원 공급기능을 포함한 하이브리드 ESS를 제안하였다. 운전모드 전환 시 과도 응답은 시험을 통하여 운전 모드 전환 시간이 L2는 8[ms] 이내로 전환 되었고, L1는 4[ms] 이내로 전환 되어 표 1에 나와 있는 운전모드 전환시간을 만족함을 검증하였다.

본 연구는 2014년도 산업통상자원부의 재원으로 한국 에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제임 (과제번호 20142010102600)

참고 문헌

[1] 정윤이, 이재영, 이흥기, 이주광 “태양광 연계형 무정전 전원 공급장치 (UPS) / 에너지 저장 시스템(ESS) 하이브리드 시스템의 전력전자 기술” 전력전자학회, 전력전자학회지 19(5), pp.47-52, 2014.10