

500kVA급 3-Level 하이브리드 무정전전원장치 개발

변용섭, 김지수, 임승범, 조영훈*
(주) 이온, 건국대학교 전력전자 연구실*

The development of 500kVA 3-Level Hybrid UPS

Yong Seop Byeon, Ji Su Kim, Seung Beom Lim, Young Hoon Cho*
EON Co., Ltd, Power Electronics Lab., Konkuk Univ.*

ABSTRACT

본 논문은 에너지저장(ESS : Energy Storage System) 기능을 갖는 500kVA급 3 Level 하이브리드 무정전전원장치(UPS : Uninterruptible Power Supply)에 관한 것으로 평상시 무정전전원장치의 기능을 수행하다 전력 부족시 또는 침두부하시 에너지저장 기능을 제공하는 기술에 대한 내용이다. 실험을 통하여 제안한 시스템의 우수성을 검증한다.

1. 서 론

2011년 후쿠시마 원전사고 및 2011년 9월 15일 블랙아웃 사태 이후 경부하시에 유희전력을 저장하였다가 침두부하시에 사용함으로써 부하평준화를 통한 침두부하를 분산할 수 있는 에너지 저장장치에 대한 필요성이 높아지고 있다^[1]. 기존의 ESS는 양방향 충·방전기로 구성되어 있으며, 평상시에는 충전모드로 동작하여 충전기가 축전지를 충전하다가 ESS 기능 동작시에는 방전모드로 동작하여 축전지에 저장된 에너지를 방전기를 통하여 부하에 공급한다. 이 경우 충전기와 방전기가 하나로 구성되어 있어 회로 구성이 간단하지만, ESS 기능이 동작할 때 충전모드에서 방전모드로 전환되어야 하므로 순단이 발생하는 문제점이 있다. 무정전전원장치는 입력전압과 출력전압의 종속성에 의해서 크게 Passive Standby, Line Interactive, Double Conversion 방식으로 구분된다. 이중변환 무정전전원장치는 산업용 첨단 장비, 의료기기, 컴퓨터, 금융, 데이터 센터 등 정전 및 전압 변동에 민감한 부하에 안정적인 전력을 공급하는 역할을 한다^[2]. 일반적인 3상 이중변환 UPS는 정류기, 인버터, 축전지 충/방전기, 축전지로 구성되며 평상시 축전지를 충전하였다가 정전시에 축전지에 충전된 에너지를 이용하여 부하에 전력을 공급한다.

본 논문에서는 ESS 기능을 갖는 3상 이중변환 하이브리드 UPS를 제안한다. 제안한 500kVA급 3 Level 하이브리드 UPS는 평상시에는 부하에 안정적인 전력을 공급하면서 축전지를 충전시켰다가 입력전원이 불안정하거나 정전시에는 자동으로 축전지에 저장된 에너지를 이용하여 부하에 무순단으로 전력을 공급한다. 그리고 ESS 기능이 필요한 전력 부족시나 침두부하시 또는 사용자의 편의에 의해서 ESS 기능 필요시에는 상용전원과 축전지 전원을 동시에 이용하여 부하에 전력을 공급하여 전력을 관리할 수 있는 장점이 있다. 또한 축전지에 축적된 에너지를 가지고 UPS부하 및 계통(그리드)에 전력을 공급하기도

한다.

2. 본 문

2.1 시스템 구성

그림 1은 제안한 500kVA급 3 Level 하이브리드 UPS의 회로 구성도를 나타내며, Double Conversion 방식으로 구성하였다. 정류기와 인버터는 각상별로 모듈로 제작하였다.

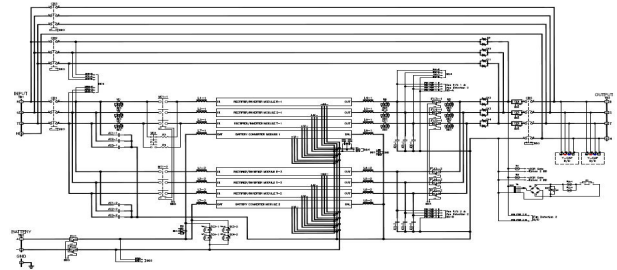


그림 1 제안한 UPS의 회로구성도
Fig. 1 Proposed the Circuit of UPS

2.2 동작 모드

그림 2는 제안한 ESS기능을 갖는 하이브리드 UPS의 동작 모드를 블록도로 나타내고 있다. 그림 2(a)는 평상시 일반적인 UPS와 동일한 Normal 모드로 상용전원으로만 부하에 전력을 공급해 주고 동시에 축전지에 에너지를 저장하는 것을 나타내고 있다. 그림 2(b)는 ESS 모드1로 정류기는 전류제어 모드로 동작을 하며, ESS 기능이 필요한 전력 부족시나 침두부하시 또는 사용자의 편의에 의해서 ESS 기능이 필요한 경우에 축전지와 상용전원을 동시에 사용하여 전력사용량을 감소시키는 동

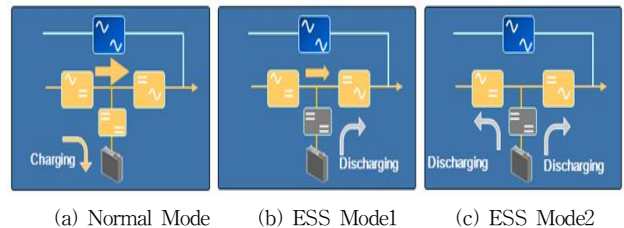


그림 2 동작 모드 블록도
Fig. 2 Operation mode block diagram

작을 나타내고 있다. 그림 2(c)는 ESS 모드2로 정류기가 인버터로 동작을 하며, 전력피크 시간대에 축전지에 축적된 에너지를 부하와 계통(그리드)에 공급하는 동작을 나타내고 있다.

2.3 실험결과

제안된 하이브리드 UPS는 Normal 모드에서는 상용전원만을 이용해서 부하에 전력을 공급하지만 ESS 모드에서는 축전지와 상용전원을 이용해서 부하에 전력을 공급한다.

그림 3은 FLUKE 435 전력분석계를 사용하여 Normal 모드에서의 입력 및 출력 전력을 측정된 화면이다. 이때 측정된 입력 전력은 179.36kW이고, 출력 전력은 172.50kW이므로 효율은 96.08%이다.

전력 및 에너지				
Power	A	B	C	Total
kW	55.79	65.48	58.10	179.36
kVA	56.17	69.98	58.25	184.50
kvar	5.07	23.67	1.96	25.53
PF	0.99	0.94	1.00	0.97

전력 및 에너지				
Power	A	B	C	Total
kW	56.83	58.09	57.57	172.50
kVA	56.84	58.10	57.59	172.54
kvar	0.01	0.44	1.31	1.74
PF	1.00	1.00	1.00	1.00

(a) 입력 전력

(b) 출력 전력

그림 3 Normal모드시 입출력 결과

Fig. 3 Normal operation experimental result

그림 4는 YOKOGAWA사의 WT3100 전력분석계를 이용하여 ESS 모드 2로 동작시켜 계통(그리드)으로 전력을 공급할 때 입력단 및 출력단의 전력을 측정된 화면이다. 이때 입력단은 배터리단이 되고, 출력단은 계통(그리드)이 된다. 계통(그리드)에서 측정된 출력 전력은 185.66kW이고, 배터리단에서 측정된 입력 전력은 191.35kW이므로 효율은 약 97.02%이다.



그림 4 ESS모드시 전력측정 결과

Fig. 4 ESS operation experimental result

그림 5는 개발한 500kVA급 ESS 기능을 갖는 3상 이중변환 하이브리드 UPS의 사진이다. 제품에는 HMI(HMI : Human Machine Interface)가 포함되어있다. HMI를 통해서 ESS 및 UPS 기능을 설정할 수 있다. ESS모드는 특정 시간에 특정 용량만큼 축전지를 방전시킬 수 있도록 설정할 수 있고, EMS(EMS : Energy Management System)와 연동하여 ESS 모드를 동작시킬 수도 있다.



그림 5 제품 외형

Fig. 5 Product appearance

3. 결론

본 논문에서는 하이브리드 UPS를 제안하였다. 제안한 하이브리드 UPS는 정상시에 정상 상태로 동작하여 안정적인 전력을 공급하면서 축전지를 충전한다. 정전시에는 자동으로 축전지 상태로 동작하여 안정적으로 전력을 부하에 공급한다.

ESS 기능이 필요한 전력 부족시나 침두부하시 또는 사용자에게 의해서 ESS 기능이 필요할 때에는 지령에 의해서 ESS 상태로 동작하여 상용전원과 축전지 전원을 이용하여 부하에 전력을 공급할 뿐만 아니라, 부하 및 계통(그리드)에 전력을 공급하기도 한다. 이런 ESS 기능은 침두부하시나 축전지에 저장된 에너지를 사용함으로써 효율적인 전력관리를 할 수 있다.

끝으로 실험을 통하여 Normal 및 ESS모드에서의 효율이 96%이상을 나타내어 제안한 시스템의 우수성을 확인하였다. 추후 설비시설이 갖춰진 시험연구소에서 부하를 높여 100%의 부하까지 측정시 효율이 더욱 좋아 질 수 있다는 것을 유추해 볼 수 있다.

본 연구는 중소기업청의 구매조건부신제품개발사업의 일환으로 수행되었습니다. (No. S2216736)

참고 문헌

- [1] Kim Sun Pil, Hwang Jung Goo, and Park Sung Jun, "The PCS System Having the BESS Function", Proc. of 2013 Power Electronics Annual Conference, pp 34 35, Jul. 2013.
- [2] Dipl Ing. Wilhelm Solter, "A New International UPS Classification by IEC 62040 3", Proc. of International Telecommunications Energy Conference, pp. 541 545, 2002.