

BESS기능을 겸비한 PCS시스템 구성

김선필, 황정구, 박성준
전남대학교

The PCS system having the BESS function

Kim Sun pil, Hwang Jung goo, Park Sung jun
Chonnam National University

ABSTRACT

최근 신재생 에너지원의 증가와 더불어 전력 산업 전반의 요구에 대해 에너지 저장시스템(ESS, Energy Storage System)에 대한 필요성이 높아지고 있다. 전력 수요의 급격한 증가는 전력계통의 교란이 증가하게 되어 전력품질의 문제를 야기시키고, 이에 따라 송배전 설비의 증설에 요구 커지고 있는 상황이다. 이에 대한 적절한 대안으로 배터리를 이용한 에너지 저장 시스템(BESS, Battery Energy Storage System)이 대두되고 있는 상황이며, 특히 계통연계형 PCS에 BESS를 적용시킬 시에 능동적인 부하 평준화 기능을 통해 송배전 설비투자 지연의 목적을 달성할 수 있는 장점을 가진다. 따라서 본 논문에서는 BESS기능을 겸비한 PCS 시스템 구성을 제안하고, 이에 대하여 기술한다.

1. 서 론

전 세계적으로 신재생 에너지원의 증가, 최대 전력 수용의 효율적인 운용, 계통 안정화를 위해 광범위한 투자가 이루어지고 있다. 특히, 일본의 대지진에 기인한 후쿠시마 원전사고 피해로 인해 발전 과정에서 오염물질 배출이 없는 태양광 발전이 주목받고 있으며, 에너지가 양방향 형태로 전달되는 태양광 PCS에 대한 연구가 활발히 진행 중이다.^[1] 그리고 스마트 그리드의 확대 등을 포함한 전력 산업 전반의 요구에 대해 ESS에 대한 관심 또한 급증하고 있으며, 그 필요성이 높아지고 있다.^[2] ESS의 응용기술은 잉여 에너지를 저장할 뿐만 아니라 전력품질개선 및 계통안전의 신뢰성을 높일 수 있다. 특히, 일반적인 배터리 에너지의 충/방전을 이용하여 전력 사용의 효율성을 극대화 하는 BESS기술이 사용되고 있다.^[3] 태양광 PCS에 적용 시, BESS는 상대적으로 전력 요금이 값싼 심야에 배터리를 충전했다가 전력요금이 가장 비싼 침두부하 발생 시에 태양광 발전 전력과 함께 배터리 에너지를 계통으로 방전하여 전력 공급의 유연성을 확보하게 해준다. 이는 사용자 입장에 유연한 전력사용을 기대 할 수 있다.

태양광 PCS 시스템에 BESS기능을 추가함으로써 불균일한 태양광 발전 전력을 효과적으로 관리 할 수 있다. 태양광 발전 에너지를 계통에 공급할 뿐만 아니라, 계통에 이상이 생기는 경우 UPS로 동작이 가능하여 계통에 안정적인 전력공급이 가능하다. 그러므로 본 논문에서는 BESS 기능을 겸비한 PCS시스템의 필요성과 그 PCS기능에 기술한다.

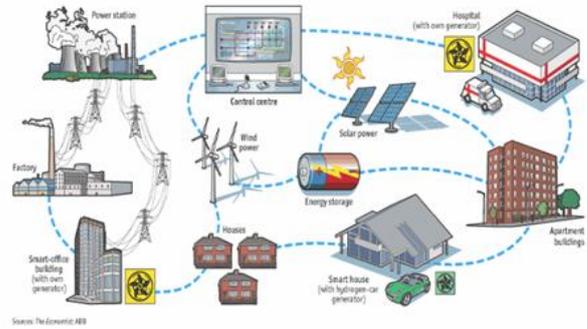


그림 1 신재생 에너지의 전력흐름도
Fig. 1 The flowchart of renewable energy

2. BESS기능의 필요성

최근 몇 년간 전력 수요는 급격한 증가세를 나타내고 있다. 기존의 송배전 설비용량에 근접하고 있으며, 이러한 원인으로 가정의 효율적인 에너지가 관리가 요구되고 있다. 최대 전력 사용 시간에 대한 전력부족에 의한 정전과 같은 문제에 대한 예방과 대처를 위한 기술개발의 필요성이 높아지고 있다. 그림 1에서 나타나있듯이 신재생에너지원을 이용한 발전기술과 에너지 저장기술이 발달함에 따라, 이전의 일방적인 에너지 전달이 아닌, 능동적인 에너지 전달이 가능해짐에 따라 스마트 그리드에서 ESS기술은 매우 중요하다. BESS는 높은 에너지 밀도, 공간에 대한 제약이 적고 분산배치가 가능하며 저장 효율이 높다는 장점이 있다. PCS시스템에 적용이 될 경우, 전력계통의 신뢰도를 향상 시키고 전력품질 저하 문제가 가능하며, 대 전력 요구 시에 순간적인 공급이 가능하다는 장점을 가진다.

3. BESS기능을 가진 PCS 구성

3.1 태양광 PCS 구조

현재 PCS는 현재 여러 새로운 토폴로지가 제안이 되고 있으며 개발되어 지고 있다. BESS기능을 가진 PCS는 모듈 형태로 병렬연결 하여 PCS의 용량을 증가 시킬 수 장점이 있다. 그림 2는 BESS기능을 추가한 PCS 구조를 나타내었다. MPPT 컨버터와 계통연계를 위한 인버터, 그리고 BESS기능을 하는 양방향 DC/DC 컨버터로 나누어진다.

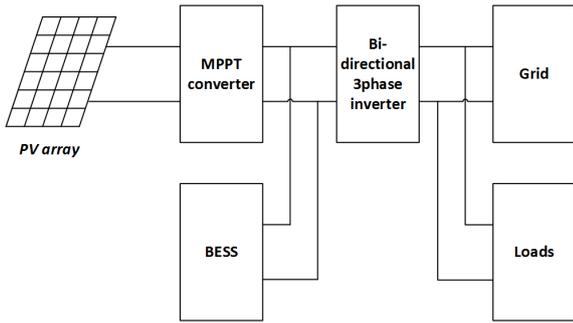


그림 2 BESS 기능을 겸비한 PCS 구성
Fig. 2 The PCS configuration having BESS function

3.1.1 MPPT컨버터와 인버터

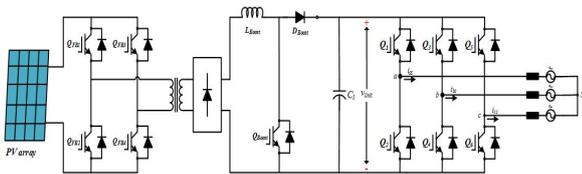


그림 3 제안하는 PCS 구조
Fig. 3 The proposed PCS configuration

MPPT 컨버터는 트랜스포머를 이용하여 절연타입으로 구성하였다. 태양광 어레이와 풀 브릿지 컨버터가 직렬로 연결되고 MPPT제어를 위한 부스트 컨버터와 절연되어진다. 변압기를 이용한 절연타입으로 설계를 할 경우, 트랜스포머의 누설인덕턴스를 이용한 소프트 스위칭이 가능하기 때문에 스너버 회로를 추가 하지 않아도 된다는 장점이 있다. 효율적인 에너지 전달과 BESS의 배터리 충전을 위해 양방향 3상인버터를 적용하고, 효율을 고려하여 MPPT컨버터와 단일구조로 설계한다.

3.1.2 BESS 시스템

BESS 시스템 구조는 크게 배터리와 양방향 DC/DC 컨버터로 구성되며, 효율적인 운용을 위해서 PCS의 DC link와 병렬로 연결이 된다. 수kW~수MW 전력을 저장 및 공급하기 위해서, 여러 개의 배터리 Cell을 하나의 모듈로 구성하고, 이러한 모듈을 병렬로 연결하여 시스템을 구성한다. 모듈형태로 이루어져 있기 때문에 시스템 부피로 인한 공간제약을 적고, 배터리 용량 확장성에 용이하다는 장점을 가진다. BESS는 평상시에 태양광 어레이의 발전량이 높을 때에는 배터리를 충전하거나 태양광의 발전량이 낮고 BESS의 배터리 충전량이 낮을 경우, 계통으로부터 전력을 전달 받아서 배터리를 충전하게 된다. 만약, 태양광 발전량이 낮거나 PCS에 이상이 생긴 경우, BESS가 저장된 에너지를 빠르게 전달하여 전력품질의 저하나 정전의 문제가 생기지 않도록 하게 한다. 이러한 BESS의 기능은 사용자 입장에서 유연한 전력관리와 사용이 가능하다는 장점을 가진다.

3.2 시뮬레이션

논문의 타당성 검증을 위해, PSIM을 통하여 제안된 시스템과 동일하게 회로를 구성하고 시뮬레이션을 수행하였다.

그림 4는 시뮬레이션 결과이다. MPPT컨버터로부터 전달되는 전력에 이상이 생겼을 때, DC link전압이 순간 적으로 강하

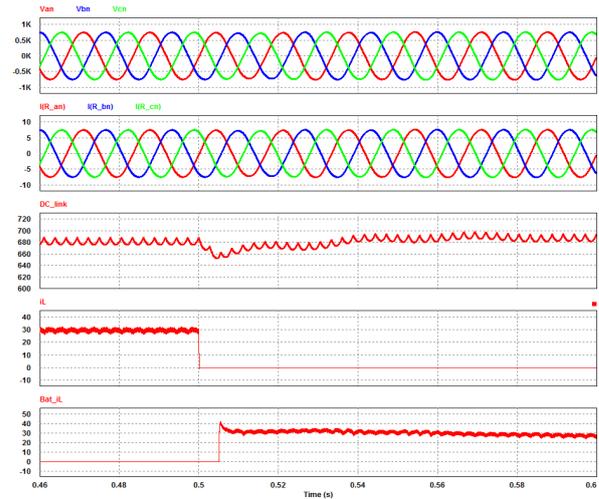


그림 4 시뮬레이션 결과(인버터출력전압, 인버터출력전류, DC-link전압, MPPT컨버터 출력 전류, BESS 출력전류)
Fig. 4 Simulation result(inverter output voltage, inverter output current, MPPT converter output current, BESS output current)

된다. 이 때, BESS가 동작을 되고, 배터리에 저장된 에너지를 이용하여 DC link전압을 일정하게 유지하게 된다, 따라서, 인버터의 출력전압과 출력전류에는 이상이 없게 되어 안정적인 전력을 공급을 할 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 BESS기능을 겸비한 PCS시스템 구성에 대하여 기술하였다. 빠르게 증가하는 전력수요로 인한 계통문제나 시스템 이상증상에 위한 예비 전력의 확보, 전력품질 저하 문제의 개선 대안으로 BESS기능은 각광받고 있다. PSIM을 이용하여 시뮬레이션을 수행하고, PCS시스템의 BESS기능에 대한 타당성을 검증하였다.

이 논문은 삼성 SDI의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

참 고 문 헌

- [1] 박성준, 송성근, 김용구, “태양광 발전용 PCS의 연구 동향”, 전력전자학회, 전력전자 학회지, 제 15권 제3호 2010.6, pp.47 53. 2010.
- [2] 이희서, 김동희, 최규영, 이병국, “태양광 발전 PCS에 적용되는 부스트 컨버터 효율 분석”, 전력전자학회 2011년도 전력전자 학술대회 논문집, 2011.7, pp.255 256. 2011
- [3] 김민재, 오성진, “송전설비 투자 지원을 위한 대용량 BESS의 PCS 기능과 최신 동향”, 전력전자학회 2012년도 전력전자 학술대회 논문집, 2012.7, pp.324 324. 2012.