

# 2MVA 배터리 에너지 저장 시스템 제어 알고리즘 개발

김태형, 김윤현, 권병기, 김광섭  
(주) 포스코 ICT

## A Development of Control Algorithm for 2MVA Battery Energy Storage System

Tae-Hyeong Kim, Yun-Hyun Kim, Byung-Ki Kwon, Kwang-Seob Kim  
POSCO ICT Corporation

### ABSTRACT

본 논문에서는 스마트 그리드에 적용되는 2MVA 배터리 에너지 저장 시스템(BESS, Battery Energy Storage System)의 제어 알고리즘을 제안하고 검증하였다. BESS는 전력변환을 위한 PCS(Power Conditioning System), 배터리 제어 및 상태화인을 위한 BCS(Battery Conditioning System)와 상위 시스템으로부터 지령을 받아 PCS와 BCS를 제어하는 PMS(Power Management System)로 구성되어 있다. BESS는 풍력안정화를 위해 EMS(Energy Management System)의 지령을 받아 운전모드를 선택하고, 운전모드에 따라서 계통측 전력을 제어하거나 배터리측 전류를 제어하고, 배터리의 완전충전을 위해 전압제어를 한다.

### 1. 서론

스마트 그리드용 BESS는 풍력 발전시스템, 태양광 발전 시스템 등의 신재생 발전 시스템과 연계되어 에너지 효율 극대화 및 계통 안정화를 위해 부하의 에너지 소비가 적은 상황에서는 잉여전력을 배터리에 저장하고, 부하의 에너지 소비가 많은 상황에서는 부족한 전력을 공급하는 역할을 한다. 또한 주요 산업시설 및 부하의 정전을 방지하기 위하여 대용량 UPS(Uninterruptible Power Supply)의 역할을 수행할 수 있다.

본 논문은 POSCO ICT에서 개발한 2MVA BESS의 제어 알고리즘에 대해 기술하였으며, 정격운전 시험 및 배터리 충·방전시험을 통하여 제어알고리즘을 검증하였다.

### 2. 배터리 에너지 충방전 제어

#### 2.1 시스템 구성

BESS는 EMS와 연계를 위한 PMS제어기, 전력변환을 위한 PCS, 에너지 저장을 위한 BCS로 구성된다. PCS는 계통과 연계되어 배터리 저장장치에 에너지를 충·방전하는 역할을 하며, 계통의 전력품질을 보상하거나 단독운전시 부하에 전원을 공급하는 역할을 한다. AC/DC변환을 위한 PCU(Power Conversion Unit)가 병렬로 구성되어 있으며, 출력필터와 계통 연계를 위한 변압기 등으로 구성된다. 본 시스템은 1MVA PCU를 병렬로 구성하였고, PCU를 계통과 연계하기 위하여 다권선 변압기를 사용하였다. BCS는 에너지 저장을 위한 배터리와 배터리의 전압, 전류, SOC(State Of Charge), 온도 등의 정

보를 관리하는 BMS(Battery Management System)로 구성되어 있다. 다음의 그림 1은 BESS의 전체적인 시스템 구성에 대해 보여준다.

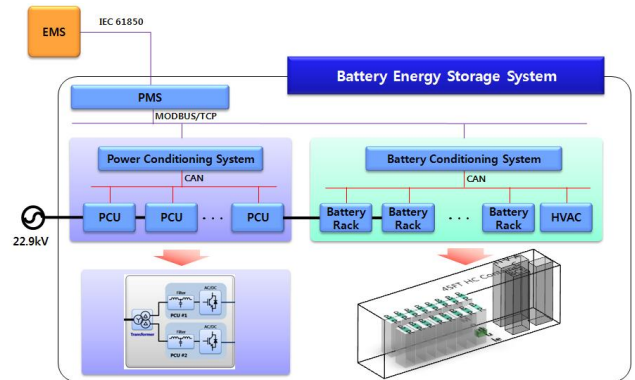


그림 1 BESS 시스템 구성

#### 2.2 BESS 제어 알고리즘

BESS는 신재생 에너지의 예측 불가능한 전력에 대하여 계통을 안정화시키기 위한 계통 안정화 모드와 배터리에 에너지를 저장하여 필요한 경우 사용할 수 있는 에너지 저장 모드로 구성된다. 계통 안정화 모드에서는 부하에 필요한 전력을 공급하거나 신재생에너지에서 발전된 에너지를 저장하기 위하여 출력전력을 제어하는 정전력 제어 모드(CP, Constant Power)로 제어한다. 에너지 저장모드에서는 배터리에 효율적으로 에너지를 저장하기 위하여 정전류 제어 모드(CC, Constant Current)와 정전압 제어 모드(CV, Constant Voltage)를 사용한다. BESS 제어 알고리즘의 구성은 그림 2와 같다.

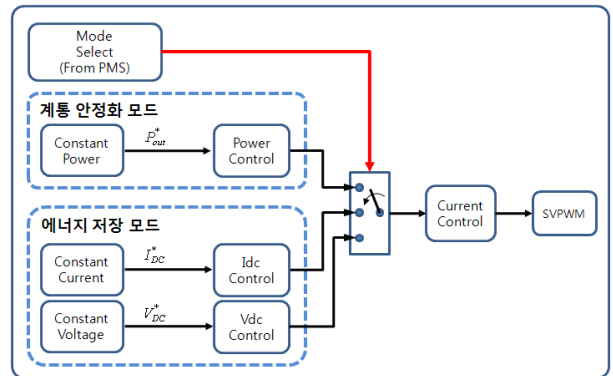


그림 2 BESS 제어 알고리즘 구성

에너지 저장모드는 충전 방법에 따라 정전류 제어와 정전압 제어로 구분되며 제어 블록도는 그림 3과 같다. 정전류 제어는 배터리에 전류를 일정하게 충·방전 할 경우에 사용하며, PI제어기를 사용하여 구성하였다. 정전압 제어는 배터리가 설정된 전압에 도달하였을 경우 완전 충전을 위해 사용하는 제어 방법으로 전압을 유지하면서 전류를 감소시켜 충전하기 때문에 배터리가 정격이상으로 충전되거나 완전 충전 되지 않는 것을 방지할 수 있다. 정전압 제어기는 IP제어기를 사용하여 구성하였다.

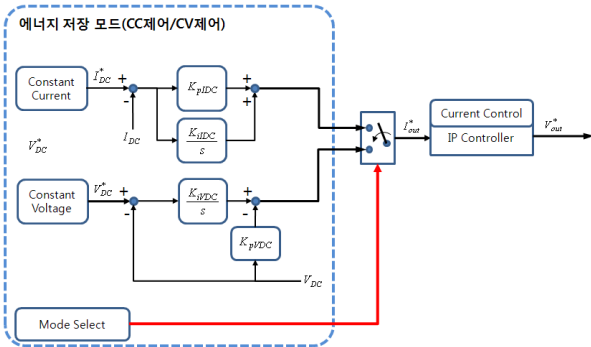


그림 3 에너지 저장 모드(CC제어, CV제어) 제어 블록도

계통안정화 모드에서는 계통의 상황에 따라 필요한 에너지를 충·방전 해야 하기 때문에 PCU의 출력 파워를 제어하여 원하는 만큼의 에너지를 충·방전 한다. 정전력 제어 모드는 계통 전압에 따른 출력전류의 방향과 크기를 제어하여 충·방전하는 방식이다. 계통안정화 모드의 제어 블록도는 그림 4와 같다.

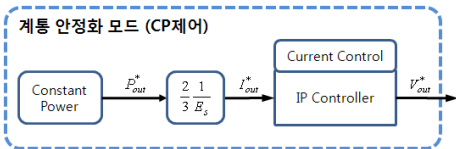


그림 4 계통 안정화 모드(CP제어) 제어 블록도

### 2.3 시험결과

2MVA급 BESS의 제어 알고리즘 검증을 위하여 계통안정화 모드와 에너지 저장 모드에 대한 충방전 시험을 수행 하였다. 그림 5는 에너지 저장모드 충방전 시험 파형으로 DC전류와 계통전압이 일정하기 때문에 배터리 전압에 따라서 계통전류가 변동하는 것을 알 수 있다. 충전시에 배터리 전압이 상승에 따라 충전에너지의 증가로 계통전류가 증가하며, 방전시에는 반대로 계통전류가 감소하는 현상이 나타난다.

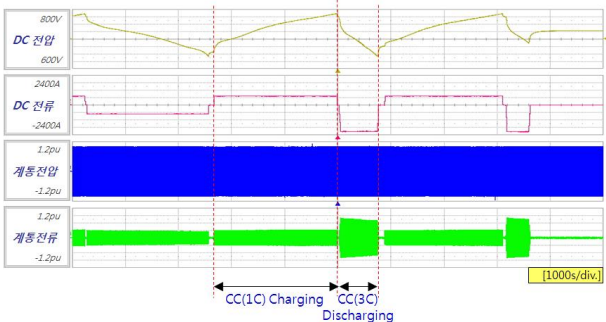


그림 5 에너지 저장모드 시험 파형 (1C-rate충전, 3C-rate방전)

그림 6은 에너지 저장모드에서 정전류 제어에서 정전압 제

어의 모드전환 시험 파형으로, 1C-rate 충전중 배터리 전압이 설정전압에 도달하면 정전압 모드로 변환되면서 충전 전류가 감소되는 것을 알 수 있다.

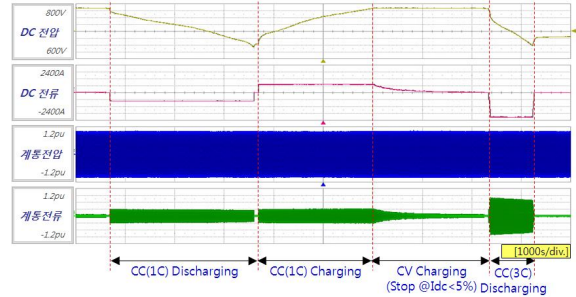


그림 6 에너지 저장모드 시험 파형 (1C-rate충전, 1C-rate/3C-rate방전)

그림 7은 계통 안정화 모드에서의 충·방전 시험 파형이다. 계통안정화 모드의 경우 상위 지령에 따라서 출력 전류가 일정하기 때문에 배터리 전압의 변화에 따라서 DC전류가 변동하게 된다. 충전시에 입력파워가 일정하고 배터리 전압이 상승하기 때문에 DC전류가 감소하며, 방전시에는 배터리 전압의 하강으로 DC전류가 증가하는 것을 알 수 있다.

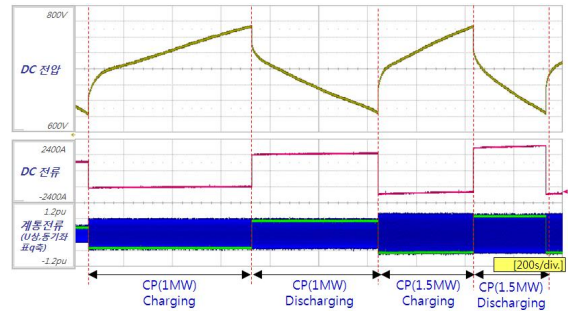


그림 7 계통 안정화 모드 시험 파형(1MW, 1.5MW 충방전)

그림 8은 3C-rate 운전시 계통 출력 파형으로 전압전류 위상이 일치하고, 출력전류 크기가 제어가 되는 것을 확인할 수 있다.

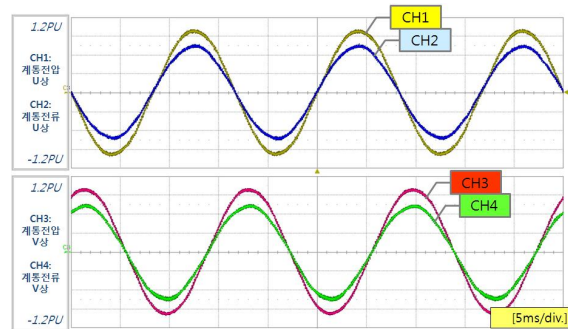


그림 8 계통 출력 파형(3C-rate)

## 3. 결론

본 논문은 POSCO ICT에서 개발된 스마트 그리드용 2MVA급 BESS의 제어 알고리즘에 대하여 기술하였다. BESS의 구성과 제어 알고리즘에 대하여 설명하고, 배터리 충방전시험을 통하여 에너지 저장모드와 계통 안정화 모드를 검증하였다.