

# 실시간 시뮬레이터를 활용한 EES 기능분석

박아련, 류강열, 이충우, 강호현, 강병관, 고광수, 오승훈, 최은식, 이운재, 김희중  
LS산전

## Operational Characteristic Analysis of EES using Real-Time Simulator

Park Ah Ryeon, Kang Yeul Ryu, Chung Woo Lee, Byung Kwan Kang, Kwang Soo Koh  
Seung Hun Oh, Eun Sik Choi, Yun Jae Lee, Hee Jung Kim  
LSIS

### ABSTRACT

In this paper, by using hardware in the loop(HIL) of the EES, which is an inverter of high rated technique and analyze the function.

By exchanging information between the simulation and system controller to be used in a live system, HIL approach, approach experimental is used to interpret the system mass analysis is not possible in a real system some.

This paper presents the implementation of the EES and the RTDS DSP28335 is a real time connection to the electrical signal, and to verify the actual system is difficult, it was possible to analyze the performance of the system.

Thus, it is expected to contribute I raise the stability and reliability of the operation during the actual EES is built.

### 1. 서론

부하 변동에 따라 계통의 주파수는 가변하게 된다. 이러한 변동 주파수를 안정하게 유지하기 위해 최근 전력 저장 장치(Energy Storage System)는 계통 전력의 효율적인 운영 방안으로 주목 받고 있다. 이처럼 계통의 효율적인 전력 운영 및 계통 품질 개선을 위해 운전함으로써, 전력저장장치의 용량은 더욱 증가되는 추세이다. 본 논문은 대용량 인버터로 구성된 EES를 hardware in the loop(HIL) 기법을 이용하여 기능을 분석하였다. HIL기법은 실제 시스템에서 사용하는 제어기와 시뮬레이션 시스템 사이의 정보를 교환함으로써 실제 시스템으로 해석이 불가능한 대용량 시스템을 해석하기 위해 사용되는 실험 기법이다. 본 논문에서는 RTDS에서 구현한 EES와 DSP28335를 전기적 신호로 실시간 인가하여 연계되어 있으며, 실제 시스템으로 검증하기 어려운 시스템 성능을 해석할 수 있었다. 이를 통해 실제 EES가 구축되어 동작할 때 안정성과 신뢰성을 높여주는데 기여할 것으로 예상 된다.

### 2. 본론

#### 2.1 HILS

그림 1과 같이 에너지저장 장치를 RSCAD에 실제 시스템과

유사하게 모델링 하였다. RTDS통해 실시간으로 계산된 Inverter 전류, 계통 전압, 배터리 전압, 전류 등의 아날로그 값을 GTAO(Giga Transceiver Analog Output)카드를 출력한다. DSP는 이 아날로그 값을 입력으로 받아 DSP 내에서 유효전력, 무효전력 모드로 제어를 수행하며, 제어기를 통해 계산된 Gate Pulse는 GTDI(Giga Transceiver Digital Input)카드를 통하여 RTDS의 입력으로 넣어준다. 이러한 동작을 통해 EES 운전 시, 계통에서 일어날 수 있는 다양한 상황을 모의하면서, 안정성과 신뢰성을 높일 수 있다.

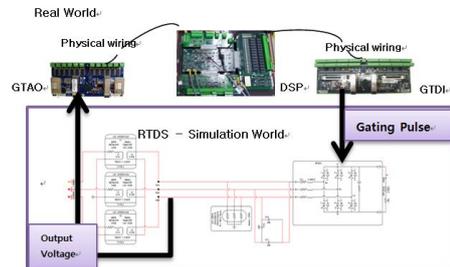


그림 1 RTDS를 이용한 HILS 구성도

Fig. 1 Configuration of HILS using RTDS

그림 2는 실제 시스템 구성 사진이다. 앞서 설명한 것과 같이, 제어를 수행하는 DSP와 데이터 입출력을 담당하는 GTAO, GTDI가 서로 연계 되어있다.

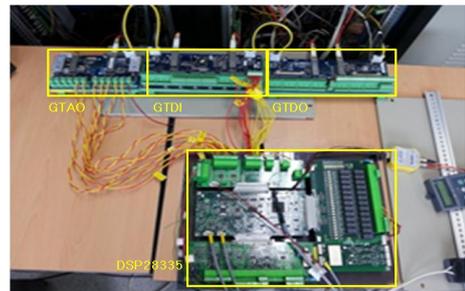


그림 2 실제 시스템 구성

Fig. 2 Real-System configuration

#### 2.2 모의실험 결과

1MW급 PCS 기능분석을 위하여 모의실험을 수행하였다. 표

1은 PCS의 설계사양을 나타내었다.

표 1 1MW EES PCS 설계사양  
Table 1 1MW EES PCS Specification

구분	사양
입력전압	700~1000V
입력전류	1430A
출력전압	440V
출력전류	1312A
출력주파수	60Hz
제어방식	SVPWM
제어모드	유효전력, 무효전력

본 시험은 유효전력제어를 통해 정격으로 충전 중인 상태에서 계통의 다양한 상황을 모의하여 안정성을 평가하였다. 그림 3은 출력 과전압 부족전압 시 안전하게 정지하는 시간을 측정할 결과 파형이다. 출력 과전압 보호등급은 공칭전압의 111%이며, 공칭전압의 120% 전압 발생 시, 47.73[ms] 후에 Trip이 되는 것을 확인 할 수 있다.



그림 3 출력 과전압 시, 출력 전압, 전류, Trip레벨  
Fig. 3 Output voltage, Current, Trip level at over voltage.

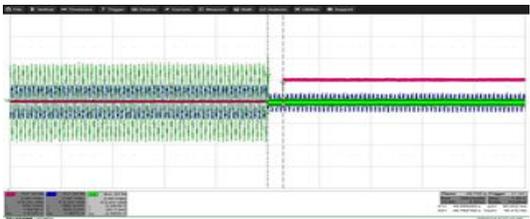


그림 4 출력 부족전압 시, 출력 전압, 전류, Trip레벨  
Fig. 4 Output voltage, Current, Trip level at low voltage.

마찬가지로 그림4는 출력 과전압 보호등급은 공칭전압의 87%이며, 공칭전압의 49% 전압 발생 시, 60.93[ms] 후에 안전하게 Trip되는 것을 확인 할 수 있었다.

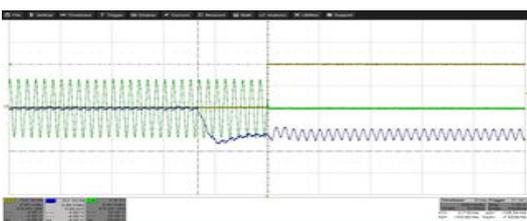


그림 5 주파수 저하 시, 출력 전류, 주파수, Trip레벨  
Fig. 5 Output Current, frequency, Trip level at low frequency.

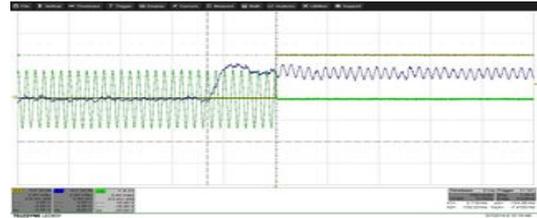


그림 6 주파수 상승 시, 출력 전류, 주파수, Trip레벨  
Fig. 6 Output Current, frequency, Trip level at over frequency.

그림 5, 그림 6은 주파수 상승 및 저하 보호기능 시험 결과 파형이다. 주파수의 보호등급은  $\pm 0.2\text{Hz}$  이며, 1MW 정격 충전 중인 상태에서 실험을 진행하였다.

주파수가 59.4Hz로 하강 시, 136.5[ms] 후, Trip이 발생하여 안전하게 정지 하였으며 주파수가 60.6[Hz]로 상승 시, 134.95[ms] 후, Trip이 발생되어 정지하는 것을 확인 할 수 있었다.

### 3. 결론

본 논문에서는 RTDS를 활용한 1MW EES 기능 분석을 하였다. RSCAD를 이용하여 EES를 구성해 실제 외부 제어기와 연계하여 제어를 확인 하였다. 향후 본 PCS의 기능을 바탕으로 SOC를 고려한 병렬시험 및 계통모의를 추가로 진행하여 주파수 조정용 EES의 성능과 신뢰성을 높일 수 있을 것으로 예상 된다.

이 논문은 지식경제부의 전력계통 주파수조정용 ESS 개발과제의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

### 참고 문헌

- [1] 고희수, 이충우, 강병관, 오승훈, 이윤재, 최은식, 류강열, 김희중, “주파수 조정을 위한 4MW 전력 저장 시스템 연구.” 전력전자학회 추계학술대회, pp, 2013, Oct
- [2] 강병관, 이충우, 류강열, 오승훈, 이윤재, 최은식, 고희수, 김희중, “1MW 계통연계형 에너지저장시스템 연구” 전력 전자학회 학술대회 논문집, 2013.11, 239-240