

# CompactRIO/OPAL-RT를 이용한 실시간 마이크로그리드 시뮬레이터

유형준\*, 유현재\*\*, 김학만\*, 임유진\*\*\*, 박재세\*  
\*인천대학교, \*\*성균관대학교, \*\*\*수원대학교  
e-mail: yoohj0818@nate.com

## A Real-Time Microgrid Simulator Using CompactRIO & OPAL-RT

Hyeong-Jun Yoo\*, Hyun-Jae Yoo\*\*, Hak-Man Kim\*, Yu-Jin Lim\*\*\*, Jae-Se Park\*  
\* University of In-Cheon, \*\*Sung-Kyun-Kwan University, \*\*\* University of Su-Won

### 요 약

마이크로그리드는 친환경 독립 전력시스템으로 화석연료에 대한 의존도와 CO2 배출량을 줄일 수 있어, 최근 많은 관심을 받고 있다. 실시간 디지털시뮬레이터를 사용할 경우 시스템 개발 측면에서 시간과 경비를 줄일 수 있는 장점이 있는데, 본 논문에서는 OPAL-RT와 CompactRIO를 이용하여 마이크로그리드의 실시간 시뮬레이터를 구현하여 기초적인 동작을 시험하였다.

### 1. 서론

마이크로그리드는 소규모 신재생에너지 기반 분산 전원과 저장장치로 구성되어있는 친환경 독립 전력시스템으로 화석연료에 대한 의존도와 CO2 배출량을 줄일 수 있어, 최근 많은 연구가 진행되고 있다[1-5]. 마이크로그리드 기술개발을 하려면 실제 마이크로그리드를 시행해야 하지만 실시간 디지털시뮬레이터를 사용한 경우 시간과 경비를 줄일 수 있는 장점이 있다[6]. 본 논문에서는 실시간 디지털시뮬레이터인 OPAL-RT와 CompactRIO를 이용하여 실시간 마이크로그리드 시뮬레이터를 구현하여 기초적인 동작을 시험하였다.

### 2. 실시간 마이크로그리드 시뮬레이터

실시간 마이크로그리드 시뮬레이터는 OPAL-RT, CompactRIO, LabVIEW를 이용하여 그림 1과 같이 구성하였고, 각 장치들은 TCP/IP를 이용하여 데이터통신을 한다. 각 장치들의 특징은 다음과 같다.

#### 2.1 OPAL-RT

OPAL-RT는 Simulink 기반의 실시간 디지털 시뮬레이터로 전력시스템, 자동차등 다양한 공학분야의 동특성을 실시간으로 시뮬레이션하는데 사용되고 있다.

OPAL-RT를 이용함으로써 시스템을 개발하는 엔지니어들은 개발시간을 절약할 수 있으며, 발생가능한 변수들을 시뮬레이션하여 시스템의 신뢰성을 높일 수 있다[7].

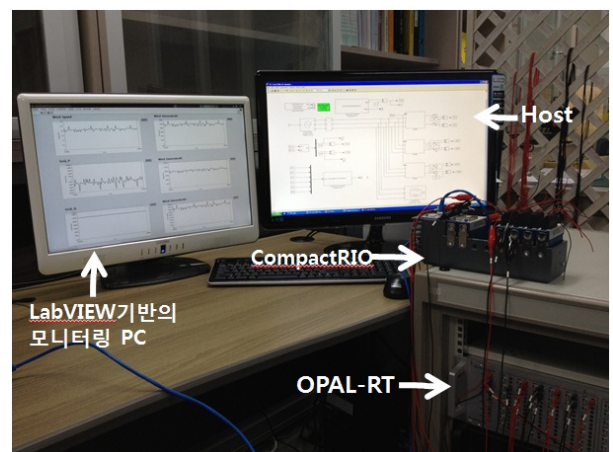
#### 2.2 CompactRIO

인터페이스를 위한 장치인 CompactRIO는 개방형

임베디드 구조로 I/O모듈을 가지며, 크기가 작으며 견고하고 사용하기에 편리한 특징이 있다.

#### 2.3 LabVIEW

LabVIEW는 제어, 계측분야에서 사용하기 쉽고, 편리한 프로그래밍 언어로 직관적인 그래픽 아이콘 및 흐름 차트를 연상케 하는 와이어를 사용하여 엔지니어들이 측정, 테스트 및 컨트롤 시스템을 개발하는데 널리 사용되는 범용적인 툴이다.



<그림 1> 실시간 마이크로그리드 시뮬레이터

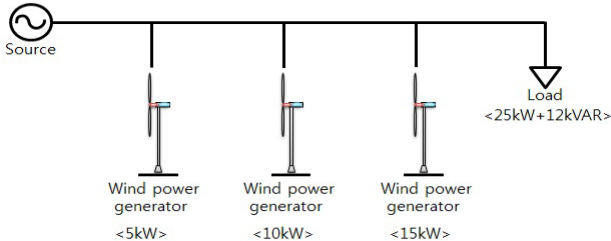
### 3. 마이크로그리드 모델링

#### 3.1 테스트 마이크로그리드

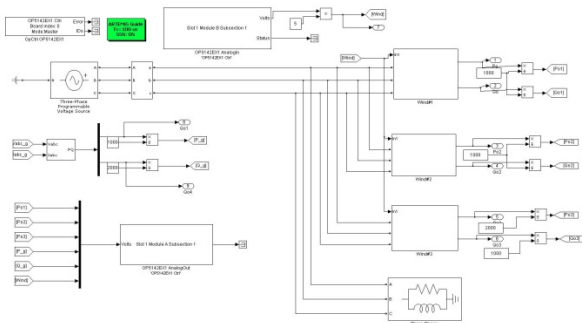
본 논문에서 테스트 마이크로그리드를 그림 2와 같이 3기의 5kW, 10kW, 15kW 풍력발전기와 25kW+12kVAR 부하로 구성하였다.

### 3.2 마이크로그리드 모델링

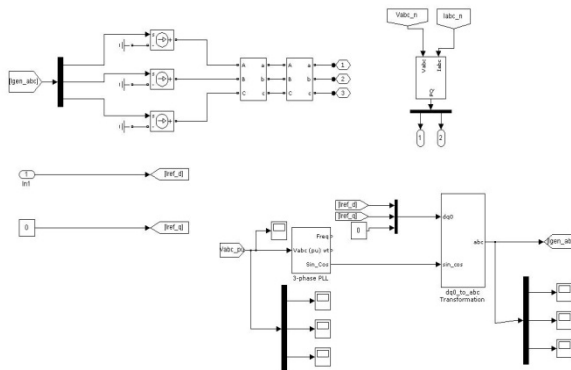
테스트 마이크로그리드는 그림 3과 같이 Simulink를 이용하여 모델링하였고, 그림 4는 풍력발전기 모델을 나타낸 것이다.



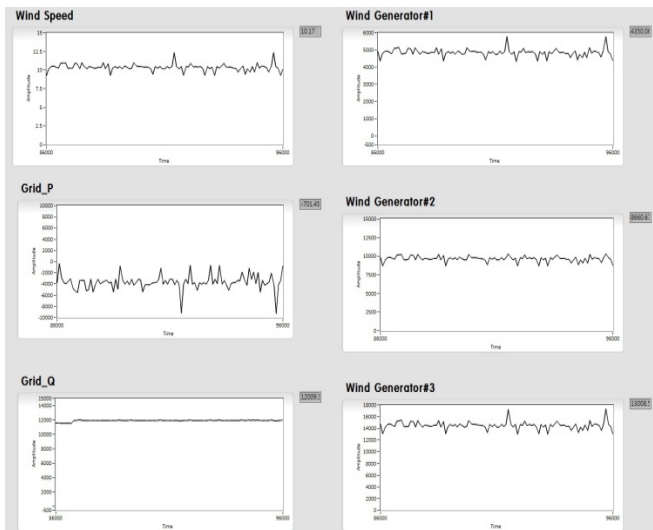
<그림 2> 마이크로그리드 구성.



<그림 3> 마이크로그리드 Simulink모델.



<그림 4> 풍력발전기 Simulink모델.



<그림 5> 시뮬레이션 결과.

### 4. 실험 및 결과

그림5는 실시간으로 시뮬레이션된 결과를 LabVIEW 기반의 PC환경에서 디스플레이 한 것이다. 그림5에서와 같이 실시간으로 운전되는 마이크로그리드의 상태가 원활히 모니터링됨을 확인할 수 있다.

### 5. 결론

본 논문은 CompactRIO와 OPAL-RT를 이용하여 실시간 마이크로그리드 시뮬레이터를 구현하였고, 기초적인 동작 시험을 수행하였다. 시험결과 실시간으로 운전되는 마이크로그리드의 상태가 원활히 모니터링됨을 확인할 수 있다.

추후 마이크로그리드에 풍력발전기뿐만 아니라 디젤 발전기, 태양광, BESS, SMES 등을 지속적으로 확장할 계획이며, 제안된 본 시스템은 마이크로그리드 시스템의 제어기 개발, 보호장치 개발 활용이 기대된다.

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.

(No. 20111020400220)

### 참고문헌

- [1] H.-M. Kim, and T. Kinoshita, "A Multiagent system for Microgrid operation in the grid-interconnected," Journal of Electrical Engineering & Technology Vol. 5, No. 2, pp. 246~254, 2010.
- [2] H.-M. Kim, and T. Kinoshita, and Y. Lim, "Talmudic Approach to Load Shedding of Islanded Microgrid Operation Based on Multiagent System," Journal of Electrical Engineering & Technology Vol. 6, No. 2, pp. 284~292, 2011.
- [3] H.-M. Kim, and T. Kinoshita, Y. Lim, and T.-H. Kim, "A Bankruptcy Problem Approach to Load-shedding in Multiagent-based Microgrid Operation," Sensors, vol. 10, Issue 10, pp.8888-8898, Oct. 2010.
- [4] H.-M. Kim, W. Wei, and T. Kinoshita, "A New Modified CNP for Autonomous Microgrid Operation Based on Multiagent System," Journal of Electrical Engineering & Technology Vol. 6, No. 1, pp. 139~146, 2011.
- [5] H.-M. Kim, T. Kinoshita, and M.-C. Shin, "A Multiagent System for Autonomous Operation of Islanded Microgrids Based on a Power Market Environment," Energies, Vol. 3, Issue 12, pp.1972-1990, Dec. 2010.
- [6] J.-H Jeon, J.-Y. Kim, H.-M. Kim, S.-K. Kim, C. Cho, J.-M. Kim, J.-B. Ann, and K.-Y. Nam, "Development of Hardware In-the-Loop Simulation System for Testing Operation and Control Functions of Microgrid," IEEE Trans. on Power Electronics, Vol. 25, No. 12, pp. 2919-2929, Dec. 2010.
- [7] Opal-RT, OPAL-RT Manual & Tutorial, 2011.
- [8] National Instrument, LabVIEW CompactRIO Manual.