

# 신재생에너지원과 에너지 저장장치 기반 비상발전기의 하이브리드 운전 제어기법 개발

배영규\*, 손광명\*\*, 박창현\*\*\*

(주)그리드온\*, 동의대학교\*\*, 부경대학교\*\*\*

## Abstract

본 논문은 신재생에너지원과 에너지 저장장치 기반의 비상발전기의 하이브리드 운전 제어기법을 개발하였다. 기존의 신재생에너지 발전 설비와 에너지 저장장치 기반의 비상발전기를 하이브리드로 운전할 수 있는 제어 장치와 출력이 불규칙한 신재생에너지의 출력을 평준화 할 수 있는 비상발전기 출력 제어 기법을 개발하였으며, 개발된 장치는 부하의 전기에너지 피크 절감을 위한 비상발전기 출력을 제어하는 데 사용될 수 있다.

## 1. 서론

전 세계적으로 전기에너지의 비용 증가 문제에 따른 절전과 여러 가지 원인의 예비율 부족에 따른 정전이 점점 증대되고 있다. 전기에너지 비용 증가 문제는 신재생에너지 등의 전원장치들의 도입을 촉진하고 이미 활발히 도입되고 있다. 선진국에서 제한 송전과 예고 없는 정전 문제에 대한 현대인의 불편함 및 막대한 손실은 정전시에도 전기에너지를 이용하기 위해서 에너지 저장장치 기반의 비상전원 설비가 가정 및 사무실에서 필수로 갖추어야 할 가전제품으로 인식 전환을 가져오고 있으며 후진국 및 개발도상국에서는 송변배전 설비의 한계 문제로 전기에너지 공급이 원활하지 못하고 자가발전 설비를 갖추는 것이 일반적이고 최근에는 신재생에너지 기반의 자가발전 설비 도입을 장려하고 있는 국가가 증가되고 있다. 신재생에너지와 에너지 저장장치 기반의 비상발전 장치를 하이브리드로 운전할 수 있다면 정전시에도 신재생에너지를 계속해서 이용할 수 있다. 이에 따라, 전력공급처의 정전에 대비하여 이미 갖추고 있는 에너지 저장장치 기반의 비상발전 장치를 신재생에너지 발전 장치로부터 전력공급처와 같이 인식할 수 있게 하는 운전 제어장치의 개발이 필요하다. 신재생에너지와 에너지를 저장장치 하이브리드 운전하는 제어 장치는 신재생에너지를 저장한 후 전력공급처에서 제공하는 예비율 부족 및 실시간 전기에너지 요금 정보에 대응하여 전기에너지 비용을 절감시키는 효과를 가져올 수 있다.

## 2. 하이브리드 시스템

### 2.1 시스템 구성도

Fig. 1은 기존의 신재생에너지 발전 설비와 에너지 저장장치 기반의 비상발전기가 구성된 상태의 시스템으로 신재생에너지 발전 설비, 에너지 저장장치, 수용가, 한전 계통의 정보를 모니터링하고 신재생에너지와 에너지

저장장치를 하이브리드로 운전 제어하는 것을 나타낸다. 또한 전력공급처에서 제공하는 예비율 부족 및 실시간 전기에너지 요금 정보와 같은 데이터를 통신으로 받아들여서 운전 제어하는 데에 제공된다. 효율적인 에너지 제어를 위해서 전문적인 지식을 요구하는 에너지 저장장치의 제어를 일반 사용자도 쉽게 할 수 있는 사용자 인터페이스와 원격으로 PC등에서도 해당 정보를 모니터링 할 수 있도록 되어있다.

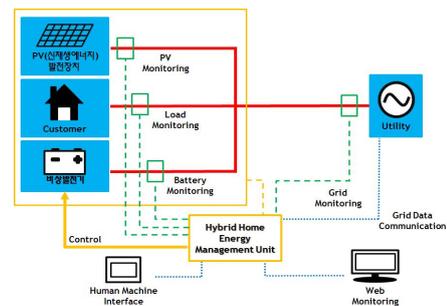


Fig. 1 기존의 신재생에너지 발전 설비와 에너지 저장장치 기반의 비상발전기가 구성된 상태의 시스템

### 2.2 하이브리드 홈 에너지 관리 유닛(HHEMU)

하이브리드 홈 에너지 관리 유닛(Hybrid Home Energy Management Unit 이하 HHEMU)은 이미 설치되어 운전되고 있는 신재생에너지 발전설비와 에너지 저장장치 기반의 비상발전 장치를 제어하여 하이브리드로 운전 제어하기 위해 개발되었다.

#### 2.2.1 HHEMU의 주요 기능

HHEMU의 주요 기능으로는 각 발전 설비의 병렬 운전뿐만 아니라 전력공급처의 예고 없는 정전 상태에서 신재생에너지를 수용할 수 있는 비상 발전기의 제어 기법이 포함된 기존의 신재생에너지 발전 설비와 에너지 저장장치 기반의 비상 발전기를 하이브리드로 운전 제어, 출력이 불규칙한 신재생에너지의 출력을 평준화 할 수 있는 비상 발전기 출력 제어, 부하의 전기에너지 피크 절감을 위한 비상 발전기 출력 제어, 전력 공급처와 통신 연결하여 수요반응 및 실시간 요금제 대응 운전, 비상 발전기를 가전제품처럼 쉽게 사용할 수 있는 사용자 인터페이스 제공 등이 있다.

#### 2.3 사용자 유저 인터페이스

##### 2.3.1 Human Machine Interface(HMI)

Human Machine Interface(이하 HMI)는 비상 발전기를 가전제품처럼 쉽게 사용할 수 있는 사용자 인터페이스로서 HHEMU와 RS-485 통신을 통해 현재 운전

상태 정보, 전력 흐름 정보 등을 표시해주고 사용자의 요구사항을 입력을 받아서 해당 요구사항에 맞는 운전을 하도록 하게 하는 장치이다.

### 2.3.2 에너지 매니지먼트

자동 충전 모드는 Battery의 출력이 필요하지 않은 상태에서는 Battery의 SOC를 바탕으로 배터리 충전전류를 결정하여 충전을 우선시하고 나머지 전력으로 수용가의 요구 전력을 충족하도록 에너지 매니지먼트를 한다.

Fig. 2는 충전 모드에서의 Battery의 충전상태가 만충전이 아니고 신재생에너지의 출력이 없는 상태일 때의 Power Flow를 나타낸 HMI상의 화면이다. 신재생에너지의 출력이 없으므로 한전 계통에서 수용가의 요구 전력과 Battery 충전에 필요한 전력 모두를 공급하고 있음을 보여준다.

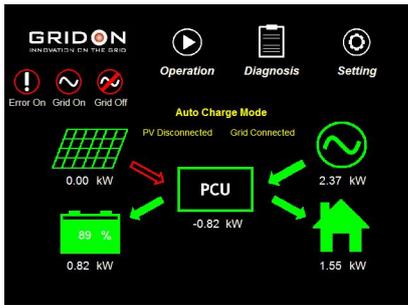


Fig. 2 자동 충전 모드, Battery의 충전상태가 만충전이 아니고, 신재생에너지의 출력이 없는 상태

충전 전류 조절 모드는 Battery의 충전전류를 결정하여 충전을 우선시하고 나머지 전력으로 수용가의 요구 전력을 충족하도록 에너지 매니지먼트를 한다.

Fig. 3는 충전 전류를 6A로 일정하게 정한 상태에서의 Power Flow를 나타낸 HMI상의 화면이다. 신재생에너지의 출력이 Battery의 충전 전류 지령에 따른 충전을 하고 남은 출력으로 수용가의 요구 전력을 충족시키고 나머지 출력을 계통으로 보내고 있음을 보여준다.

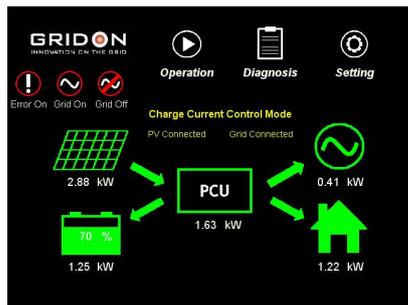


Fig. 3 충전 전류 조절 모드, 충전 전류를 6A로 고정한 상태

독립 운전 모드는 한전 계통과 연결이 끊겼을 때 신재생에너지, Battery, 수용가 사이의 출력 공급 에너지 매니지먼트를 한다.

Fig. 4는 신재생에너지의 출력이 수용가의 요구 전력보다 낮은 상태에서 한전 계통이 정전되었을 때의 Power Flow를 나타낸 HMI상의 화면이다. 신재생에너지의 출력이 수용가의 요구 전력을 모두 충족하지 못하여서 Battery가 수용가의 나머지 요구 전력을 공급하고 있음을 보여준다.

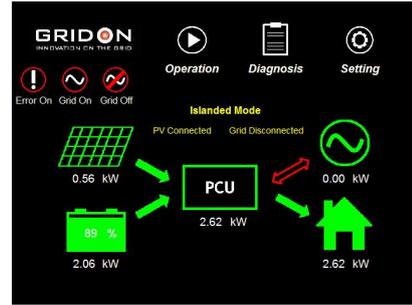


Fig. 4 독립 운전 모드, 신재생에너지의 출력이 낮을 때 독립 운전 상태

계통 출력 조절 모드는 신재생에너지의 출력, Battery의 충전상태, 수용가의 요구 전력과 상관없이 일정한 계통 출력을 내도록 에너지 매니지먼트를 한다.

Fig. 5는 계통 출력을 2kW로 일정하게 내도록 한 상태에서의 Power Flow를 나타낸 HMI상의 화면이다. 신재생에너지의 출력이 계통으로의 출력과 수용가의 요구 전력을 모두 충족시키지 못하여서 충족시키지 못한 전력을 Battery가 보충해주고 있음을 보여준다.

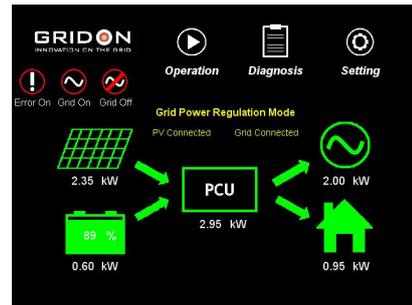


Fig. 5 계통 출력 조절 모드, 한전 계통으로 출력을 2kW로 고정한 상태

### 3. 결론

본 논문에서는 기존의 신재생에너지 발전 설비와 에너지 저장장치 기반의 비상발전기를 하이브리드 운전할 수 있는 제어장치와 출력이 불규칙한 신재생에너지의 출력을 평준화 할 수 있는 비상발전기 출력 제어 기법을 개발하여 부하의 전기 에너지 피크 절감을 실현하기 위한 비상발전기 출력을 제어하는 것을 보였다.

### Acknowledgment

본 논문(결과물)은 교육과학기술부의 재원으로 지원을 받아 수행된 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업의 연구결과입니다.

### Reference

[1] C.Chen, S.Duan, T.Cai, B.Liu, G.Hu, "Smart energy management system for optimal microgrid economic operation", Proceedings of the IET Journals Renewable Power Generation, Vol.5, pp. 258-267, 2011.  
 [2] S.X.Chen, H.B.Gooi, "Jump and Shift Method for Multi-Objective Optimization", Proceedings of the IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.58, No.10, 2011, October.