

30kW급 제로에너지빌딩용 마이크로그리드의 EMS 운용 알고리즘에 관한 연구

박동명*, 페레이라 마리토*, 최성문*, 노대석*

*한국기술교육대학교 전기과

e-mail:pdos@chol.com

EMS Operation Algorithm of 30kW-class Micro-grid for Zero Energy Building

Dong-Myoung Park*, Marito Ferreira*, Sung-Moon Choi*, Dae-Seok Rho*

*Dept. of Electrical Engineering, Korea University of Technology and Education

요약

최근, 정부의 석탄발전소 감축 및 탈 원전 정책에 따라 전력수급 문제를 해결하고자 그린 에너지원으로서의 전환정책이 지속적으로 추진하고 있다. 또한, 한국전력공사의 일반 사옥을 대상으로 구축된 중앙 건물에너지관리시스템(K-BEMS)에 의하면, 지역단위 에너지 통합관리와 개별 k-BEMS를 통해 통합 제어·모니터링을 수행하도록 구성하고, 온도센서·IHD(In Home Display)를 활용하여 FCU(Fan Coil Unit) 제어로 에너지 사용량의 3% 이상을 절감하도록 목표 하고 있다. K-BEMS는 소비되는 에너지와 신재생에너지의 출력을 기반으로 피크수요를 저감하고, Co2를 감축하기 위한 최적운전을 수행하도록 설계되어 있다. 따라서, 본 논문에서는 30kW급 CVCF 인버터를 주 전원으로서 하여 20kW급 PV system, 10kW급 ESS로 구성된 30kW급 마이크로그리드를 구현하여, 제로에너지빌딩에 적용할 수 있는 EMS 운용 알고리즘을 제시한다. 본 연구에서 제시한 알고리즘을 바탕으로 5일간 EMS의 운용 특성을 분석한 결과, 최대 이틀 동안 태양광발전이 없는 상태에서도 적절한 운용이 가능함을 확인하였다.

1. 서론

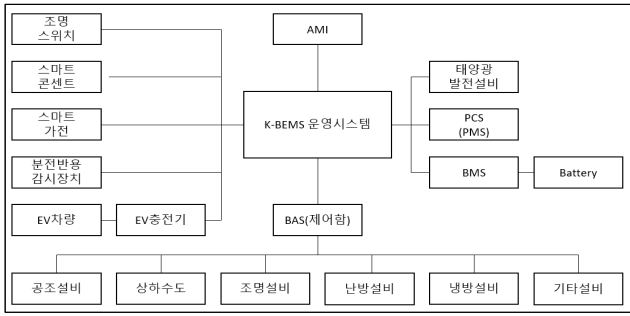
최근, 정부의 석탄발전소 감축 및 탈 원전 정책에 따라 전력수급 문제를 해결하고자 그린 에너지원으로서의 전환정책이 지속적으로 추진하고 있다. 전통 에너지원인 석탄과 원전 비중을 줄이고 친환경에너지원인 재생에너지의 비중을 30~35%(2040년)까지 높이고, 고효율·저소비 에너지 구조로 전환하기 위하여 EMS의 연구가 증가하고 있다. 이에 따라, 에너지공단에서는 제로에너지빌딩의 의무화 정책을 추진하고자 건물에너지관리시스템 보고서의 작성 가이드라인을 제시하고, 한국전력공사의 일반 사옥을 대상으로 구축된 중앙 건물에너지관리시스템(K-BEMS)에 의하면, 지역단위 에너지 통합관리와 개별 k-BEMS를 통해 통합 제어·모니터링을 수행하도록 구성하고, 온도센서·IHD(In Home Display)를 활용하여 FCU(Fan Coil Unit) 제어로 에너지 사용량의 3% 이상을 절감하도록 목표 하고 있다. K-BEMS는 소비되는 에너지와 신재생에너지의 출력을 기반으로 피크수요를 저감하고, Co2를 감축하기 위한 최적운전을 수행하도록 설계되어 있다. 따라서, 본 논문에서는 30kW급 CVCF 인버터를 주 전원으로서 하여 20kW급 PV system, 10kW급 ESS로 구성된 30kW급 마이크로그리드를 구현하여, 제로에너지빌딩에 적용할 수 있

는 EMS 운용 알고리즘을 제시한다. 본 연구에서 제시한 알고리즘을 바탕으로 5일간 EMS의 운용 특성을 분석한 결과, 최대 이틀 동안 태양광발전이 없는 상태에서도 적절한 운용이 가능함을 확인하였다.

2. 30kW급 제로에너지빌딩용 마이크로그리드의 EMS 운용 알고리즘

2.1 계통연계형 K-BEMS 알고리즘 분석

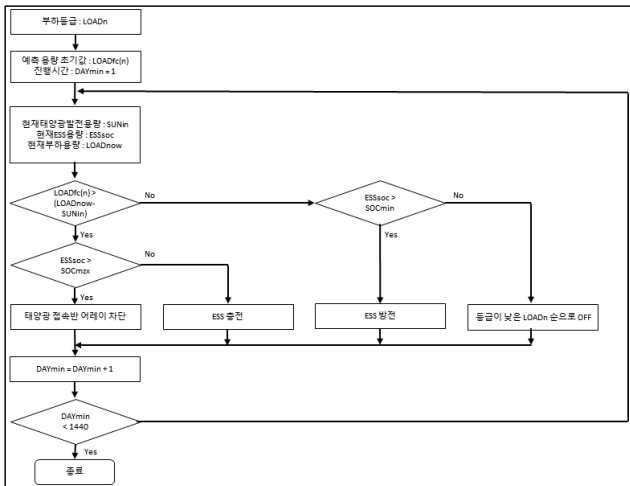
한국전력공사의 일반 사옥들에 구축된 K-BEMS의 알고리즘을 분석해 보면, 지역단위 에너지 통합관리와 건물별 개별 k-BEMS를 통해 통합 제어·모니터링 할 수 있도록 구성하고, 온도센서·IHD를 활용하여 FCU(fan Coil Unit) 제어로 에너지 사용량의 3% 이상 절감을 목표로 하고 있다. 또한, 공조냉수설비 최적화 운전으로 에너지 사용량을 30% 이상 절감하는 목표로 운영하고 있다. 인제개발원에서는 교육행정관리시스템에 교육일정, 강사, 강의장 정보 등을 기반으로 강의장, 사무실별 에너지관리를 최적화하는 개념이다. 이는, 소비되는 에너지와 신재생에너지를 분석하여 최적운전을 수행하여 전력수요를 저감하고 Co2를 감축하기 위한 알고리즘으로 분석되어, 계통에 연계되어 운영하는 시스템임을 알 수 있다.



[그림 1] K-BEMS 시스템 구성도

2.2 30kW급 제로에너지빌딩용 마이크로그리드 EMS 운영 알고리즘

30kW급 제로에너지빌딩용 마이크로그리드 EMS는 신재생에너지원에서 생산된 전력을 ESS에 저장하여 사용하는 것을 기반으로 제시한다.



[그림 2] 30kW급 제로에너지빌딩용 마이크로그리드 EMS 운영 알고리즘

[Step 1] 부하등급은 중요도가 높은 부하, 중요도가 낮은 부하, 일반 부하로 구분한다. 중요도가 높은 부하에는 상시전원 및 시스템전원과 같이 절전이 불가능한 부하이고, 중요도가 낮은 부하는 냉·난방 부하, 공조, 온수 설비 등으로 추가 절전이 가능한 부하이며, 일반 부하는 조명, 전열 등 일반 상황에서 절전 가능한 부하로 분류한다.

[Step 2] 과거 전력 사용량 및 일정표 기반으로 예상 전력 용량(LOADfc[t])을 시간별로 산정한다.

[Step 3] 현재 태양광발전 용량, 현재 ESS 용량, 현재 부하 용량을 계측한다.

[Step 4] 예측 전력용량(LOADfc[t])이 현재 사용용량

(LOADnow)에서 태양광발전용량(SUNin)을 차감한 값보다 크면 잉여전력이므로 [Step 5]으로 이동하고, 작으면 [Step 6]로 이동한다.

[Step 5] ESS 용량(ESSsoc)가 충전 제한 용량(SOCmax)보다 높으면 태양광 접속반 어레이를 차단하며, 낮으면 ESS를 충전하고, 진행시간을 1 증가한 후 [Step 3]으로 이동한다

[Step 6] ESS 용량(ESSsoc)가 방전 제한 용량(SOCmin)이상이면 ESS를 방전하고, 이하이면 등급이 낮은 부하등급 (LOADn) 순으로 차단하며, 진행시간을 1 증가한 후 [Step 3]으로 이동한다.

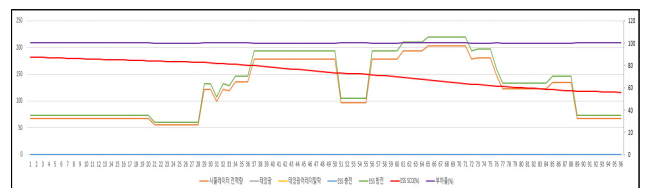
3. 시뮬레이션 결과 및 분석

3.1 시뮬레이션 조건

136kW 설비의 하루 전력 데이터를 기반으로 1/250 스케일로 예측 부하 데이터를 산출한다. 태양광발전시스템은 4kW 태양광발전시스템의 하루 발전 데이터를 기반으로 2.5/1 스케일로 산출하며, CVCF 인버터의 30kW ESS와 수요관리용 10kW ESS를 합산하여 40kW로 산정하고, 초기 SOC는 87.5%로 산정한다. ESS의 충전 및 방전 효율은 92%로 산정하고, 충전 한계 용량(ESSmax)는 SOC 90%이며, 방전 한계 용량(ESSmin)은 SOC 10%로 산정한다.

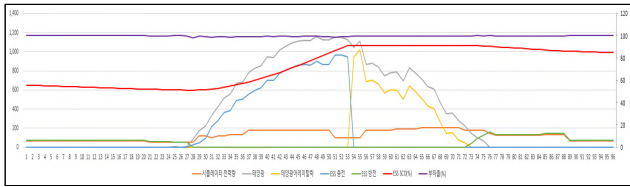
3.2 알고리즘 운용 결과 분석

1일차 운용 시뮬레이션은 ESS를 설치하고 태양광발전이 이루어지지 않는 조건에서 운용하고, 종료시 SOC는 55.7%로 확인하였다.



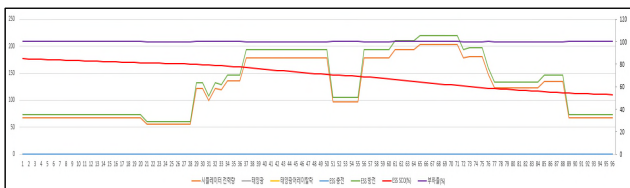
[그림 3] 1일차 운용 시뮬레이션

2일차 운용 시뮬레이션은 태양광발전이 이루어지고, 1일차 종료 SOC인 55.7%인 조건에서 운용하여, 13시 15분부터 ESS의 SOC가 충전 제한 용량(SOCmax)을 초과하므로, 태양광 어레이를 순차적으로 차단한다. 또한 17시 45분부터 ESS의 방전이 시작하여, 종료시 SOC는 84.8%로 확인하였다.



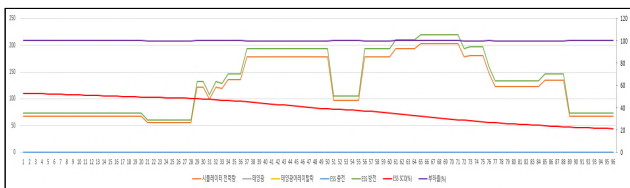
[그림 4] 2일차 운용 시뮬레이션

3일차 운용 시뮬레이션은 태양광발전이 이루어지지 않고, 2일차 종료 SOC인 84.8%인 조건에서 운용하여, 종료시 SOC는 53%로 확인하였다.



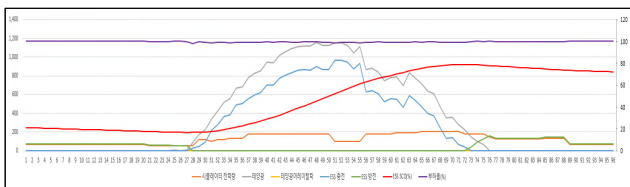
[그림 5] 3일차 운용 시뮬레이션

4일차 운용 시뮬레이션은 태양광발전이 이루어지지 않고, 3일차 종료 SOC인 53%인 조건에서 운용하여, 종료시 SOC는 21%로 확인하였다.



[그림 6] 4일차 운용 시뮬레이션

5일차 운용 시뮬레이션은 태양광발전이 이루어지지 않고, 4일차 종료 SOC인 21%인 조건에서 운용하여, 종료시 SOC는 72%로 확인하였다.



[그림 7] 5일차 운용 시뮬레이션

4. 결 론

본 논문에서는 30kW급 CVCF 인버터를 바탕으로, 20kW급 PV system과 수요관리용 10kW급 ESS를 연계하여 30kW급 마이크로그리드를 구성하여, 30kW급 제로에너지빌딩용 마이크로그리드의 EMS 운용 알고리즘을 제안한다. 본 연구

에서 제시한 알고리즘을 바탕으로 5일간 EMS의 운용 특성을 분석한 결과, 최대 이틀 동안 태양광발전이 없는 상태에서도 적절한 운용이 가능함을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] 박기순외, “K-BEMS 기반 스마트타운의 EMS 알고리즘 고찰”, 대한전기학회 학술대회 논문지, pp. 68-69, 7월, 2017년.
- [2] 이후동외, “탄소 제로화를 위한 독립형 마이크로그리드의 운용방안에 관한 연구”, 대한전기학회 전력기술부문회 하계학술대회 논문지, pp. 509-510, 7월, 2017년.
- [3] 박동명외, “캠퍼스형 마이크로그리드용 에너지관리시스템 구축에 관한 연구”, 한국산학기술학회 춘계학술대회 논문지 19권 1호, pp. 175-178, 5월, 2018년.