

30kW급 제로에너지빌딩용 마이크로그리드의 EMS 운용특성 분석

박동명*, 마리토*, 김병목*, 원종홍*, 노대석*

*한국기술교육대학교 전기과

e-mail:pdos@chol.com

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

Dong-Myoung Park*, Marito Ferreira*, Byung-Mok Kim*,
Jong-Heung Won*, Dae-Seok Rho*

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

요약

최근, 2030년 온실가스 배출 전망치 대비 37%의 감축방안으로 제로에너지 빌딩이 에너지산업분야로 선정됨에 따라 에너지관리시스템(Energy Management System : EMS)의 필요성이 증가하고 있다. EMS는 HMI와 같이 C, C++등의 언어로 사용자의 요구사항에 맞도록 개발되고 있으며, 슈나이더 일렉트릭사 등 기업용 솔루션의 경우 자사 장비에 맞도록 개발된 툴을 사용하고 있어, 많은 비용과 전문인력이 요구되고 있다. 따라서, 본 논문에서는 범용 SCADA 툴을 사용하여, 30kW급 제로에너지빌딩용 EMS의 운용 알고리즘을 제시하고 이를 바탕으로 30kW급 하루 전력량을 기준으로 시뮬레이션을 수행한 결과, 제안한 알고리즘이 마이크로그리드 운용에 유용함을 확인하였다.

1. 서론

최근, 정부의 정책 중 2030년 온실가스 배출 전망치 대비 37%를 감축을 목표로 하고 있다. 이중 산업 및 건물부분의 고효율·저소비 에너지 구조로 전환을 위하여 EMS의 필요성이 증가하고 있다. 고효율·저소비 에너지 빌딩을 구축하기 위해서는 전력과 관리, 건축, 설비등 다양한 기술이 필요하다. 신재생에너지원으로는 태양광 및 태양열, 지열이 있고 수요관리를 위하여 에너지저장장치를 사용하고 있으며, 전력시스템의 효율적인 운용을 위하여, EMS를 필요로 하고 있다. EMS는 사용 목적에 따라, 빌딩에너지관리시스템(building energy management system : BEMS), 공장에너지관리시스템(factory energy management system : FEMS), 가정에너지관리시스템(home energy management system : HEMS)으로 구분되고 있다. 전기에너지를 효율적으로 관리하기 위해서, 기존 전력량 모니터링 및 전력설비 제어 기술에 전력 예측 기술 및 능동적 에너지 수요 관리 기술을 필요로 하고 있다. 하지만, EMS 전문 프로그램의 경우, 자사의 시스템으로 전환하여야 하며, EMS 개발사의 규격으로 운용되고 있어, 우리나라 건물에 바로 적용하기 어려운 실정이다.

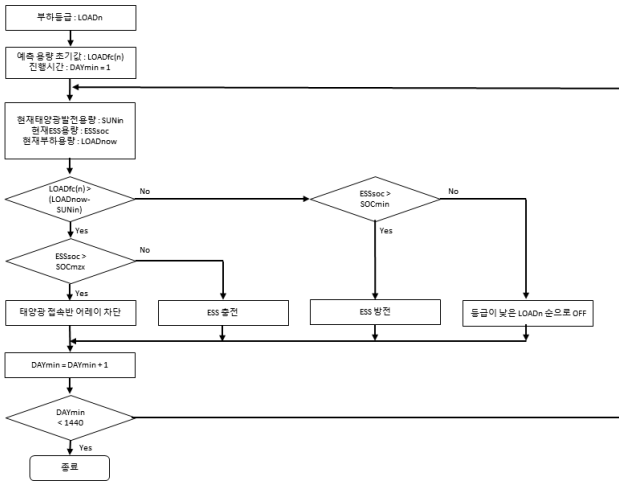
따라서, 본 논문에서는 범용 SCADA 툴을 사용하여, 전력 예측 알고리즘과 전력량에 따른 부하관리, 에너지저장장치 충/방전 스케줄 관리를 수행할 수 있는 방법을 제시한다. 제

시한 알고리즘을 사용하여, 30kW급 하루 전력량을 기준으로 제안한 방법을 사용하여 시뮬레이션을 수행한 결과 범용 SCADA 툴로 EMS를 운용이 가능함을 확인하였다.

2. 30kW급 제로에너지빌딩용 마이크로그리드의 EMS 운용 알고리즘

2.1 ESS 운용 알고리즘

하루 일정표에 따라, 사용 시설물, 장비등의 사용시간, 사용 용량을 산출하여, 시간별 최대 전력량을 산출한다. 환경적 변화에 따라, 전등 및 냉/난방 기기의 사용 예상표를 작성하여, 전력 소비를 줄일 수 있도록 부하등급을 1(중요)~7(상시 절전 가능)으로 구분한다. 이를 기반으로 15분 예측 전력량은 매 00분, 15분, 30분, 45분 00초를 기준으로 과거 5분간 전력의 평균으로 산출하고, 이를 15분 예측 전력량을 산출하여 최대 전력량과 비교한다. ESS의 SOC에 따라 부하등급이 낮은 부하를 차단하거나, ESS를 방전하여 최대 전력량을 줄이고, 태양광 발전량 대비 부하 사용량이 적을 경우 ESS에 충전한다. 또한, ESS의 SOC가 완충 영역에 도달할 경우 부하등급에 따라 차단된 부하에 전력을 공급한다.



[그림 1] 운영 알고리즘

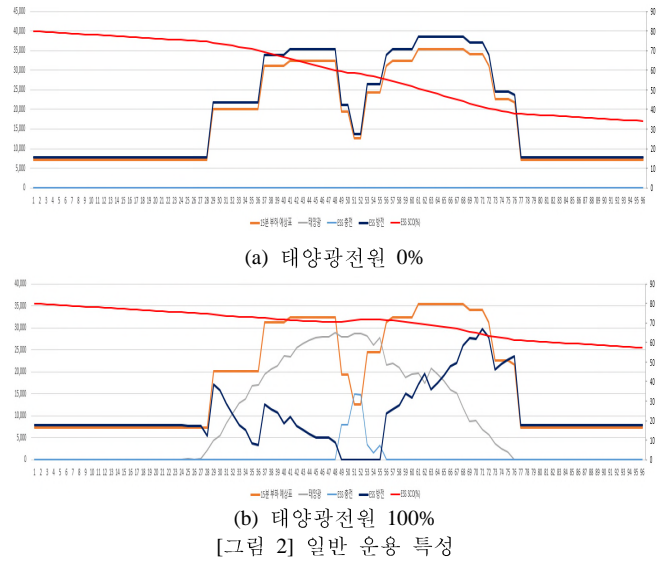
2.2 15분 부하 예측 모델링

하루 일정표는 전일 19시부터 금일 06시 45분 까지 기본 부하를 사용하고, 07시부터 11시 45분까지 5시간은 오전 근무시간, 12시부터 12시 45분까지 1시간은 점심시간, 13시부터 17시 45분까지 5시간은 오후 근무시간으로, 각 시간대별 15분단위로 최대 전력량을 산출한다. 또한, 회의등 특정 목적에 사용되는 시설물 및 장비는 사용 시간에 최대 전력량에 합산하여, 15분 단위 최대 예상 전력량을 산출한다. 조명 및 냉/난방기기는 환경에 따라 격등, 소등으로 구분하여 부하등급을 설정하고, 냉/난방기기의 온도변화 및 사용중지시간을 대/중/소로 구분하여, 냉/난방기기 부하등급(대)의 경우 30분 사용중지, 부하등급(중) 15분 사용중지, 부하등급(소) 온도 변화로 설정한다. 태양광발전은 07시부터 16시까지 10시간으로 설정하고, ESS는 SOC기준 20% 미만에서 방전정지, 50% 미만에서 부하등급(상)에 우선 공급, 50%이상 90%미만에서 일반 방전, 95%이상에서 충전정지로 설정한다. 운용 전일, 익일 시설물 사용표를 기반으로 15분 부하 예상표를 작성하고, 운용일 0시부터 적용한다. 일반 전등 및 전열은 상시 절전 등급으로 운용한다. 냉/난방은 15분 부하 예상 전력량 대비 실 사용량이 70%이상에서 여름철 1도 올림, 겨울철 1도 내림을 적용하며, 80%이상에서 여름철 2도 올림, 겨울철 2도 내림을 적용하고, 90%이상에서 15분간 사용을 중지한다.

3. 시뮬레이션 결과 및 분석

3.1 기존 운용특성 분석

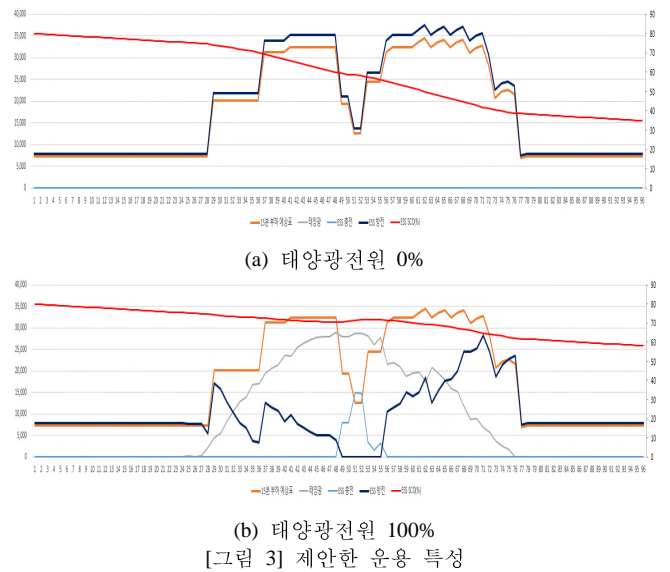
일반 운용 방식에서 태양광 발전이 없이 시뮬레이션 한 결과 SOC 80%에서 시작하여 34.07%에 종료하였다. 태양광전원이 설치용량의 100% 발전하는 조건으로 시뮬레이션 한 결과 SOC 80%에서 시작하여 57.39%에 종료하였다.



[그림 2] 일반 운용 특성

3.2 제안한 방안의 운용특성 분석

제한 운용방식에서 태양광 발전이 없이 시뮬레이션 한 결과 SOC 80%에서 시작하여 34.82%에 종료하였다. 태양광전원이 설치용량의 100% 발전하는 조건으로 시뮬레이션 한 결과 SOC 80%에서 시작하여 58.14%에 종료하였다.



[그림 3] 제한한 운용 특성

3.3 종합 결과 분석

일반 운용 방식에서 15시부터 35kW를 초과하여 17시까지 유지되었다. ESS의 SOC는 태양광 발전이 없는 경우 14시 45분에 51.77%에서 17시 43.20%로 8.57% 사용함을 확인하였다. 제안한 운용방식을 사용하면 35kW를 초과하는 15시부터 냉/난방기와 일반 전열을 부하등급별로 제어하여 35kW이하로 유지하였으며, 14시 45분에 51.77%에서 17시 43.64%로 8.13%를 사용함으로써, 0.44%를 절감할 수 있음을 확인하였다.

또한, 태양광 발전이 있는 경우 일반 운용 방식에서는 14시 45분에 70.66%에서 17시 65.65%인 반면 제안한 운용 방식에서는 14시 45분에 70.30%에서 66.16%로, 태양광 발전에 의하여 사용 전력이 감소되더라도 SOC의 상태에 따라 제안한 운용 방법으로 운용됨을 확인하였다.

4. 결 론

본 논문에서는 30kW급 제로에너지빌딩용 EMS 운용 방안을 제시하였다. 전문 EMS 프로그램이 아닌 범용 SCADA 툴을 사용하여, 15분 예상 전력을 계산하고, 운용 스케줄을 사용하여 전력 에너지를 관리할 수 있음을 확인하였다. 제안한 운용 알고리즘 및 방법을 사용할 경우 HMI는 물론 SCADA 환경에서도 EMS를 운용할 수 있음을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 2020년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임. [S2854105]

참 고 문 헌

- [1] 김일영외, “3급 스마트 그리드 환경 기반하의 홈에너지를 관리하는 EMS 시스템 설계 및 구현”, 한국컴퓨터정보학회 학술발표 논문집, pp.103-106, 2015.
- [2] 박기순외, “K-BEMS 기반 스마트타운의 EMS 알고리즘 고찰”, 대한전기학회 학술대회 논문지, pp. 68-69, 7월, 2017년.
- [3] 이후동외, “탄소 제로화를 위한 독립형 마이크로그리드의 운용방안에 관한 연구”, 대한전기학회 전력기술부문회 하계학술대회 논문지, pp. 509-510, 7월, 2017년.
- [4] 박동명외, “캠퍼스형 마이크로그리드용 에너지관리시스템 구축에 관한 연구”, 한국산학기술학회 춘계학술대회 논문지 19권 1호, pp. 175-178, 5월, 2018년.
- [5] 박동명외, “30kW급 제로에너지빌딩용 마이크로그리드의 EMS 설계.” 대한전기학회 학술대회 논문집 2019.10 (2019): 236-237.