

스마트그린빌딩 에너지 시스템의 연료소모 절감을 위한 하이브리드 에너지 시스템

안보근*, 이경규*, 최재호*, 송유진**
 충북대학교*, 한국에너지기술연구원**

Hybrid energy system for fuel consumption reduction of smart green building

Boguen An*, KyungKyu Lee*, Jaeho Choi*, Yujin Song**
 Chungbuk National University*, Korea Institute of Energy Research**

ABSTRACT

본 논문에서는 디젤발전기와 에너지 저장 시스템, 태양광 발전을 이용한 스마트 그린 빌딩의 하이브리드 에너지 시스템을 제안한다. 빌딩 하이브리드 에너지시스템은 다양한 전력원을 가질 수 있는데 기존의 디젤발전기에 화석연료를 저장할 목적으로 풍력발전시스템이나 태양광발전시스템과 같은 형태의 신재생에너지원들이 연계 운전될 수 있다. 연료소모를 최소화하고 디젤발전기의 느린 출력응답특성으로 인한 계통 전압 불안정화를 보상하기 위해 응답특성이 빠른 배터리와 슈퍼커패시터로 이루어진 에너지저장장치와 태양광발전원과의 연계운전 기술을 제안하고 시뮬레이션 하였다.

1. 서 론

화석연료 고갈에 따른 에너지문제와 지구온난화에 의한 환경문제를 해결하기 위해 정부차원의 저탄소 녹색성장 정책이 진행 중이다. 이에 따라 전력전자분야에서 에너지 효율을 높이기 위한 연구가 활발히 진행 중이다. 스마트 그린빌딩은 기본적으로 계통으로부터 전력을 공급받지만 계통사고시 독자적으로 전력을 충당하기 위하여 디젤발전기와 같은 예비 발전설비를 갖는다. 이때 디젤발전기에서 소모하는 화석연료의 사용을 최소화 하여 에너지 효율을 높이고 탄소 배출을 줄여 환경 오염을 최소화 하는 것이 중요하다.

본 논문에서는 스마트그린빌딩의 전력시스템에서의 디젤발전기와 태양광 발전, 에너지저장장치의 복합 운전을 통해 빌딩에 고품질의 전력을 공급하고 디젤 발전기의 연료효율을 최대화하기 위한 시스템을 설계하고 PSIM을 통해 모의 하였다.

2. 스마트 그린빌딩 시스템

2.1 스마트 그린빌딩 시스템 구조

스마트그린빌딩의 비상발전시스템은 디젤발전기와 효율적인 발전기 운전을 보조하기 위한 배터리와 슈퍼커패시터등의 에너지 저장장치로 구성되어 있으며 디젤발전기 용량을 줄이기 위한 태양광 발전기와 에너지저장장치들의 전력분담을 위한 DC/DC컨버터, 디젤발전기와 병렬연결을 위한 유·무효 전력제어 기법을 활용하여 인버터를 구성 하였다^[2].

2.2 디젤 발전기

그림 2와 같이 디젤발전기는 생산하는 전력에 따라 kW당 소비하는 연료의 양이 달라지게 된다.^[1] 이를 BSFC(Brake

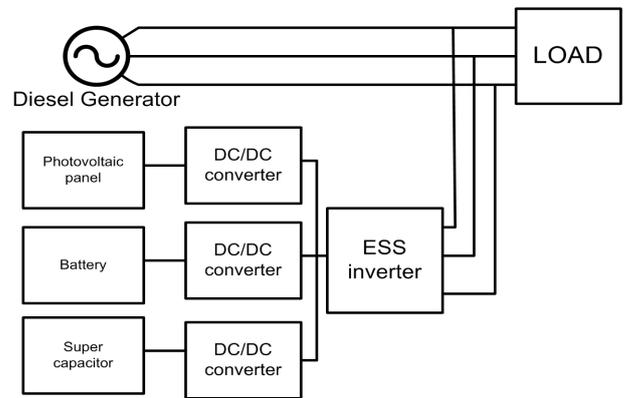


그림 1 스마트그린빌딩 에너지 시스템
 Fig. 1 Smart Green Building Energy System

Specific Fuel Consumption)라고 하며 발전기를 정격에서 운전할 때 연료효율이 가장 좋다. 발전기가 정격외의 영역에서 작동하면 발전하는 전력의 kW당 연료 소모가 많아져 연료 효율이 낮아지게 된다. 따라서 디젤발전기는 부하의 평균 용량을 정격으로 갖는 발전기를 사용한다. 본 시스템에서는 정격 10kW 디젤발전기를 사용하여 부하에 10kW의 전력을 공급한다.

2.3 에너지 저장장치

빌딩에너지 시스템에서 부하는 시시각각으로 변하게 되는데 이때 발전기와 태양광 발전기가 공급하는 전력이 남거나 부족

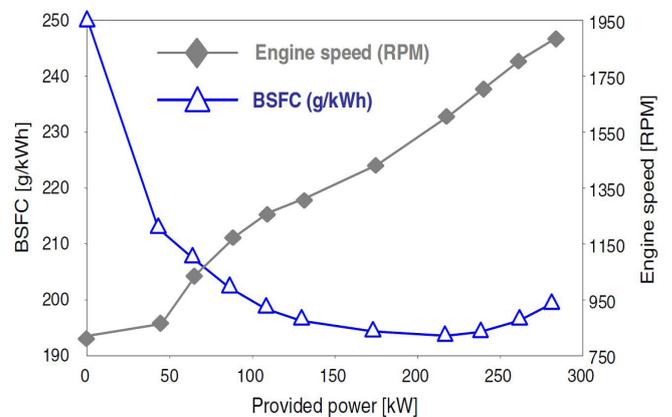


그림 2 215kW 디젤엔진의 연료효율
 Fig. 2 Diesel Oil Consumption of a 215kW Generator^[1]

한 경우 배터리나 슈퍼 커패시터를 이용하여 전력을 저장하거나 부하에 공급하게 된다. 이를 위해 본 시스템에서는 DC/DC컨버터를 이용하여 태양광 발전기와 배터리 슈퍼커패시터로 DC link를 구성하며 3상 인버터를 유·무효 전력제어 기법으로 제어하여 DC link와 PCC를 병렬로 연결하였다.

2.4 태양광 발전기

태양광 발전기는 10kW 용량으로 설정하였으며 일사량에 따라 MPPT운전을 하며 출력이 변화하는 상황을 모의 하였다. 본 시스템에서는 태양광 발전기 출력과 인버터 출력간의 전력 차이를 배터리와 슈퍼커패시터가 보상하여 DC링크 전압 안정화와 인버터 출력을 안정화 하였다.

3. 시뮬레이션

3.1 스마트그린빌딩 에너지 시스템 구성

그림 3은 스마트 그린빌딩 에너지 시스템을 시뮬레이션 하기 위한 회로이다. 디젤발전기와 태양광 발전기를 전원으로 갖으며 전력안정화를 위한 에너지저장장치로 구성 되어 있다. 부하는 평균전력이 20kW가 되도록 가정하고 임의로 선택하였다.

3.2 디젤발전기와 ESS 인버터의 협동 운전

그림 4는 디젤발전기와 인버터, 부하의 전력을 나타낸다. 발전기는 최대연료효율 운전지점인 10kW로 정전력 운전을 하고 있으며 부하의 변화에 따라 인버터가 전력을 보충하는 것을 알 수 있다.

3.3 태양광 발전기와 에너지저장장치의 협동 운전

본 시스템에서는 디젤발전기를 정전력 운전하므로 부하의 변화에 따라 ESS인버터에 의해 전력 보상이 이루어진다. 이때 인버터 출력과 태양광 발전출력의 차이를 에너지저장장치를 통해 보상하는데 이때 배터리의 과도응답 특성과 빠른 출력변화에 따른 배터리 수명 감소를 고려하여 전력지령의 저주파수 성분을 배터리를 통해 보상하고 슈퍼커패시터를 통해 전력지령의 고주파수 성분을 보상하였다. 그림 5에 배터리와 슈퍼커패시터의 전력을 보이고 있으며 배터리의 출력은 느리게 변화하며 슈퍼커패시터는 빠른 응답을 보이는 것을 알 수 있다. 이러한 협동운전을 통하여 인버터 출력과 태양광 발전기 출력의 차이를

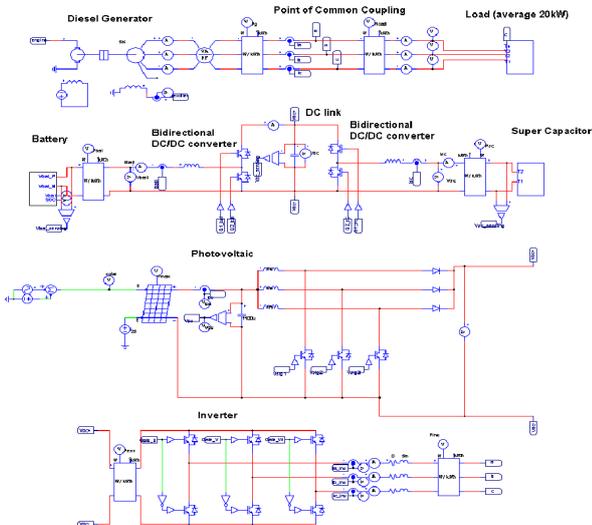


그림 3 스마트그린빌딩 에너지 시스템
Fig. 3 Smart Green Building Energy System

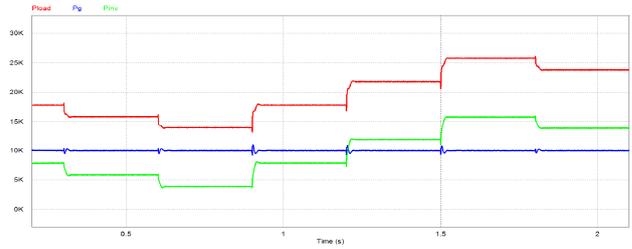


그림 4 발전기, 에너지저장장치, 부하 전력
Fig. 4 Generator, ESS, Load power

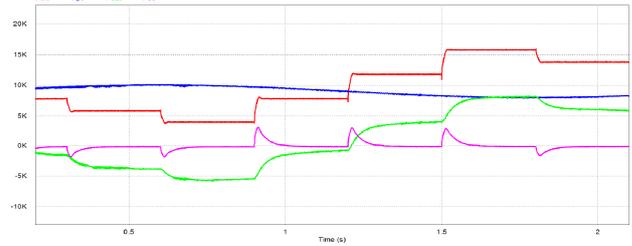


그림 5 부하용량에 따른 배터리 SOC의 변화
Fig. 5 Change of Battery SOC according to Load Capacity

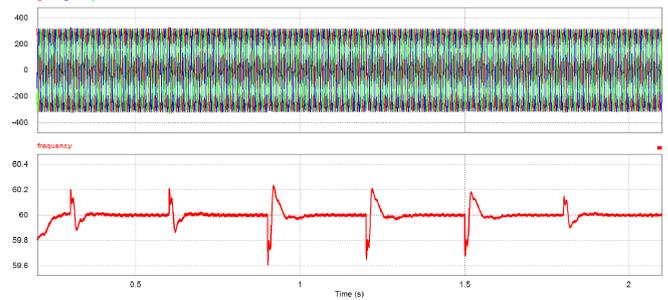


그림 6 PCC단 상전압과 주파수
Fig. 6 Point of Common Coupling Voltage and Frequency

에너지저장장치를 통해 보상하며 DC link전압 제어를 수행하였다.

4. 결론

본 논문에서는 스마트 그린 빌딩의 에너지 시스템을 구성하였다. 디젤발전기를 최대 연료효율점에서 운전하고 태양광 발전기와 연계하여 화석 연료 소모를 최소화 하였다. 결과적으로 그림 6에 나타난 바와 같이 PCC단의 전압과 주파수 안정화를 이루고 있다.

이 논문은 2014년도 한국에너지기술연구원 주요사업 지원에 의하여 연구되었음

참고 문헌

- [1] Akli, Cossi Rockys, et al. "Energy management and sizing of a hybrid locomotive." *Power Electronics and Applications, 2007 European Conference on.* IEEE, 2007.
- [2] Malinowski, Mariusz, Marek Jasinski, and Marian P. Kazmierkowski. "Simple direct power control of three phase PWM rectifier using space vector modulation (DPC SVM)." *IEEE Transaction on Industrial Electronics*, Vol. 51, No. 2, 2004.