

태양광 발전을 이용한 빌딩용 직류(DC)배전시스템

박현우*, 신수철*, 이택기**, 김영렬***, 이경호**** 원충연*
 성균관대학교*, 한경대학교**, 안양대학교***, 삼성물산****

DC Distribution System for a Building by using Photovoltaic generation

Hyeon Woo Park*, Soo Cheol Shin*, Taeck Kie Lee**, Young-Real Kim***,
 Kyung-Ho Lee****, Chung Yuen Won*

Sungkyunkwan Univ.*, Hankyong National Univ.** , Anyang Univ.***, Samsung C&T****

ABSTRACT

최근 신.재생 에너지를 이용하는 분산전원 시스템의 증가로 인하여 직류발전량이 증가하고 있다. 직류 배전 시스템은 전력 변환 시 교류 배전 시스템 보다 에너지 변환 효율이 높은 장점을 갖는다. 본 논문에서는 직류 배전 계통을 갖는 빌딩에서 보조전원인 배터리의 개선된 운용 기법을 통하여 설비 용량을 줄일 수 있는 개선된 보조전원 운용기법을 제안하였다. 시뮬레이션을 통하여 최대 부하시 보조전원의 에너지를 계통에 보상함으로써 수전설비의 용량을 낮출 수 있음을 검증 하였다.

1. 서론

화석연료의 고갈로 인하여, 신재생에너지 발전분야와 고효율 에너지 변환 분야에 대한 관심과 기술개발이 증가하고 있다. 신재생 에너지 분야 중 태양광발전 시스템은 빌딩에 적용하기에 가장 적합한 에너지원으로 인식되고 있다. 빌딩 내 최종 부하들이 대부분 전자기기를 이용함으로써 직류발전을 하는 태양광 시스템과 간단하게 연계 할 수 있으나, 기존의 태양광 발전 시스템은 생산된 직류 전력을 전력변환기를 이용하여 교류계통과 연계하는 방식을 적용하여 왔다. 이는 전력변환 장치의 증가로 전력변환 손실이 증가하는 단점을 갖는다. 제안한 빌딩용 직류배전 시스템은 태양광 발전용 DC-DC 컨버터, 계통 연계용 3상 AC-DC 컨버터, 부하 전력 공급용 DC-DC 컨버터, 에너지 저장용 DC-DC 컨버터로 구성 하였다. 일시적인 최대부하 시 개선된 전력운영기법을 이용하여 에너지 저장장치를 효율적으로 운전하고, 그에 따른 수전설비의 전력 여율이 증가함을 시뮬레이션을 통하여 검증 하였다.[1][2]

2. 시스템 구성

2.1 빌딩용 DC 배전시스템의 구성

그림 1의 (a)는 제안한 빌딩용 DC 배전 시스템 이고, 그림 (b)는 기존의 AC 배전시스템의 개략도이다. DC 배전 시스템은 전력변환 장치를 간단하게 구성하여 전력변환 시 손실을 최소화할 수 있다. 또한 교류 시스템에 보다 계통 연계 방법이 간단한 장점을 갖는다.

본 논문에서 제안하는 빌딩용 직류배전 시스템은 직류 배전 전압을 400[V]로 구성하였고, 입력부로 승압형 단방향 DC-DC

컨버터를 갖는 태양광 발전 시스템과 양방향 3상 AC-DC 컨버터로 구성하였다. 에너지 저장 장치는 양방향 DC-DC 컨버터로 구성하였고, 부하는 전자기기용 DC-DC 컨버터로 구성하였다.

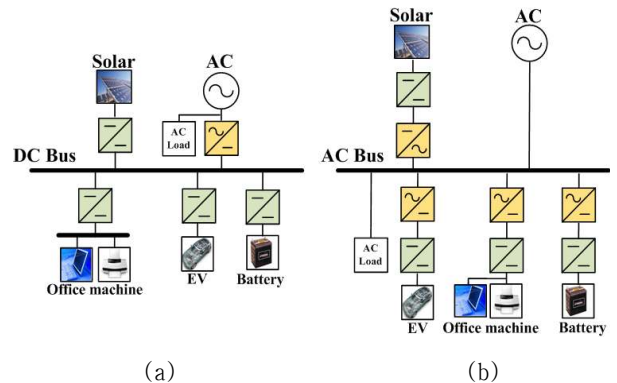


그림 1 빌딩용 배전시스템 비교

(a) DC 배전시스템, (b) AC 배전시스템

Fig. 1 Comparison of Building Power distribution system.

(a) DC distribution system, (b) AC distribution system.

2.2 3상 AC-DC 컨버터

일반적인 빌딩의 경우 22,900[V]급 교류 시스템을 수전한 후 변압기를 통하여 빌딩 내 380[V] 또는 220[V]를 공급한다. 계통 연계용 3상 AC-DC 컨버터의 교류380[V] 전원과 연계할 경우 직류550[V], 교류220[V] 전원과 연계할 경우 직류320[V] 이상으로 제어하여야 한다. 그러나 빌딩 내 직류 배전에 관련한 국내 규정이 없고, 수전설비, 안전설비, 일반적인 직류용 전해 커패시터의 전압이 400[V]급임을 감안하여 직류 전원을 400[V]급으로 선정하였다.

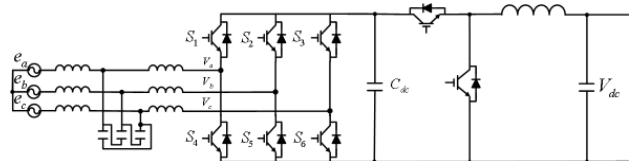


그림 2 전압원 컨버터와 양방향 컨버터[1]

Fig. 2 VSC in series with a bidirectional converter[1].

그림 2는 승압형 3상 컨버터와 양방향 DC-DC 컨버터를 결합한 형태로, 양방향 DC-DC 컨버터를 이용하여 승압이 가능하기 때문에 교류입력 전압에 따른 직류 제어전압의 제한 범위를 크게 할 수 있는 장점을 갖는다.^[1]

2.3 Load

표 1은 AC부하와 DC부하의 비율이다^[4]. DC부하는 일반적인 DC전원을 사용하는 가전부하와 전기자동차를 충전하기 위한 부하로 분류 하였다.

표 1 일반적인 주거용 빌딩에서의 부하비율
Table 1 Description of Categories with percentage load in a typical residential building.

분 류	부하 비율
AC 부하	52.6[%]
DC 부하	31.4[%]
AC , DC 공통 부하	16[%]

2.4 운전모드

전기 요금에 저렴한 야간 시간 때는 계통전원이 빌딩에서 소요하는 모든 부하를 담당하고, 에너지 저장용 배터리가 방전되어있을 시에 배터리를 충전한다. 일사량이 풍부한 낮 시간 때는 태양광 발전과 계통전원이 동시에 부하를 감당하고, 순시적으로 발생하는 큰 부하에서는 에너지 저장용 배터리에서 일부 부하를 담당하여, 계통으로부터 수전하는 전력의 최대치를 제한 한다.

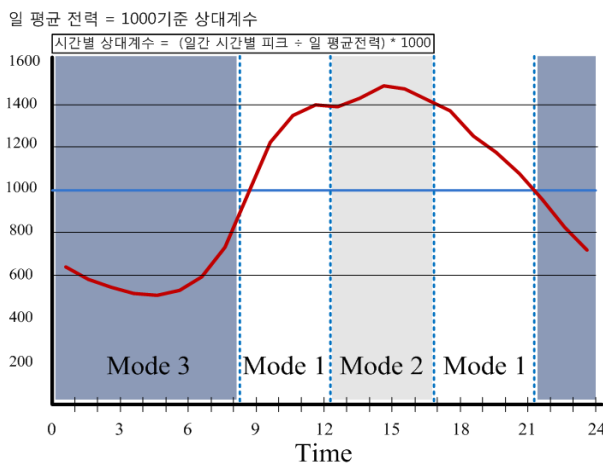


그림 3 제안된 시스템의 모드 조건 (05~06년 여름철 상업용 전력소비 부하패턴)[5]

Fig. 3 Operation mode of the proposed system. [5]

Mode 1 : 주간 정상시 모드

$$P_{Grid} = P_{Load} - P_{PV} \quad (1)$$

Mode 2 : 주간 최대 부하시 배터리 방전 모드

$$P_{Grid} = P_{Load} - P_{PV} - P_{Batt} \quad (2)$$

Mode 3 : 야간 배터리 충전 모드

$$P_{Grid} = P_{Load} + P_{Batt} \quad (3)$$

Mode 4 : UPS 동작

$$P_{batt} \approx P_{Load} \quad (4)$$

2.5 시뮬레이션

시뮬레이션은 Powersim사의 PSIM6.0 소프트웨어를 사용하였으며 그림 4는 3상 AC-DC 컨버터를 이용하여 600[V]로 직류 전압을 제어한 후 강압용 양방향 DC-DC 컨버터를 직결하여 400[V]급 직류 배전 시스템과 연계하고 6[kw]급 태양광발전 시스템과 배터리가 부하에 대해서 보상하는 시스템의 결과 파형 이다.

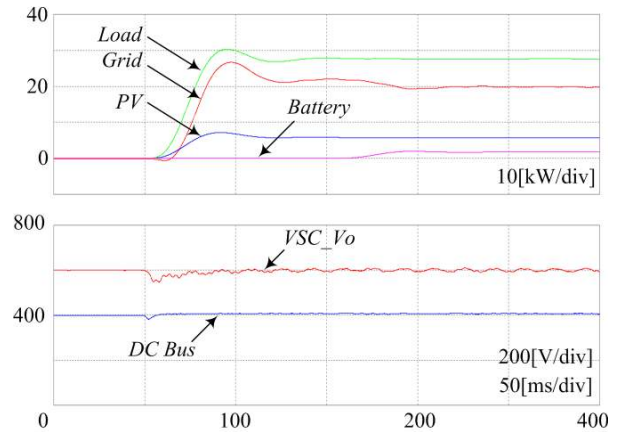


그림 4 제안한 시스템의 시뮬레이션 결과 .

Fig. 4 Simulation results of proposed system.

3. 결론

본 논문에서는 태양광발전을 갖는 빌딩용 DC배전 시스템의 구성에 적합한 전력변환 장치들의 적용 가능 여부와 개선된 에너지 저장장치 운용기법을 적용하여 최대부하를 보상하는 운전모드 통해 계통 용량의 여유를 높일 수 있음을 시뮬레이션을 통하여 검증하였다.

이 논문은 삼성물산(주)의 연구비 지원으로 수행한 연구 결과입니다.

참고 문헌

- [1] Daniel Salomonsson, Ambra Sannino "Low-Voltage DC Distribution System for Commercial Power Systems With Sensitive Electronic Loads," Proceedings of the IEEE transactions on power delivery, Vol. 22, No. 3, pp.1620~1627, Jul., 2007.
- [2] 이지현, 권기현, 이해연, 한병문 "분산전원 세부모델을 적용한 DC Micro-grid의 동작특성 분석," 대한전기학회 EMECS학회 추계학술대회 논문집, pp. 151~153, 2008. 10.
- [3] Zhiling Liao, Xinbo Ruan "Control Strategy of Bi-directional DC/DC Converter for a Novel Stand-alone Photovoltaic Power System," IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), Sep. 3-5, 2008,
- [4] Faizan Dastgeer, Akhtar Kalam "Efficiency Comparison of DC and AC Distribution Systems for Distributed Generation," Power Engineering Conference(AUPEC), Sep. 27-30. 2009.
- [5] "장·단기 부하패턴 변화 분석," KPX 수요예측팀.