

태양광 발전을 이용한 NEV용 시스템 전력제어

정철호*, 이정효*, 이희준*, 김영렬**, 원충연*
성균관대학교*, 안양대학교**

The Power Control of Neighborhood Electric Vehicle System Using Photovoltaic

Chul Ho Jung*, Jung Hyo Lee*, Hee Jun Lee*, Young Real Kim**, Chung Yuen Won*
Sungkyunkwan University* Anyang University**

ABSTRACT

본 논문에서는 태양광 모듈을 이용한 발전 시스템과 전기자동차용 양방향 배터리 시스템을 결합한 하이브리드 시스템을 제안 하였다. 병렬 구조를 가진 시스템을 전력제어 함으로써 배터리의 전력을 효율적으로 사용할 수 있다. 이에 따라 제안된 알고리즘의 타당성을 시뮬레이션 모델을 통하여 검증하였다.

1. 서 론

최근 지구 환경 문제와 화석에너지 고갈 문제로 인하여 환경 친화적인 에너지원 및 미래 에너지원의 다원화 등을 필요로 하는 신재생 에너지에 대한 기술 개발도 진행되고 있다. 특히 태양광(Photovoltaic)발전 시스템은 무한정, 무공해의 태양 에너지를 이용하여 연료비가 불필요하며 대기오염이나 폐기물 발생이 없고, 수명이 길며 운전과 유지보수가 용이하다는 장점을 가지고 있다. 하지만 온도, 일사량 및 기후조건에 따라서 출력 전압의 변동이 심하다는 단점을 가지고 있다.^[1]

본 논문에서는 MPPT (Maximum Power Point Tracking)를 이용한 태양광 최대 전력점 추종 시스템과 전기자동차용 양방향 배터리 시스템이 통합된 태양광 발전 시스템(PV PCS)을 제안한다. 제안된 알고리즘에서 태양광으로부터 받은 저전압에서 고승압을 할 수 있는 비절연형 부스트 컨버터와 변압기를 이용하여 전기적으로 절연시킨 고효율 전기자동차용 양방향 풀 브릿지 컨버터를 통합한 하이브리드 구조로 구성된다. 이 시스템의 동작을 확인하기 위해 PSIM으로 시뮬레이션을 하여 검증하고자 한다.

2. 본 론

2.1 시스템 구성

그림 1은 본 논문에서 제안된 시스템의 구성도이다. 태양 전지는 일사량 및 온도에 의해 출력 특성이 변화하기 때문에 최대 전력을 얻을 수 있는 위치도 변화한다. 따라서 태양 전지가 최대 전력을 낼 수 있도록 부스트 컨버터에서 MPPT 기법을 사용한다. 이 중에는 다양한 알고리즘이 있으나 구현이 용이하고 효율이 우수한 P&O(Perturbation&Observation) 기법을 사용한다.

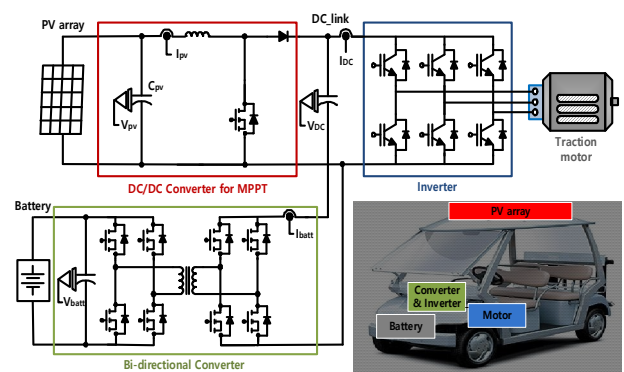


그림 1 제안하는 배터리 충전 시스템 구조

야간이나 우천시에는 태양광 발전 시스템으로부터 전력을 공급 받을 수 없기 때문에 배터리와 같은 에너지 저장장치가 반드시 필요하다. 그러므로 컨버터와 인버터 사이에 있는 DC link에 배터리 충·방전 시스템을 결합하여 태양광 에너지와 함께 사용한다.

배터리 충·방전 전력변환장치는 절연 타입에 양방향 풀 브릿지 컨버터를 사용하였다. 이는 전기자동차용 고주파 전력 변환장치에 적합하고 고밀도전력, 고효율, 양방향 전력, 작은 크기의 필터 등과 같은 장점을 갖는다.^[2]

2.2 시스템의 모드 분석

그림 2는 제안하는 시스템의 전력 흐름도이다. 이 알고리즘의 경우 태양광 에너지만을 주 전원으로 이용하는 것이 아니라 양방향 배터리 충·방전 시스템을 병행하여 부하에 전력을 전달한다. 따라서 태양광 발전 유·무, 주·야간, 배터리 충·방전 상태 등을 고려하여 네 가지의 경우로 구분하여 나타내었다.

모드 1과 2는 두 에너지원에서 부하로 전력을 공급하는 모드를 나타낸다. 모드 1은 부하에서 요구하는 전력이 태양광에서 발전되는 전력보다 큰 경우이다. 배터리로부터 부족한 전력을 공급받아 부하로 전달한다. 모드 2는 야간이나 우천시와 같이 기상조건에 의해 태양광으로부터 발전되는 전력이 없는 경우로써 부하에서 필요로 하는 전력을 배터리에서 모두 공급을 하게 된다. 이때 배터리의 전력은 양방향 컨버터를 통해 승압되어 부하에 전력을 전달하게 된다. 모드 3과 4는 태양광 시스템 또는 부하에서 배터리로 전력이 회생되는 모드를 나타낸다. 모드 3은 배터리에서 요구하는 충전량이 태양광 출력 전력보다 많을 경우이다. 이때 인버터는 PWM 컨버터로 동작하여 부하

로부터 배터리에 전력을 공급하게 된다. 또한 인버터는 DC_link 전압제어도 동시에 수행한다. 모드 4는 모터가 정지 시 즉, 부하에서 사용하는 전력이 없을 경우 태양광에서 발생된 전력은 양방향 컨버터를 통하여 배터리를 충전하게 된다.

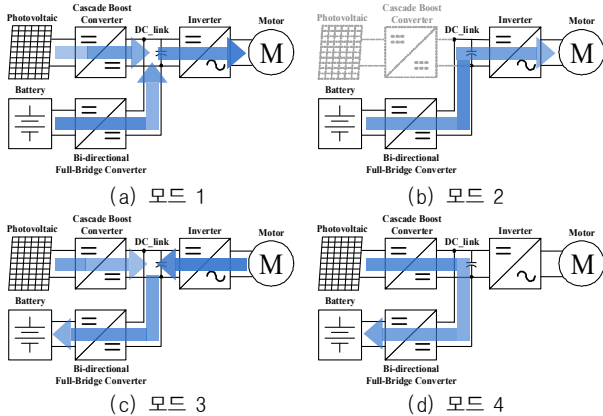


그림 2 시스템 모드 분석

2.3 전력제어 알고리즘

제안한 시스템은 태양광 발전과 배터리의 전력을 부하에 공급한다. 그러므로 부하가 요구하는 전력을 두 에너지원에서 순서적으로 분배하여 시스템의 안정된 동작을 할 수 있다.

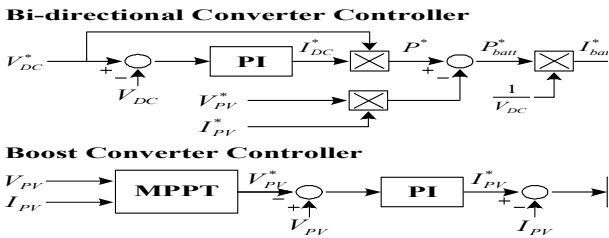


그림 3 제어 블록도

그림 3은 제안한 시스템의 제어 블록도이다. 각 모드 별로 제어기는 다르게 사용되는데 먼저 모드 1의 경우 두 컨버터가 동시에 작동하므로 시스템은 두 제어기를 통해 제어가 된다. 모드 2의 경우 태양광 발전 시스템은 사용하지 못하므로 양방향 컨버터의 제어기만으로 제어가 된다. DC_link 전압은 공급된 에너지에 의해 상승하며, 이에 의해 제어기의 출력은 (+)가 된다. 모드 3과 4에서도 마찬가지로 두 컨버터가 동시에 작동되는데 반대로 DC_link 전압은 회생된 에너지에 의해 상승하며, 전압 제어기의 출력은 (-)가 된다. 또한 태양광 발전 시스템에서도 전력을 발생하므로 이 두 성분에 의해 배터리는 자동적으로 회생하게 된다.

2.4 시뮬레이션

본 논문에서 사용된 BLDC 전동기의 파라미터는 표 1과 같다.

표 1. BLDC 전동기 제정수

정격출력(output)	1500[W]	상저항(Rs)	0.0089[Ω]
입력전압(voltage)	48[V]	상인덕턴스(Ls)	0.0192[mH]
정격속도(speed)	2000[r/min]	역기전력상수(ke)	0.1016[V/s/red]
극수(pole)	8		

제안한 시스템을 PSIM으로 시뮬레이션 하기 위해 부하 용량에 맞추어 태양광 시스템은 용량을 500W로 설계하였고 양방향 배터리 시스템은 10kW로 설계하였다. 그림 4의 (a)는 일사량 변화에 따라 MPP 추종을 보여주는 P-V 곡선 파형이다. 여기서 operating으로 표시된 부분은 P&O 기법이 동작되는 것을 보여준다. (b)는 양방향 풀 브릿지 컨버터에서 무효전력이 회생되어 배터리가 43[V]에서 48[V]로 충전되는 과정을 나타낸다. (c)는 두 에너지원에서 전력을 공급받아 모터가 동작 있을 경우이다. 위의 BLDC 모터의 각 상의 상전류를 나타내고 아래는 실제 속도와 지령 속도를 나타낸다. 속도가 증가함에 따라 전류가 흐르고 일정 속도에 다다르면 전류는 감소하는 것을 알 수 있다. 마지막으로 (d)는 (c)의 BLDC 모터의 상전류를 확대한 것으로 히스테리시스 전류 제어에 의해 다음과 같이 나타난 것을 확인하였다.

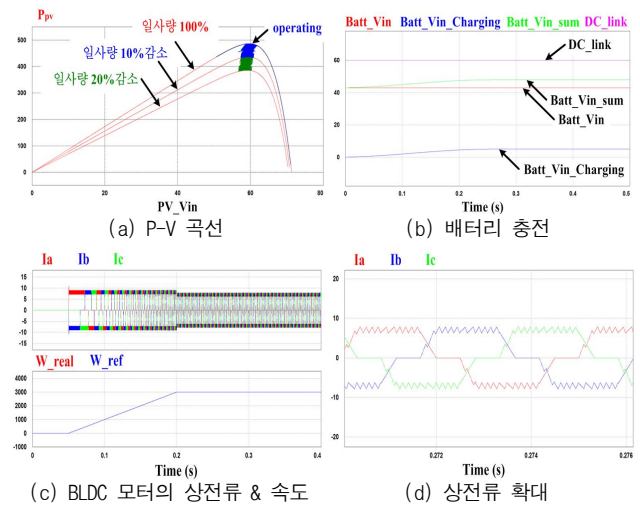


그림 4 제안한 시스템의 시뮬레이션 파형

3. 결론

본 논문에서는 일반적인 태양광 발전 시스템에서 보다 더 고효율을 가지고 또 고승압비를 얻기 위한 시스템을 제안하였다. 그리고 제안하는 네 가지 전력 흐름을 시뮬레이션을 통해 확인하여 알고리즘의 타당성을 검증 하였다.

위 알고리즘은 향후 전기자동차로 인해 급격히 증가하게 될 전력 수요를 충족하는데 활용될 수 있을 것이다.

본 논문은 한국 에너지 기술 평가원의 에너지 인력 양성 사업의 연구 결과입니다. (No.2010 1418 000)

참고 문헌

[1] Masato Hoshino, Gunji Kimula, Mitsuo Shioya, "DC DC Converter and Inverter for Photovoltaic Modules", IECON, pp.569~574, 1988.
 [2] M.H. Kheraluwala, R.W. Gascoigne and D.M. Divan, "Performance characterization of a high power dual active bridge", IEEE Trans. On Industry Application, Vol.28, No.6, 1992, ppl294 1301.