지상 로봇의 비상 전원 공급을 위한 하이브리드 시스템 설계

조영민*, 최주엽*, 최익*, 조상윤**, 이동하***
광운대학교*, 다한테크**, 대구경북과학기술원***

Hybrid System Design for Emergency Power Supply of Ground Robots

Yeong-Min Jo*, Ju-Yeop Choi*, Ick Choy*, Sang-Yoon Cho**, Dong-Ha Lee**
Kwangwoon University*, Dahan Tech**, DGIST***

ABSTRACT

일반적으로 지상 로봇의 주 전원으로 사용되는 대용량 배터리가 예상치 못한 시점에 방전되거나 고장으로 인해 전원 공급이 되지 않을 경우 지상 로봇의 위치 확인이 필요하게 된다. 이에 따라 본 논문에서는 이 통신용 비상 전원 공급을 위한 태양광 및 연료전지 전원 공급 장치와 이 장치를 보완하여 사용할 수 있는 배터리 충·방전 하이브리드 시스템을 설계하고, 이를 시뮬레이션과 실험을 통해 타당성을 검증 및 분석하도록 한다.

1. 서 론

기존의 지상 로봇의 고 효율화·초소형화 기술 개발뿐 아니라 새로운 신·재생에너지기술에 대한 연구 분야를 접목시키기 위해서, 본 연구는 태양광 및 연료전지를 통한 전원 공급 장치와 이 장치를 보완할 수 있는 배터리 충·방전 시스템을 이동형 로봇의 비상 전원 장치에 적용하여 보다 전문적이고 효율적인 전력변환시스템을 개발할 목적이다.

2. 태양광 및 연료전지 파라미터

이동형 로봇의 주전원은 대용량 배터리가 담당하게 되며, 태양광 및 연료전지용 충·방전 하이브리드 시스템은 대용량 배터리가 방전하였을 경우에 이동형 로봇의 위치 확인을 위하여 통신전원에 사용한다. 이러한 태양광과 연료전지 사양은 출력 부하를 기준으로 통신용 모뎀의 부하(약7.2W)는 9V(@0.8A)에서 전력을 소비하며, 컨버터 자체의 소비전력은 약 3W의 전력을 소비하며 다음 수식(1)을 만족할 시 적용 가능하다.

$$P_{in} - P_{con} \geq P_{load} \quad (1)$$

이러한 태양광 및 연료전지 특성으로 실험하기 위하여 시뮬레이터(pCube)를 사용하여 Fig.1와 2과 같이 모의 전원을 구현하였다

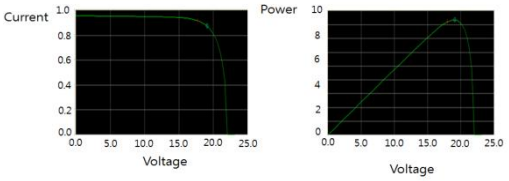

Fig.1 V-I and V-P curves in Photovoltaic simulator

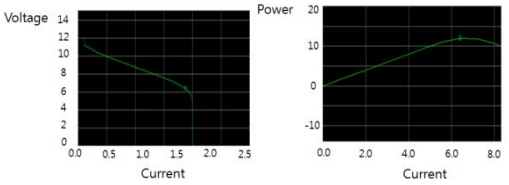

Fig.2 V-I and V-P curves in Fuel cell simulator

3. 운전 모드

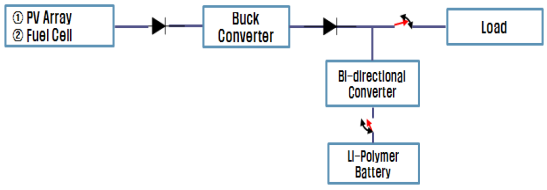

Fig.3 PV/FC hybrid system

본 논문에서 개발한 하이브리드 시스템은 태양광 및 연료전지를 사용 목적에 따라 사용할 수 있고, Fig. 3과 같이 벅 컨버터와 양방향 컨버터를 사용하는 기본 구조로 되어 있으며 다음과 같은 3가지 운전모드를 가지고 있다.

(1) 부하 운전 모드
(2) 배터리 충전 모드
(3) 배터리 방전 모드

4. 시뮬레이션

Fig.4와 5는 PSIM을 사용하여 각각 태양광 및 연료전지를

사용하여 부하에 전원 공급 및 배터리 충전 회로이다. 이때 벅 컨버터를 통하여 MPPT 제어가 되도록 하였으며, 양방향 컨버터에서 벅 컨버터의 기능을 사용하여 배터리 충전이 되도록 하였다. 그리고 그 결과는 Fig.6과 7과 같다.

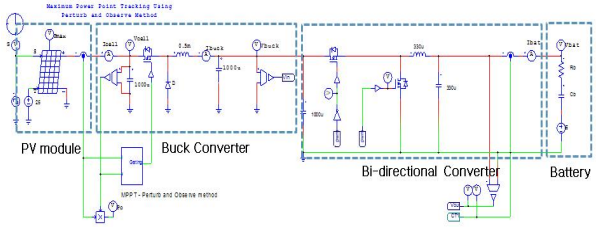

Fig. 4 Battery Charging Mode using Photovoltaic in PSIM Circuit

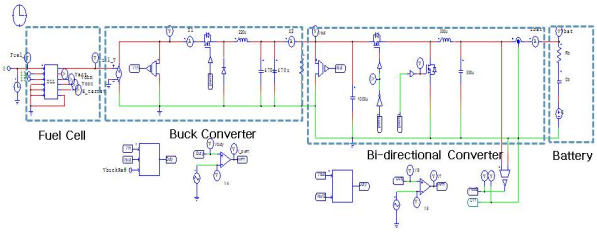

Fig. 5 Battery Charging Mode using Fuel cell in PSIM Circuit

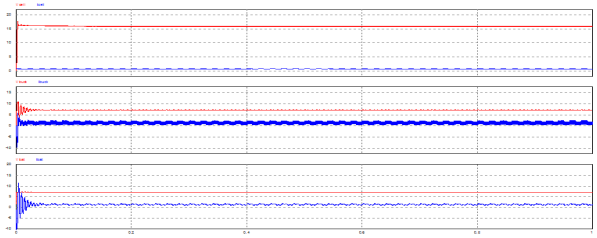

Fig. 6 Battery Charging Mode using Photovoltaic Simulation

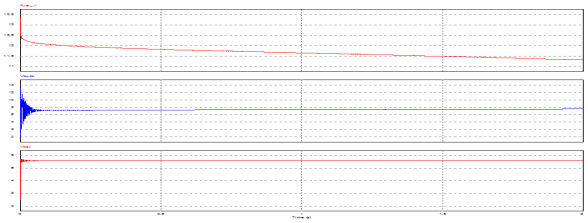

Fig. 7 Battery Charging Mode using Fuel cell simulation

5. 실 험

실험 구성은 태양광 및 연료전지의 시뮬레이터(pCube)를 사용하여 시뮬레이션 회로와 같이 구성하였으며, 벅 컨버터와 부하 및 배터리 측을 릴레이를 통해 온/오프 할 수 있도록 하였고, 배터리 측은 양방향 컨버터를 통하여 충/방전 할 수 있도록 하였다. Fig.8 에 보이듯이 태양광을 사용하여 벅 컨버터로 MPPT 제어를 하여 부하 운전시에는 7.8V 로, 배터리 측에는 7.66V 로 충전되는 것을 확인하였다. 또한 Fig.9 에 보이듯이 벅 컨버터로 전압제어를 하여 연료전지 전압 9.71V 에서 부하에 8.35V 로, 배터리 측에 7.59V 로 충전되는 것을 확인하였다.

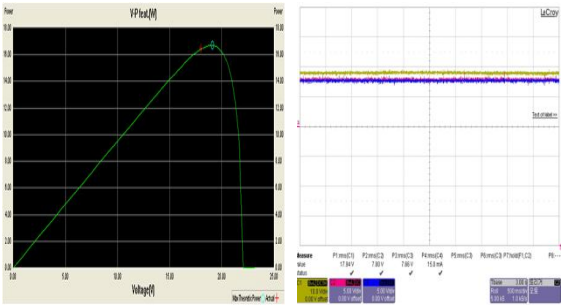

Fig. 8 Battery Charging Mode using Photovoltaic

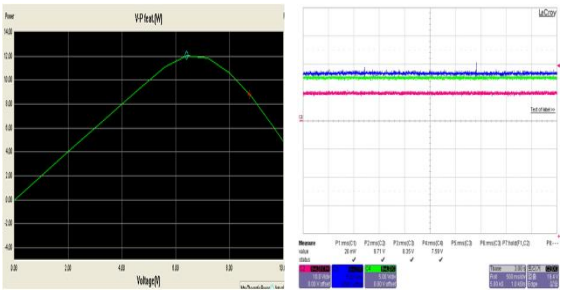

Fig. 9 Battery Charging Mode using Fuel cell

6. 결 론

본 논문에서는 태양광 및 연료전지, 즉 하이브리드 시스템에서 사용할 수 있는 벅 컨버터 및 배터리를 충·방전 할 수 있는 양방향 컨버터를 설계하였다. 또한 이를 시뮬레이션과 태양광 및 연료전지 모의 전원 장치(pCube)를 사용하여 실험을 수행하였다. 지상 로봇에 대한 통신 전원 공급이 가능하다는 것을 확인하였다. 본 연구는 통신 전원만을 고려하여 설계하였지만 향후 시스템의 용량을 키워 통신 전원뿐 아니라 비상 전원 공급용으로 연구할 계획이다. 또한 다양한 전원이 결합되는 하이브리드 전원 시스템에 적합한 고효율 전력변환장치의 핵심기술을 연구할 계획이다.

본 연구는 교육과학기술부 대구경북과학기술원 일반사업(14-BD-01)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

[1] Bong-Hee, Park, “Fuel Cell Modeling with Ouput Characteristic of Boost Converter”, Journal of the Korea Solar Energy Society, 2013.

[2] Seung-Min Kim, "Motor Control and Battery Charger using Low Cost PV MPPT", Journal of the Korea Solar Energy Society, 2013.