

풍력 및 태양광 겸용 충전장치 개발

정경수, 박성준, 강필순*, 안진우**, 이상훈***, 이만형***
 전남대학교 전기공학과, 한밭대학교 제어계측공학과*, 경성대학교 메카트로닉스공학과**,
 부산대학교 메카트로닉스***

Hybrid Charger Developement for Wind and Photovoltaic Power Generation

K-S Jong, S-J Park, F-S Kang*, J-W Ahn**, S-H. Lee***, M-H Lee***
 Chonnam Univ., Hanbat Univ.*, Kyung Sung Univ.**., Busan Univ.***

ABSTRACT

Recently the study on the new and renewable energy is being addressed and the application examples about it are also increasing as greatly as possible. In this paper, the battery charge controller of street lamp power using wind and solar energy is made and tested.

1. 서 론

선진 각국에서는 화석 에너지의 고갈문제와 환경문제에 대한 해결 방안으로 신·재생 에너지에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 이에 대한 국가 차원의 연구지원과 보급정책이 이루어지고 있다. 우리나라에서는 신·재생에너지 개발보급 및 이용보급 촉진법에 따라 지정된 3개의 신에너지 분야와 8개의 재생에너지 분야에서 많은 연구 결과물이 발표되고 있으며 실제 연구 결과를 실생활에 적용한 사례를 찾아 볼 수도 있다. 따라서 본 논문에서는 실생활에 적용 가능한 풍력 및 태양광 겸용 충전 장치 개발에 대한 연구를 수행하였으며 시제품을 제작하여 충전기에 대한 실증 실험을 하였다. 제어기로는 PIC16F74를 사용하였다.

2. 충전 장치

풍력 및 태양광 겸용 충전장치의 전체 구성은 태양 전지와 풍력 발전기로부터 들어오는 전원을 Buck 컨버터 통해 바로 배터리로 연결된 구조를 가지고 있으며 약간 변형된 형태의 Buck 컨버터를 사용하고 있다. 그림 1은 일반적인 Buck 컨버터의 구조를 나타내고 있다. 이러한 구조의 Buck 컨버터는 스위칭 소자가 On되었을 때 아래 그림 2의 (a)와 같은 루프가 형성 되어 출력측으로 에너지를

전달함과 동시에 인덕터에 에너지를 축적하게 된다. 스위치가 Off되었을 때에는 스위칭 On시 축적된 에너지를 출력측으로 전달하기 위해 그림 2의 (b)와 같이 코일과 환류 다이오드로 전류루프를 형성하게 된다. 이러한 일반적인 Buck 컨버터 구조에서 스위칭 신호의 GND와 출력전압의 GND의 상이성으로 인해 스위칭 신호용의 독립적인 Gate Amp 전원이 필요하게 된다.

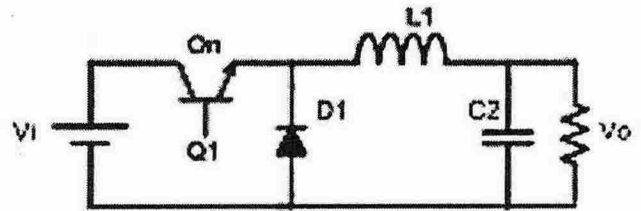


그림 1 일반적인 Buck 컨버터
 Fig 1 Typical Buck Converter

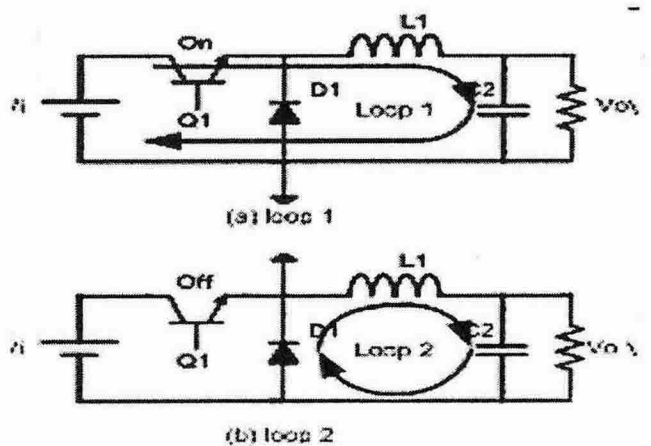


그림 2 일반적인 Buck 컨버터에서 전류 루프
 Fig 2 Loop of Current at Typical Buck Converter

그림 3은 본 논문에서 사용한 약간 변형된 형태의 Buck 컨버터의 구조를 보여준다. 그림 3의

Buck 컨버터는 그림 1의 기존의 Buck 컨버터에서 Gate Amp 전원과 제어전원을 공통으로 사용하기 위해 주 스위칭 소자의 위치를 다르게 한 것이다. 이러한 구조의 Buck 컨버터는 스위칭 소자가 On/Off 동작을 수행할 때 일반적인 Buck 컨버터와 다르게 제어전원과 동일한 GND를 갖게 된다는 장점을 갖게 된다. 아래 그림 4는 제작된 충전기의 스위칭 소자 On/Off시 형성되는 루프에 대한 내용이며 공통 GND를 형성함을 알 수 있다.

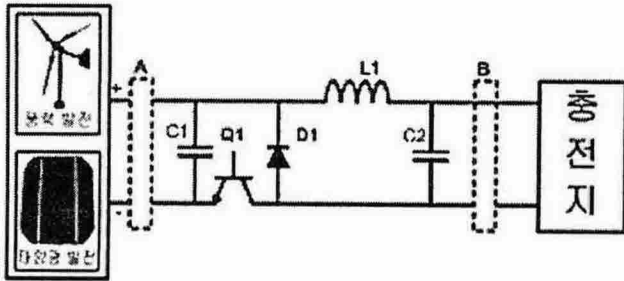


그림 3 풍력 및 태양광 겸용 충전장치 구성도
Fig 3 Block Diagram of Hybrid Charger for Wind and Photovoltaic Power Generation

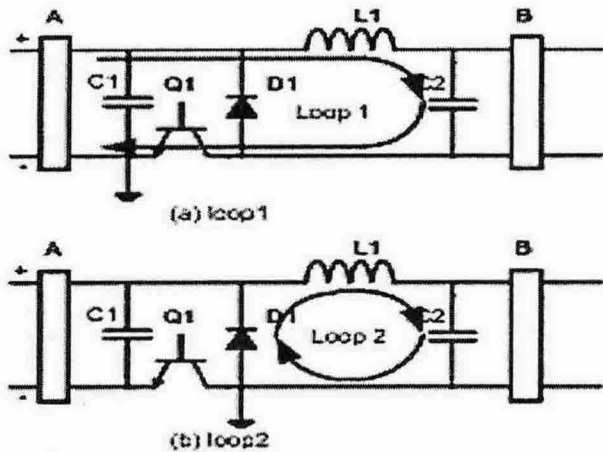


그림 4 변형된 Buck 컨버터에서의 전류 루프
Fig 4 Current Loop at Modified Buck Converter

이러한 구조를 바탕으로 입력 전원에 대한 출력전원을 제어하기 위해 입력 전원을 측정할 수 있는 부분이 필요하며 그림 3의 A와 B가 이에 해당한다. 그림 3의 A부분에는 태양 전지 및 풍력 발전기의 출력전압 및 전류검출부와 더미 저항이 연결되어 있다. 출력 전압과 출력 전류는 제어기인 PIC에서 A부분을 통하여 검출할 수 있으나, 컨버터의 출력 측 전압전류는 변형된 Buck 컨버터의 구조를 가지고 있으므로 검출하기가 힘들어진다. 그림 3의 B부분은 배터리의 상태를 검출부이며, 배터리의 충전완료, 저전압, 과전류 신호를 발생하는 부분이다. 신호 검출부에 사용된 증폭기와 비교기는

OP-AMP인 LM324를 사용하였다. LM324의 전원은 배터리 전원을 사용하였으며, 비교기의 기준전압은 제너다이오드를 사용하여 발생하였다. 배터리 전압과 전류는 태양광 출력전압 및 전류 검출부와 같은 구조인 저항 분압과 증폭, 비교에 의해 검출하였다. 충전완료 전압은 배터리의 공칭전압인 28.8[V]가 되도록 설정하였으며 저전압을 검출하는 회로에서는 24[V]이하를 저전압으로 인식하게 된다. 발전판 온도의 과온 여부를 확인할 수 있는 외부 입력을 두었으며 이는 포토인터럽트에 의해 마이컴의 외부 입출력 핀을 통해 받아들일 수 있다.

검출된 태양 전지와 풍력 발전기의 출력전압, 전류에 대해 마이컴에서는 전력을 계산하고, 이를 바탕으로 MPPT제어를 위한 PWM신호를 CCP1을 통해 발생한다. 이때 MPPT 제어알고리즘은 P&O 알고리즘을 사용하였으며, 그 플로차트는 그림 5와 같다.

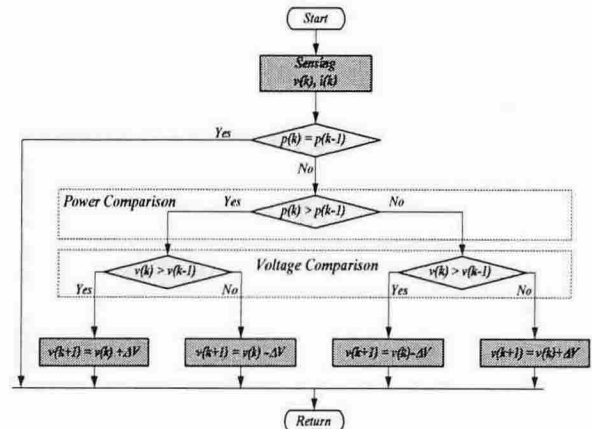


그림 5 P&O MPPT 알고리즘의 흐름도
Fig. 5 Flow Chart of P&O MPPT

P&O MPPT 알고리즘은 주기적으로 태양전지출력전압을 미소 변동시켜 변동 이전의 출력전력과 변동 이후의 출력전력을 비교하여 최대 동작점을 추정한다. 프로차트의 기본구성은 현 샘플링 시점에서 전력의 변동분과 전압의 변동분을 검출하여 그 변동분의 부호가 동일하면 태양전지의 단자전압을 미소 변동분(ΔV) 만큼 증가시키고, 변동분의 부호가 반대이면 감소시키는 형태를 취하고 있다.

3. 실험 및 검토

그림 6은 태양광충전 장치의 회로도를 나타내고 있다. 전체시스템의 구성은 마이컴 및 Gate AMP. 전원부, PIC74를 이용한 마이컴부, 충전용 Buck 컨버터, 더미 및 Buck 컨버터 Gate AMP., 태양광 출력전압 및 전류검출부, 태양광 출력전류 검출부,

배터리 상태검출부, RS232 통신부로 구성된다. 태양광 발전과 풍력 발전의 경우 일조량과 바람의 세기에 따라 발전 출력이 수시로 변하므로 마이컴의 리셀부분은 KIA7042를 이용하여 전원이 불안정할 때(4.2[V]이하) 마이컴을 리셋시킴으로 마이컴의 기동실패에 대한 안정화를 취하였다.

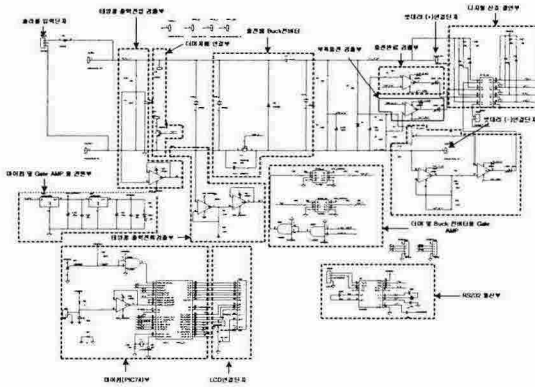
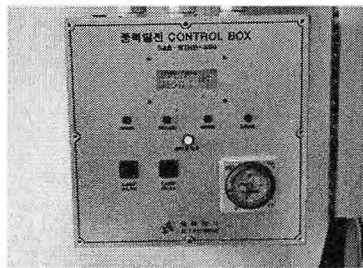
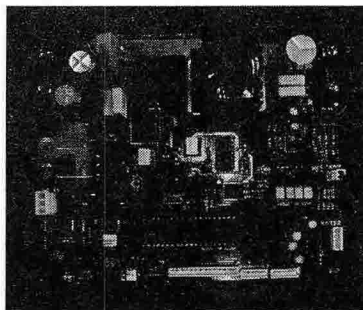


그림 6 시스템 구성도
Fig. 6 Construction of Control System

제작된 풍력 및 태양광 겸용 충전장치에 대한 동작 확인을 위해 500W급 풍력발전기와 200[W]급 태양전지를 사용한 실증실험을 하였으며 그림 7은 실제 제작된 풍력 및 태양광 겸용 충전기의 실제 사진이다.



(a)



(b)

그림 7 풍력 및 태양광 겸용 충전기의 사진
Fig 7 Photographic of Hybrid Charger

그림 8은 본 시험에 사용된 풍력발전기의 사진이며,

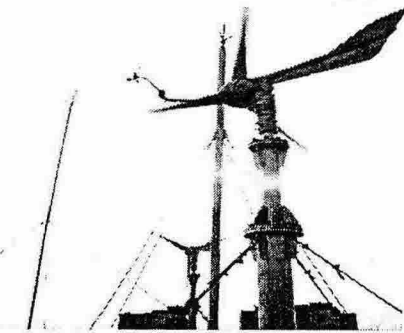


그림 8 풍력발전기 사진
Fig 8 Photographic of Wind Generator

그림 9는 실측된 풍속에 따른 전력 생산량을 나타낸 것이다. 수집된 데이터는 간단한 처리 후에 풍속과 전력량에 대한 분포도로 나타내었으며 측정 기간 동안 9m/s 이상의 풍속에 대한 자료는 획득할 수 없었다.

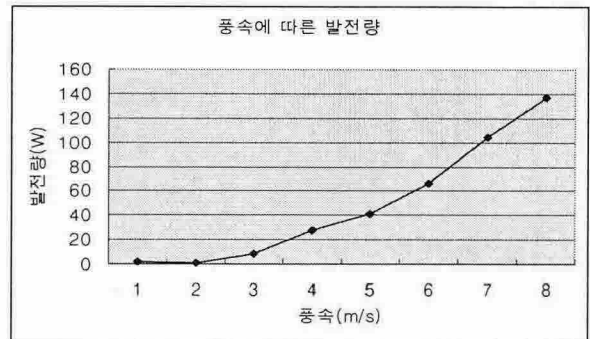


그림 9 풍속에 따른 전력량
Fig 9 Power According to the Wind Speed

4. 결론

본 논문은 가로등 전원인 축전지 충전시스템에 관한 연구이며 충전기의 전원을 풍력 및 태양광 혼용방식을 사용하였다. 또한 혼용방식에서 전력변환장치는 1개를 사용하였으며, 실제 500[W]급 풍력발전기와 200[W]태양전지를 사용한 실증실험을 하였다. 본 연구 결과 독립적인 소규모의 풍력 및 태양광 겸용 충전장치를 개발 함으로써 가로등뿐만 아니라 유사 관련 제품의 응용이 가능하게 되었다.

이 논문은 산업자원부에서 시행하는 대학전력연구센터 육성·지원 사업에 의해 작성되었습니다.

참고 문헌

[1] 김희준, 스위치 모드 파워 썬플라이, 1993
[2] J.K. Kassikian, M.F. Schelecht, G.C. verghese: "Principles of Power Electronics" Addison Wesley, 1991