

# 신재생에너지 활용을 위한 휴대용 태양광·풍력 복합 발전 시스템

이창성\*, 이재민\*\*,

\*조이스타엔지니어링, \*\*관동대학교 전자정보통신공학부  
e-mail:leejm@kd.ac.kr

## A Portable Hybrid Solar-Wind Power Generation System for Utilization of Renewal Energy

Chang-Sung Lee\*, Jae-Min Lee\*\*

\*JoyStar Engineering Inc.

\*\*Division of Electronic, Information and Communication  
Engineering, Kwandong University

### 요약

본 논문에서는 신재생에너지 활용을 위한 휴대용 하이브리드 태양광·풍력 발전 시스템을 제안한다. 제안하는 태양광 풍력 복합 발전 시스템을 상용전기와 연계하여 사용할 경우를 고려하여 중대형 풍력 발전 시스템용 인버터와는 다른 특성이 요구되는 소형풍력 발전 시스템용 인버터와 독립형으로의 사용을 위해 축전지 충방전 컨트롤러를 개발한다. 20W의 Solar Power, 50W의 Wind Power, 1개의 Radio-recorder, 2개의 DC 7W/9W lamp. 축전지 Controller, 24H/40AH Maintenance-free battery 사양을 갖는 발전 시스템을 제작하고 필드 테스트를 통하여 성능을 검증한다.

### 1. 서론

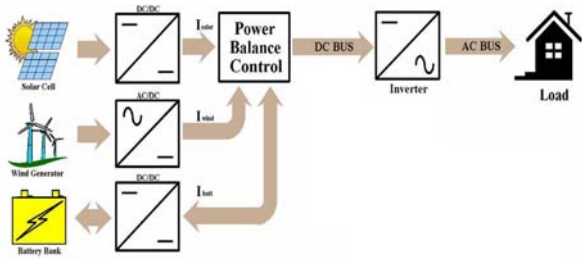
최근 저탄소 녹색성장이 국가 정책의 화두가 되고 있다[1]. 화석에너지의 고갈과 지구온난화에 따른 환경변화의 위기를 극복하고 국가 성장동력으로서의 녹색환경과 녹색 에너지 정책을 뒷받침하기 위한 관련 기술에 대한 연구가 크게 요구된다. 그동안 태양광 발전과 풍력 발전은 국내 기술 개발과 보급이 미진하여 발전시스템 구성에 필요한 요소기술들이 충분히 개발되어 있지 않고 특히 소형 발전시스템의 경우 시스템 구성기술과 회로 설계 기술이 부족하여 이에 대해 많은 관심과 연구가 필요하다. 지금까지 국내에서는 주로 중대형 위주의 발전 시스템 개발에 주력해왔는데 지형적, 기후적 특성과 해외 수요등을 고려할 때 소형 발전시스템에 대한 관심과 개발이 필요하다[2,3].

이러한 점을 고려하여 본 논문에서는 상용전기와

연계 계통이 가능하면서 이동성을 고려한 휴대용 태양광·풍력 복합 발전 시스템 구성 방법을 제안한다. 소형 풍력 발전 시스템의 경우 중대형 풍력 발전시스템과는 다른 기능의 인버터가 요구되는데[4] 이에 적합한 새로운 인버터와 그 구성기술을 제시한다. 유목민 등 해외 수요자의 요구를 충족시키기 위해 국내에 개발되어 있지 않은 태양광 발전기와 소형 풍력발전기를 복합하여 주야 구별없이 발전기능을 할 수 있도록 시스템을 구성하며 생성한 전기를 축전지에 저장하는데 반드시 필요한 디지털 방식의 축전지 충방전 컨트롤러 설계방식을 제시한다.

### 2. 태양광풍력 복합 발전 시스템 구성

그림 1은 제안하는 태양광 풍력 복합 발전시스템의 구성도를 나타낸 것이다.



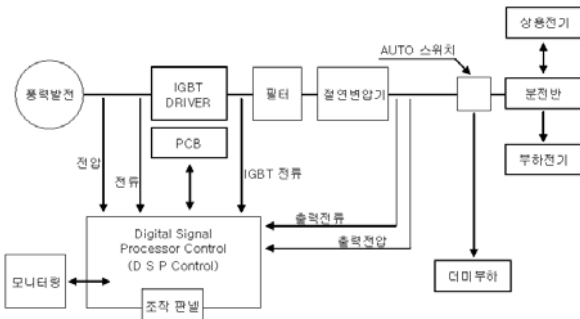
[그림 1] 태양광 풍력 복합 발전시스템 구성도

PBCM(power balance control module)을 통해 태양광과 풍력 발전 장치 및 Battery(보통 납산 축전지를 사용)의 전력을 최적화하고 필요시 부하에 DC 전력을 공급하도록 설계된다. AC 전력의 공급을 위해 인버터(inverter)를 사용한다.

### 3. 시스템 구성 모듈의 설계

#### 3.1 소형풍력 복합 발전용 인버터

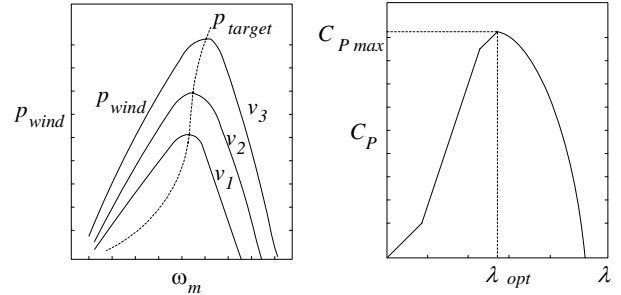
그림 2는 제안하는 복합 발전 시스템 구축을 위한 소형풍력 계통 연계 인버터의 구성도이다. 태양광 및 풍력 발전방식의 상세 회로도를 나타낸 것이다.



[그림 2] 소형풍력 계통 연계 인버터의 구성도

상용전원과 풍력발전 전원을 연계 계통하여 사용할 경우, 디미부하는 갑작스러운 상용전원의 단락 시 풍력발전의 전류를 디미부하에서 소비시키며, Digital Signal Processor Control은 소형풍력 계통 연계 인버터의 제어 기능을 담당하는데 풍력발전기에서 발전된 전기를 MPPT 알고리즘을 적용하여 풍력발전의 전원의 전압과 주파수가 허용범위 내에 도달하면 PCB 및 IGBT를 이용 풍력발전전원을 상용전원과 연계 계통한다. 또한, 계통 전원의 전압과 주파수가 허용범위를 벗어나면 인버터는 즉시 상용전원과의 연결을 단락하게 되며, 계통전원이 정상 상태로 돌아오면 인버터는 다시 계통으로 연결되어 전

원을 공급한다. 그림 3은 풍력 발전기의 시스템 특성 곡선을 나타낸 것이다.

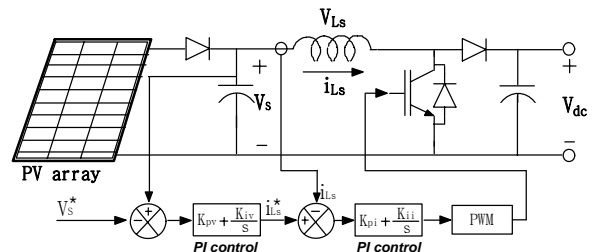


[그림 3] 풍력 발전기의 시스템 특성 곡선

풍력발전기의 전력관계식은  $P_{Wind} = 0.5\rho\pi R^2 C_p v^3$  으로 표현되고 풍속에 대한 최대 출력전력에 관한 식은  $P_{target} = 0.5\rho\pi R^5 \frac{C_{pmax}}{\lambda_{opt}^3} \omega_m^3$  으로 나타낼 수 있다.

#### 3.2 태양광 발전 시스템 제어 방식

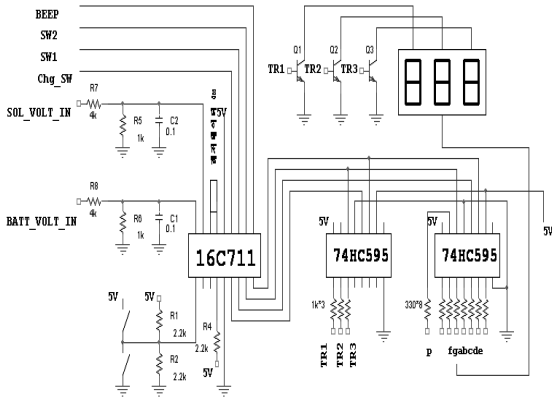
그림 4는 태양광 발전 시스템의 제어방식을 나타낸 것인데 복합발전시스템 전력균형제어 방식에서는 태양전지에서 최대 출력을 끌어내기 위해 MPPT 알고리즘 사용하고 스위칭을 통한 인버터 전류제어를 통하여 태양전지의 출력전압을 제어한다[2].



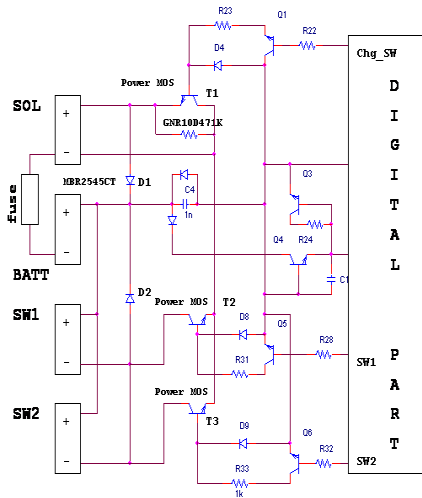
[그림 4] 태양광 발전 시스템 제어 방식

### 4. 축전지 충방전 제어기 설계

휴대용 태양광 풍력 복합 발전 시스템에서 발전기 및 PBCM과 함께 매우 중요한 모듈은 축전지 충방전 컨트롤러이다. 이것은 축전지의 성능을 유지시키고 부하에 충분한 전력을 안정적으로 공급하는데 중요한 역할을 담당한다[5-7]. 그림 5는 축전지 충·방전 컨트롤러의 디지털부 전체 회로도와 아날로그 구동부 회로를 나타낸 것이다.



(a)



(b)

[그림 5] 신재생에너지 축전지 충·방전 컨트롤러  
(a)디지털부 (b)아날로그부

### 5. 시스템 제작 및 실험 고찰

개발하는 휴대용 발전 시스템은 20W의 Solar Power, 50W의 Wind Power, 1개의 Radio-Recorder, 2개의 DC 7W/9W lamps. 축전지 Controller, 24H/40AH Maintenance-free battery등으로 구성된다. 이러한 사양을 기반으로 모듈별 설계와 분석된 시스템 구성도에 따라 휴대용 태양광 풍력 복합 발전시스템을 제작하였다. 외함은 A/V 시스템의 성능을 고려하여 비교적 크기가 조금 큰 것을 사용하였고(외함의 크기와 모양 등은 주문자의 요구에 따라 융통성 있게 제작될 수 있다). 태양광 Solar Module 설치를 위해 전용 구조물을 제작하였고 풍력 발전기의 거치를 위해서는 업무용 Video Camera Tripod를 개조하여 제작하였다. 그림 6은 제작된 발전 시스템의 축전지 충방전 컨트롤러와 시스템의 내외부 모습을 나타낸 것이다.



(a)



(b)

[그림 6] 제작된 휴대용 발전 시스템  
(a)축전지 컨트롤러 (b)발전장치 내외부

제작된 휴대용 태양광 풍력 발전 시스템을 필드 테스트 하였는데 풍속 3.5m/s의 조건하에서 A/V 시스템 및 50W lamp를 정상적으로 구동하는 것을 확인할 수 있었다. 겨울철 몽골과 같은 초원지역의 환경에서 사용할 경우 영하 40°C의 추위에 축전지 및 내주 회로의 동작에 영향을 줄 수 있는데 이는 효율이 높은 보온제를 사용하여 외함 내부를 보강한다면 상당한 부분 해결할 수 있을 것이다.

### 6. 결론

본 논문에서는 휴대용 태양광 풍력 복합 발전시스템을 설계 제작하였다. 제안하여 설계, 제작한 태양광 풍력 복합 발전 시스템의 핵심기술인 소형풍력 인버터 및 축전지 컨트롤러는 국내 실용신안 및 발명특허를 통해 기술력을 검증 받았다[4, 8]. 시스템 구성은 태양광 모듈, 풍력 발전기, power balance 회로, 디지털 방식의 축전지 자동 충방전 controller, A/V system, DC 입출력 terminal, Misc.

terminal등으로 구성되어 있다. 축전지 컨트롤러는 최첨단 산업용 고성능 마이크로프로세서를 사용하여 디지털 방식으로 설계하였고 특히 히스테리시스 동작을 software적으로 구현하여 동작의 정확성과 안정성을 크게 향상시켰다. 계절별 낮과 밤의 변화등을 시스템 내부 회로 모듈에서 firmware를 통해 간단히 설정할 수 있고 사용자 편의를 위해 비프경고음 등을 구현하였다. 제안하는 발전 시스템은 미전력화 지역 및 유목 환경등에서 가정용으로 손쉽게 설치하여 사용할 수 있고, 가로등 및 보안등과 통신용 전원장치로도 유용하게 사용할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

- [1] 한문희, 녹색성장 견인할 그린에너지기술, 디지털 타임스, 2월 2009.
- [2] 김응상, 이창성외, “태양광·풍력·디젤 복합발전시스템에 관한 연구”, 2001년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 18-20, 7월, 2001.
- [3] 이재민, 영동지역의 신재생에너지 사업추진 방안, 강원충북지역녹색성장으로 가는길 워크숍, pp. 125-134, 12월 2008.
- [4] 이창성,  $1kW \sim 5kW$ 급 연계 계통형 소형풍력발전장치, 실용신안등록출원서, 10월 2003.
- [5] Sinhg et al., “Fuzzy Logic-Based Solar Charge Controller for Micro-batteries,” Photovoltaic Specialists Conference, pp.15-22, 2000.
- [6] A. A .Qazalbash, T. Iqbal, and M. Z. Shafiq, “Design and Implementation of a Microcontroller-based Maximum Power Point Tracking Fuzzy Solar Charge Controller”, Proceeding (539-017) Power and Energy Systems, 2007.
- [7] 이재민외, “마이크로프로세서 기반의 태양광 축전지 자동충방전 컨트롤러 설계”, 한국산업응용학회 2005년도 추계학술 대회 논문집, pp. 23-25, 2005.
- [8] 이재민, 충방전 제어장치 및 충방전 제어 방법, 특허 제 10-0787176호, 12월 2007.