

태양광/풍력 발전설비의 웹기반 모니터링기술

박세준, 윤정필, 차인수
동신대학교 전기전자공학과

WEB-BASED MONITORING FOR PHOTOVOLTAIC/WIND POWER GENERATION FACILITIES

Se-Jun Park, Jeong-Phil Yoon, In-Su Cha
Dept. of Electrical & Electronics Eng. Dongshin Univ.

Abstract

Photovoltaic energy and wind energy are highly dependent on the season, time and extremely intermittent energy sources. Because of these reasons, in view of the reliability the photovoltaic and the wind power generation system have many problems(energy conversion, energy storage, load control etc.) comparing with conventional power plant.

In order to solve these existing problems, hybrid generation system composed of photovoltaic(500W) and wind power system(400W) was suggested. But, hybrid generation system cannot always generate stable output due to the varying weather condition. So, the auxiliary power compensation unit that uses elastic energy of spiral spring was added to hybrid generation system for the present study. It was partly confirmed that hybrid generation system was generated a stable outputs by spiral spring was continuously provided to load.

Key Words : *Photovoltaic, Wind Power Generation, Monitoring*

1. 서 론

본 연구에서는 광주 Solar City 사업에 의해 보급될 3KW급 태양광발전시스템과 이와 상호보완적인 효과를 갖고 있는 풍력발전을 연계한 도시형 복합발전시스템으로, 500W 태양광발전과 400W의 풍력발전기 2기를 병렬 운전하여 운전특성을 분석하였다. 3KW급에 대한 선행 연구 단계로서 이를 바탕으로 하여 3KW의 태양광발전시스템을 설계하여 운전특성을 시뮬레이션 함으로써 시스템 모델링 및 표준을 정립하였다. 또한 간헐적이고 단속적인 두 에너지원의 특성상 일정한 전원을 공급하기 위한 DC-DC 컨버터와 상용 전원으로 변환하기 위한 인버터를 구성하고 시뮬레이션 함으로써 구동특성을 분석하였다. 축전지나 화석에너지를 대체할 별도의 보조 발전을 유지 보수비용이 필요 없

고 반영구적으로 발전시스템에 전력을 보상해 주는 태엽스프링의 탄성에너지 저장방법을 적용한 새로운 개념의 전력보상장치를 개발하였고, 용량산정을 위하여 스프링의 크기, 발전기의 크기, 기어비 등을 개선하여 재개발함으로써 500W에 적용하였다. 또한 각 발전시스템에 일사량계와 풍향풍속계 등을 설치하고 시스템의 구동특성을 데이터베이스화하기 위하여 웹기반의 원격모니터링 시스템을 구축함으로써 발전설비의 발전량과 동력저장장치치의 운전특성을 분석하였다.

2. 태양광/풍력 복합발전시스템

복합발전시스템을 구축하는데 있어서 가장 중요한 것은 에너지 공급의 안정화라고 말할 수 있다. 그러나 태양에너지나 풍력에너지와 같은 자연에너

지를 이용하기 때문에 자연에너지의 특징인 간헐성으로 인하여 안정된 에너지 공급의 어려움을 가지게 된다. 이러한 간헐성을 극복하고 에너지의 공급을 안정화시키기 위한 방법으로 전력변환장치를 사용하게 되었고, 그 효율의 최대화가 최대 관건이 되고 있다.

태양에너지는 하루 중 낮에만 이용이 가능하고 계절적으로도 겨울보다는 여름에 에너지의 양이 많다고 할 수 있으며, 이것은 태양에너지가 가지고 있는 빛의 세기와 온도에 기인한 것이다. 풍력에너지를 살펴보면, 대체로 밤에 강하고 계절적으로는 겨울에 강하다. 이러한 태양에너지와 풍력에너지의 상호보완성 때문에 복합발전을 하게 된다면 독립 운전시에 비해 보다 안정된 에너지를 확보할 수 있다. 그러나 두 에너지가 모두 기상변화의 특성에 민감하기 때문에 필터나 보호장치가 없을 경우에 축전지나 기타 시스템에 무리를 주게 된다. 이에 대한 해결책으로 정전원 회로나 컨버터와 같은 전력변환장치를 사용하고 있다. 전력변환장치에는 컨버터나 인버터 등이 있으며, 사용될 부하에 따라 다르게 설계되어야 하고 그 제어방법에 따라 효율이 상이하게 된다.

복합발전시스템은 태양광발전부, 풍력발전부, 보조발전장치, 제어부, 컨버터, 인버터 등으로 구성되어 있다.

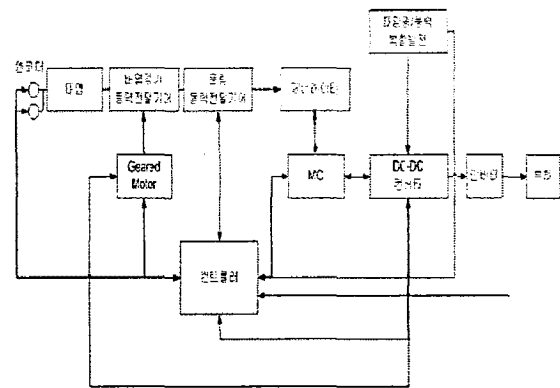


그림 1 복합발전시스템의 구성도

그림 1은 복합발전시스템의 전체 구성도이다. 입력부는 태양광발전부와 풍력발전부로 구성된 복합발전시스템에 보조 발전 장치를 추가하여 500W급으로 구성하였으며 역류 방지와 보호를 위하여 다이오드와 퓨즈를 사용하였다. 제어부는 기본적으로

컨버터의 스위칭 동작을 위한 PWM 제어를 행하였다. 제어 알고리즘으로 컨버터부는 퍼지 알고리즘을 적용하였으며 입력값이 저전압 고전류이므로 승압형 컨버터를 채택하여 출력이 24V가 되도록 설계하였으며, 인버터는 용량을 1KW로 하였고, 보조 발전 장치를 추가하여 발전부의 불연속적인 출력을 보상하였다.

3. 시뮬레이션 및 실험

그림 2는 마이크로프로세서의 회로, 전원 공급장치, 복합발전시스템의 출력 단자, 비교기, DC 모터를 구동시키는 릴레이, 회전센서로 구성된 회로도이다. PIC와 비교기는 래글레이터(7805)로부터의 출력 5V를 사용한다.

복합발전시스템은 출력이 불안정하기 때문에 안정한 출력을 위해 컨버터가 필요하다. 본 논문에서는 높은 전류, 낮은 전압의 입력 특성을 갖고 있기 때문에 승압형 PID제어 컨버터를 적용하였고, 제안된 컨버터의 성능을 고찰하기 위하여 PSIM을 이용하여 PID 제어기를 시뮬레이션 하였다.

그림 3은 PID 제어기를 적용한 컨버터의 입력전압, 출력전압, 스위칭 파형이다. 설계한 컨버터가 정상적으로 동작하여 기준전압인 24V를 출력하고 있음을 보여주고 있다. 그러나 초기에 과도한 스위칭으로 출력전압에 약 25% 정도의 오버슈트가 발생했는데 이것을 최소화 시켜주기 위해서는 초기 스위칭시 소프트 스위칭을 통하여 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

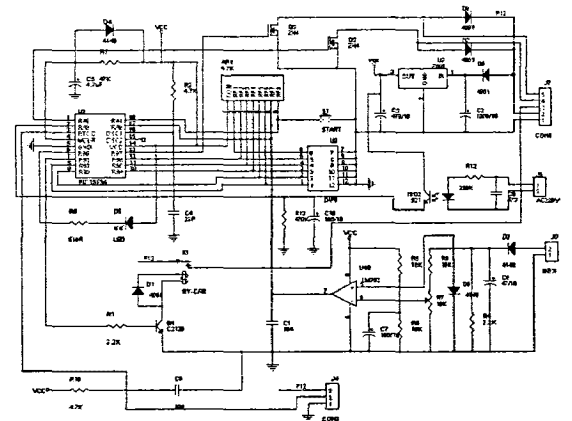


그림 2 제어 회로도

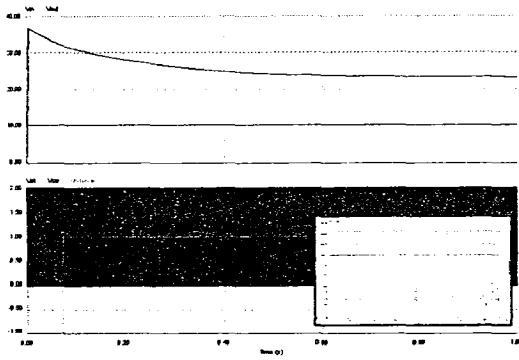


그림 3 PID제어 컨버터의 회로도 및 시뮬레이션 파형

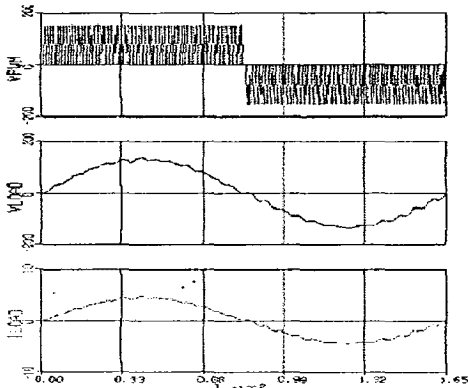


그림 4 인버터의 회로도 및 시뮬레이션 파형

인버터의 스위칭소자는 Power MOSFET로 설계 하였으며 이산치 신호에 의해 처리된 출력 시그널의 주파수(또는 스위칭 주파수)는 10kHz로 모델링 하였다. 그림 4는 인버터의 회로도 및 220V, 200W 부하를 사용하여 인버터의 출력을 측정된 PWM 파형, 출력전압 그리고 출력전류를 나타낸 것이고, 표 2는 실험에서 사용된 인버터의 출력 전압, 전력, 주파수 등의 세부사항이다.

그림 5는 본 연구에서 구축한 웹 기반 모니터링 시스템의 메인화면이다. 구성은 실험에 쓰인 500W 태양광발전시스템의 출력 전압·전류, 400W 풍력1과 풍력2의 전압·전류를 기본으로 하여 풍향·풍속, 온·습도, 일사량 등으로 되어있다. 또한 각 발전 시스템의 발전 현황을 한눈에 알아볼 수 있도록 발전 전력량을 나타내었다. 그림 5와 6은 대표적인 낮과 밤의 발전현황을 비교하였는데, 그림에서 알 수 있듯이 낮에는 태양광발전으로부터 나오는 전력이 대부분이고, 밤에는 풍력이 주 전력원이

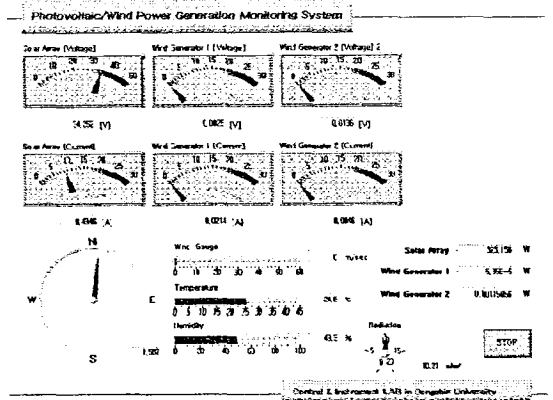


그림 5 낮 동안의 발전 현황 모니터링

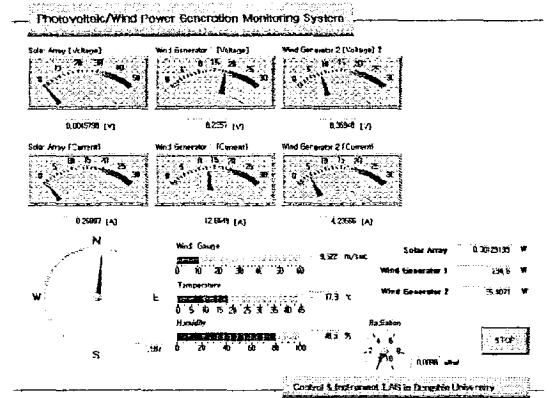


그림 6 밤 동안의 발전 현황 모니터링

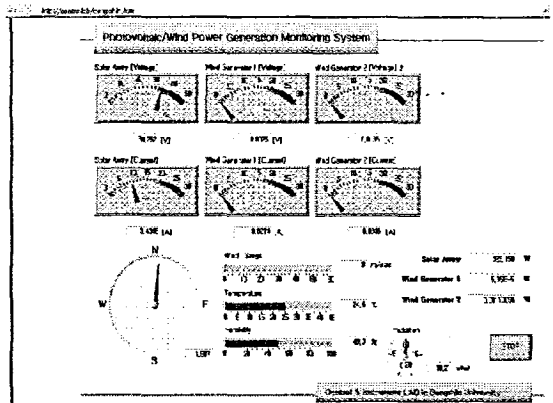


그림 7 웹 기반 모니터링

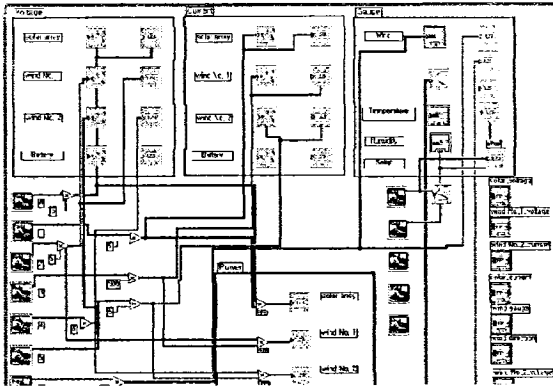


그림 8 복합발전의 모니터링 프로그램

됨을 알 수 있다. 이로써 태양광과 풍력은 발전하는 환경에 있어서 상호보완적임을 확인하였다.

그림 7은 웹상에 구축한 모니터링 화면이다. 인터넷주소창에 <http://controllab/dongshin.htm>를 입력하면 그림 7과 같은 화면을 확인할 수 있다. 인터넷을 이용하여 발전현황을 확인할 수 있기 때문에 발전설비에 항상 상주해 있지 않아도 원격지에서 발전현황을 확인할 수 있어서 원격지에서도 정상적인 운전 여부, 혹은 시스템 에러를 체크하여 이에 빠르게 대처할 수 있다. 그림 8은 복합발전시스템을 모니터링 하기 위한 LabView 프로그래밍이다.

다음은 복합발전시스템의 출력을 하루 동안 모니터링하여 각 발전시스템별로 분류하여 나타내었다. 그림 9는 태양광발전시스템의 하루 출력 전압을 보여준다. 그림에서와 같이 약 37V의 전압이 10시간 정도 출력됨을 알 수 있었다.

그림 10과 11은 두개의 풍력발전시스템의 출력 전압을 모니터링하여 나타내었다. 두 그래프를 비교해 보면 두개의 풍력발전이 약 10m정도 떨어져

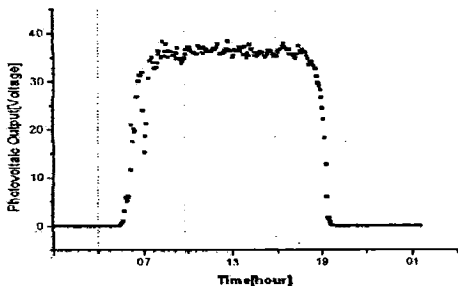


그림 9 하루 동안 태양광발전의 모니터링 결과

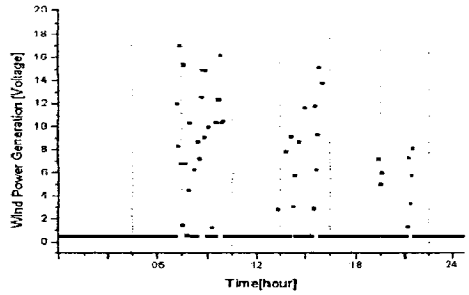


그림 10 하루 동안 풍력발전1의 모니터링 결과

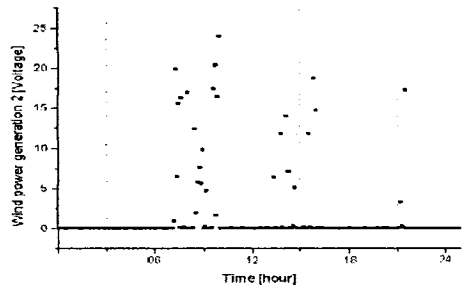


그림 11 하루 동안 풍력발전2의 모니터링 결과

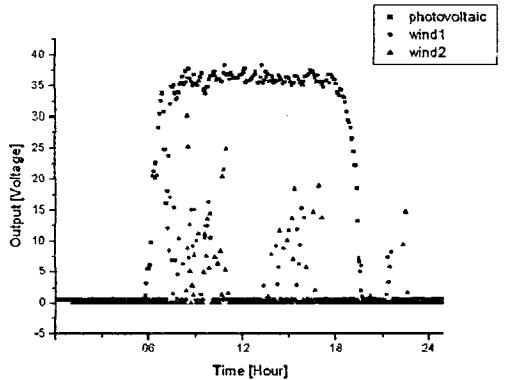


그림 12 하루 동안 복합발전시스템의 모니터링 결과

발전을 하므로 거의 동일한 시간대에 출력을 보이고 있지만 풍력이 더 많은 발전을 하고 있음을 보여준다. 따라서 풍력발전은 태양광발전과 비교하여 지역적 또는 계절적인 요소가 크게 작용한다는 사실을 알 수 있다. 그리고 같은 위치에서도 풍력발전기가 하나일 때보다 두개 또는 수개의 풍력 발전을 병렬 운전시킴으로써 아주 단속적인 발전 특성을 조금이나마 보충하여 줌을 알 수 있었다.

4. 결 론

간헐적이고 단속적인 에너지를 보완하기 위해 태양광발전과 풍력발전을 병렬로 연계하여 운전함으로써 단독 운전시와 비교하여 더욱 안정된 출력을 발전하고 상호 보완적인 효과를 갖음을 실험을 통해 알 수 있었다.

축전지나 화석에너지를 대체할 별도의 보조 발전을 유지 보수비용이 필요 없고 반영구적으로 사용가능한 동력저장장치의 주 동력원인 태엽스프링의 재질 개선으로 탄성력을 월등히 높이고 일정한 속도로 풀리게 하는 풀림제어기술로써 보상 시간을 증대시키고, 개선된 여러 개의 태엽스프링을 병렬로 연계하여 풀리게 하는 순차적인 풀림제어와 최적의 기어비를 이용하여 적용시키면 독립적인 발전시스템으로써 충분한 가능성이 있다는 결론을 내릴 수 있었다.

모니터링 시스템을 통하여 원격으로 각 시스템 요소를 측정하였고, 외부환경 조건의 변화에 따른 시스템의 출력 상태를 비교 분석하였다. 이 데이터를 데이터베이스화함으로써 PV 시스템을 적용할 경우 유용한 데이터를 제공할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 에너지관리공단의 연구비지원으로 수행 되었음(과제번호 : 2002-N-PV03-P-03-0-000-2003)

참고 문헌

- [1] 한전자, "복합 스트레스에 의한 열화진단". 전기전자재료학회논문지, 15권, 1호, p. 10, 2001.
- [2] T. W. Choi, C. S. Lee, and S. C. Yoo, "Electrical ceramics", Proc. 2002 Summer Conf. KIEEME, p. 10, 2002.
- [3] T. W. Choi and S. C. Yoo, "Electrical and mechanical properties of ceramics", J. of KIEEME(in Korean), Vol. 15, No. 1, p. 10, 2001.
- [4] T. W. Choi, C. S. Lee, and S. C. Yoo, "Electrical and mechanical properties of ceramics", Trans. on EEM, Vol. 15, No. 1, p. 10, 2001.
- [5] T. W. Choi and S. C. Yoo, "Electrical and mechanical properties of ceramics", J. Mater. Sci., Vol. 15, No. 1, p. 10, 2001.