

중소형 태양광/풍력 복합발전시스템의 보조 전력보상장치에 관한 연구

박세준, 윤정필, 윤형상, 임중열, 강병복, 이정일, 차인수
동신대학교 전기전자공학과

The Auxiliary Power Compensation apparatus for small scale Photovoltaic/Wind Hybrid Generation System

Se-Jun Park, Jeong-Phil Yoon, Hyung-Sang Yoon, Jung-Yeol Lim,
Byung-Bog Kang, Jeong-Il Lee, In-Su Cha

Dept. of Electrical & Electronics Eng. Dongshin University

ABSTRACT

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

So, in order to solve these existing problems, hybrid generation system of photovoltaic(500W) and wind power(400W), which combines wind power energy and solar energy to have effect of supporting each other, was suggested. But, hybrid generation system cannot always generate stable output with weather condition, the auxiliary power compensation apparatus that uses elastic energy of spiral spring to hybrid generation system was also added for the present study. And it may confirm that power was continuously provided to load by storing energy obtained from generating rotary energy of spiral spring generates in small scale generator.

1. 서 론

수많은 대체에너지 중 효율성과 보편성을 고려하여 발전 가능성이 있는 대체에너지는 단연 태양광발전과 풍력발전을 꼽을 수 있다. 태양광발전과 풍력발전의 기상조건과 운전특성을 고려한 복합발

전시스템의 연구개발이 추진되고 있으며, 환경친화적이고 대표적인 자연에너지를 이용하는 발전이라고 할 수 있는 두 발전방식은 일간·연간으로 서로 상반된 기상특성을 가지고 있으므로 두 시스템을 복합화 함으로써 상호보완적인 시스템으로 활용한다면 지속적으로 안정되고 무한정·청정에너지의 유효이용에 기여할 것으로 사료된다.

본 연구에서는 태양광/풍력 복합발전설비를 도시에 적용 가능하도록 발전설의 소요 면적이나 블레이드의 대형화에 따른 안전사고나 진동으로 인한 소음 등을 고려하여 각각 500W/400W 급으로 설계하였고, 태양광발전의 최적운전을 위해 승압형 초퍼를 이용한 컨버터에 MPPT 제어를 행했다. 또한 기상조건의 일시적인 변화로 인해 불안정한 출력을 나타내는 복합발전시스템에 스프링의 탄성에너지를 이용한 보조 전력보상장치를 추가적으로 설치하여 태양광과 풍력에너지가 부족하여 정상적인 발전을 할 수 없을 때 이 장치가 전력을 발생시켜 부하에 연속적이고 안정한 전력을 공급하도록 하였고 그 특성을 분석하였다.^{[1]-[2]}

2. 시스템의 구성

복합발전시스템의 구성은 태양광(500W), 풍력(400W), 그리고 복합발전 시스템으로부터 나오는 출력을 안정하게 해주는 컨버터, 부하로 들어가는 전력을 상용전원으로 변환하여주는 인버터, 마지막으로 본 논문에서 제안된 보조 전력보상장치로 구성되어 있다. 그림 1은 전체 시스템의 구성도이다.

태양광/풍력 복합발전시스템으로부터의 출력은 서로의 역전류를 방지하기 위한 다이오드를 통하여

제어회로로 전달된다. 마이크로프로세서(PIC16F84)를 사용한 제어회로에서는 기준전압과 비교하여 기준전압보다 출력이 높으면 컨버터와 인버터를 통하여 부하에 전력을 공급하고 DC 모터를 구동하여 스프링을 감다둔다. 만약 일시적인 기상조건의 변화로 출력이 기준전압보다 낮아지면 감아두었던 스프링이 풀리면서 DC 발전기를 구동하여 전력을 보상시킨다.

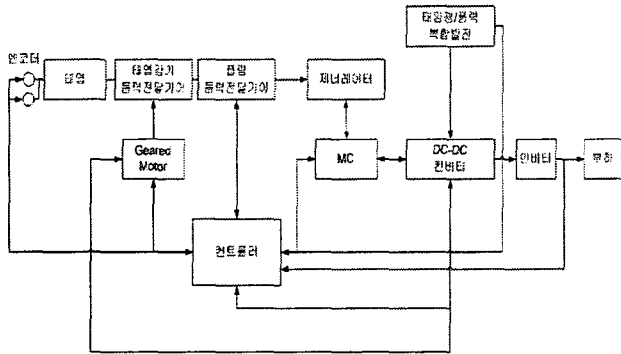


그림 1. 시스템의 블록선도
Fig. 1 Block diagram of system

스프링의 탄성에너지를 이용한 보조 전력보상장치는 DC 모터 (TD8025G-12, 12[V], 2.5[A], 25[W], 300[rpm])와 , 스프링(STC-5), 제어회로, 회전센서 등으로 이루어져 있다. 복합발전 시스템이 정상적으로 발전을 할 때 DC 모터를 이용하여 스프링을 감아 두었다가, 기상 조건의 변화로 출력이 기준전압인 24V보다 낮을 경우 스프링의 탄성에너지를 이용하여 발전기를 구동시킨다. 표 1은 보조 전력보상장치의 출력을 보여준다.

표 1. 보조 전력보상장치의 출력
table 1. The output of auxiliary generation apparatus

Maximum power	240[W]
Maximum voltage	24[V]
Maximum current	10[A]

그림 3은 보조 전력보상장치를 이용한 복합에너지 발전시스템의 플로차트를 나타냈다. 복합발전으로부터 입력전압 V_i 가 들어오면 마이크로프로세서(PIC16F84)에서 입력전압과 기준전압을 비교하여 기준전압 이상이 되면 컨버터와 인버터를 통하여 부하에 전력을 공급함과 동시에 V_M 은 DC 모터를 동작시켜 태엽을 감는 동작과 병행한다. 반면에 V_i 가 기준전압 미만으로 떨어지면 제어부가 이를 감지하여 보조 전력보상장치의 태엽 스프링이 소형발전기를 동작시킨다. 소형발전

기로부터 얻어진 V_G 는 컨버터와 인버터를 통하여 전력을 부하에 공급함으로써 복합발전의 불안정한 출력을 보상하여 준다.

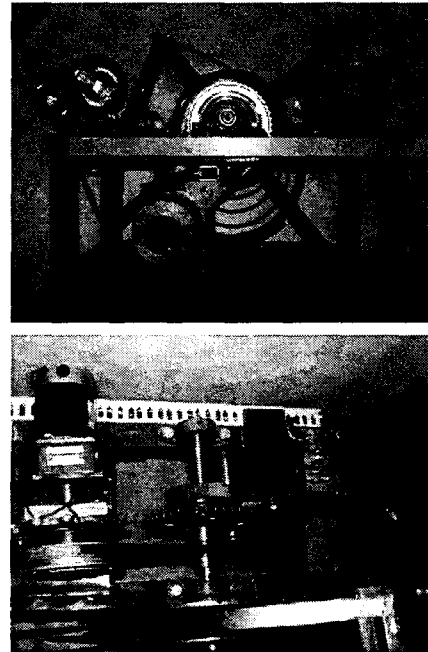


그림 2 보조 전력보상장치 사진
Fig. 2 Auxiliary generation apparatus

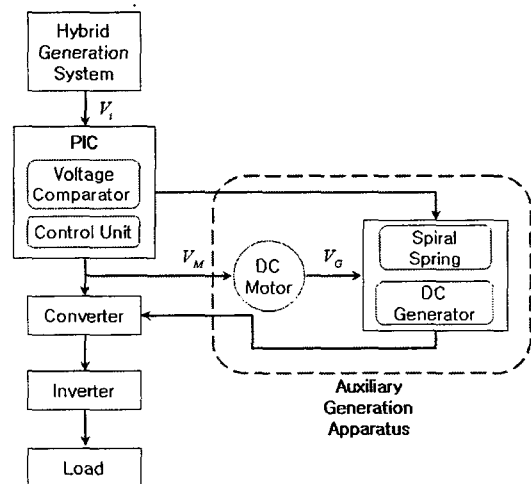


그림 3. 제어의 플로차트
Fig. 3 Flowchart of control

4. 시뮬레이션 및 실험

그림 4는 마이크로프로세서의 회로, 전원 공급장치, 복합발전시스템의 출력 단자, 비교기, DC 모터를 구동시키는 릴레이, 회전센서로 구성된 회로도이다. PIC와 비교기는 레귤레이터(7805)로부터의 출력 5V를 사용한다.

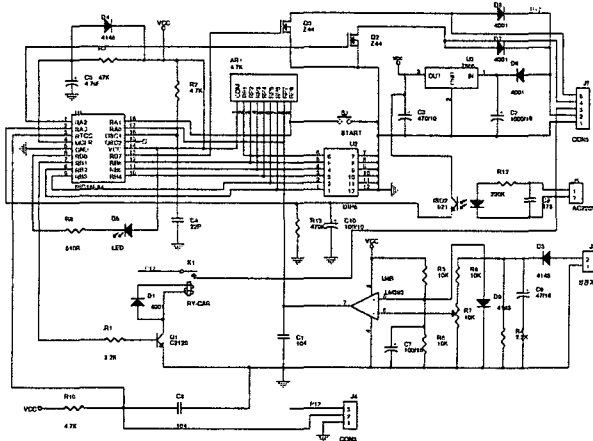


그림 4. 제어 회로도
Fig. 4 Control circuit

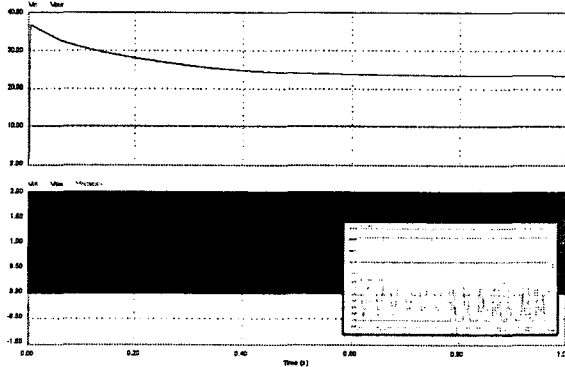
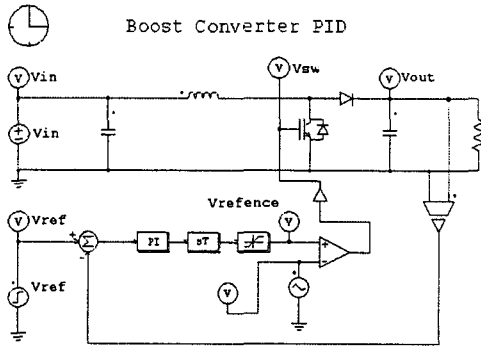


그림 5. PID제어 컨버터의 회로도와 시뮬레이션 파형
Fig. 5 The circuit and waveform of the converter by PID control

복합발전시스템은 출력이 불안정하기 때문에 안정한 출력을 위해 컨버터가 필요하다. 본 논문에서는 높은 전류, 낮은 전압의 입력 특성을 갖고 있기 때문에 승압형 PID제어 컨버터를 적용하였다.

인버터의 스위칭소자는 Power MOSFET로 설계하였으며 이산치 신호에 의해 처리된 출력 시그널의 주파수(또는 스위칭 주파수)는 10kHz로 모델링하였다. 그림 6은 일정부하에서의 인버터 PWM 파형, 출력전압 그리고 출력전류를 나타낸 것이다.

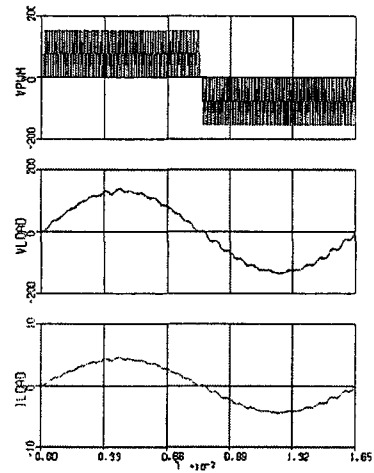
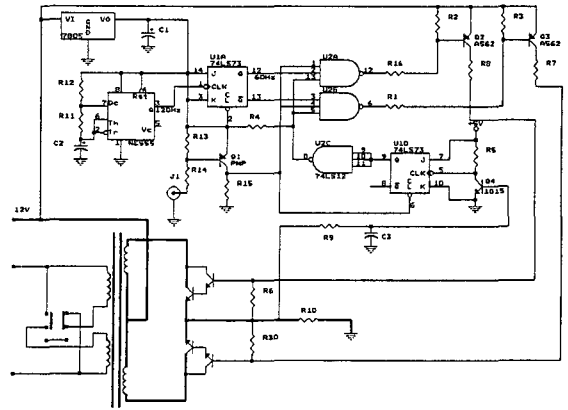


그림 6. 인버터의 회로도와 시뮬레이션 파형
Fig. 6 The circuit and the waveform of the inverter

표 2. 인버터의 사양
Table 2. The specification of inverter

Output voltage	AC 220 [V]
Output power	1 [kVA]
Output frequency	60 [Hz]
Type	PWM
Maximum efficiency	91 [%]

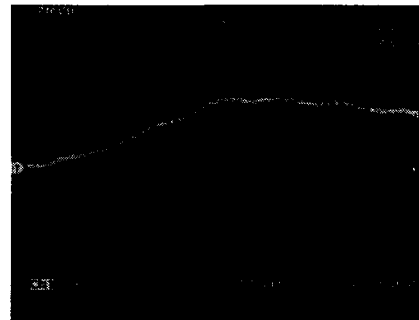


그림 7. 무부하시 보조 전력보상장치의 출력파형
Fig. 7. Waveform of auxiliary generation apparatus

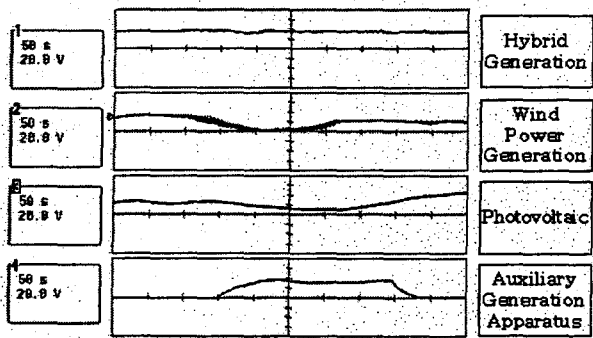


그림 8. 보조 전력보상장치의 출력특성

Fig. 8. The output characteristic of auxiliary generation apparatus

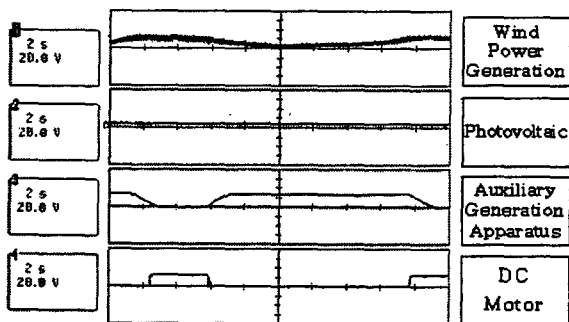


그림 9. 보조 전력보상장치의 구동특성

Fig. 9. The operation characteristic of auxiliary generation apparatus

5. 결 론

태양광과 풍력 복합에너지 발전시스템의 전 시간 안정된 전력 공급을 위하여 태양광과 풍력자원이 충분하지 못할 때 전력을 공급할 수 있는 백업 시스템으로 태엽 스프링의 탄성을 이용한 보조 전력보상장치를 추가적으로 설치하였다.

실험결과 추가적으로 개발되어 설치된 태엽 스프링의 탄성에너지를 이용한 보조 전력보상장치는 태양광과 풍력발전시스템으로 이루어진 복합에너지 발전시스템의 출력이 24V 이상이 되면 보조 전력보상장치의 DC 모터를 동작시켜 소형발전기가 연결된 태엽 스프링을 감아 두었다가 각 시스템의 발전 출력이 24V 이하로 떨어지면 태엽 스프링의 탄성에 의한 회전에너지가 소형발전기를 구동하여 얻어진 전력을 인버터를 통하여 부하에 전력을 연속적으로 공급함을 확인 할 수 있었다.

이때 DC 모터가 동작되는 시간은 약 2분 정도이고 태엽이 풀리는 시간은 최대 약 10분 정도으로써 DC 모터를 동작시킬 때 필요한 에너지 효율보다 태엽이 풀리면서 소형발전기가 동작하여 얻어진 에너지의 효율이 더

크다는 것을 알 수 있었다.

현재의 보조 전력보상장치는 태양광/풍력 Hybrid발전이 기상조건에 따라 정상적인 발전을 하지 못할 때 전력을 보상해주는 시간은 최대 약 10분 정도로 상용전원과의 연계, 축전시설, 보조 발전설비 등과 비교하여 신뢰도나 효율성을 떨어진다. 하지만 보조 전력보상장치에 쓰이는 스프링의 재질이 개선되어 탄성력이 월등히 좋아지거나, 스프링이 일정한 속도로 풀려서 안정한 출력을 낼 수 있도록 하는 기계적인 풀림 제어, 혹은 여러 개의 스프링을 병렬로 연계하여 순차적으로 풀리게 하면 전력을 보상해 주는 시간을 1시간 이상 늘릴 수 있다고 생각한다. 이 연구의 결과 도시보급형 중, 소형 태양광/풍력 복합발전이 적용되어 대체에너지의 효과를 충분히 가질 수 있을 것으로 사료된다.

이 논문은 에너지관리공단 2002에너지학술진흥 2002-N-PV03-P-03-0-000에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- [1] Jung-Yeol Lim, Byeong-Bok Kang, In-Su Cha. (2002) A Study on the Characteristic of the Combined Generation System by Solar and Wind Energy with Power Storage Apparatus for the Geographical Features. Journal of Power Electronics, Vol 2, No. 1, January 2002
- [2] Jeong Il Lee, Jang-Su Suh, Byeong-Bok Kang, In-Su Cha. (2002) Development of combined generation systems that power storage apparatus is applied. KIEE. Vol. 51P, No 4, DEC. 2002
- [3] 兵川圭弘, "太陽光發展入門", オーム社, 1981.
- [4] Dr. F. Lasnier, Tony Gan Ang, "Solar Photovoltaic Handbook", Energy Technology Division Asian Institute of Technology, 1988. Youkihiro Mori, (1987) "Methods for Estimating the Mean and the Standard Deviation of Wind Direction", Journal of Climate and Applied Meteorology, vol. 26, 1987.
- [5] 이춘식 외, "한·독 태양-풍력 복합발전에 관한 연구", 과학기술처, 2N418-3400-2, 1988.