

도시보급용 소형 태양광/풍력 복합발전의 계통연계운전에 관한 연구

지운석, 윤필현, 조경재, 이정일, 임중열, 차인수
 동신대학교 전기전자공학과

A Study on Utility Inter-Active for Urban Photovoltaic/Wind Hybrid Generation System

Woon-Seok Ji, Pil-Hyun Yoon, Kyeng-Jai Cho, Jeong-il Lee, Jung-Yeol Lim
 In-Su Cha
 Dept. of Electrical & Electronics Eng. Dongshin University

Abstract - Photovoltaic and wind power generation have an advantage of unpolluted and unlimited amount of energy resource. Since there is such an advantage in these energies, But photovoltaic system and wind system cannot always generate stable output with ever-changing weather condition. In this paper, the auxiliary power generator for hybrid system(photovoltaic 500[W], wind power generation 400[W]) was suggested.

the auxiliary power generator that uses elastic energy of spiral spring to photovoltaic system was also added for present system. when output of photovoltaic system gets lower than 24[V], power was continuously supplied to load through the inverter by charging energy of spiral spring operates in DC generator.

1. 서 론

화석 에너지 고갈 현상과 그 사용으로 인한 환경 오염 문제를 해결하기 위해 대체에너지의 개발과 보급이 전 세계적으로 대두되고 있다. 수많은 대체에너지 중 효율성과 보편성을 고려하여 발전 가능성이 있는 대체에너지는 단연 태양광발전과 풍력발전을 꼽을 수 있다.

그러나 두 발전 방식은 에너지 밀도가 낮아 일사량, 온도, 풍속, 풍향, 계절 등 기상조건의 작은 변화에도 발전량의 편차가 심하고 출력이 불안정 하여 상용전원과의 연계나 별도의 축전시설 혹은 발전설비 없이 독립으로 사용하기에는 아직 부족함이 많다.

본 연구에서는 태양광/풍력 복합발전설비를 도시에 적용 가능하도록 발전설비의 소용 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 전력발생장치를 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. 시스템 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 전력발생장치로 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 발생시킨다.

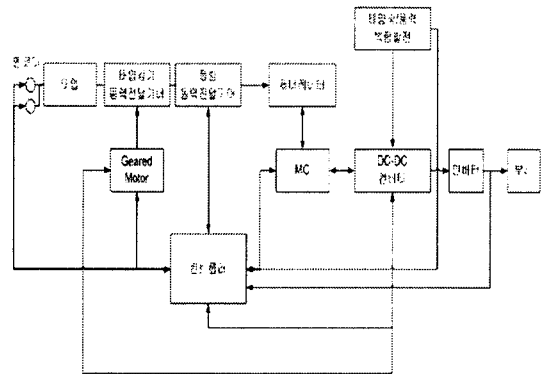


그림 1. 전체시스템의 블록선도
 Fig. 1 Block diagram of system

스프링의 탄성에너지를 이용한 보조 전력발생장치는 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 전력발생장치의 사양이다.

표 1. 보조 전력발생장치의 사양
 table 1. The specification of the auxiliary power generator

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

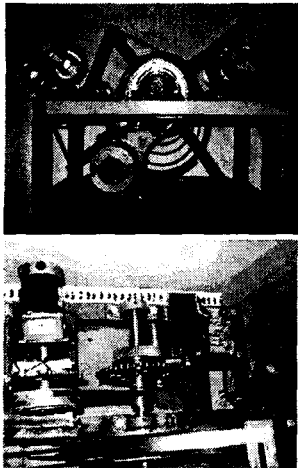


그림 2 보조 전력발생장치
Fig. 2 The auxiliary Power generator

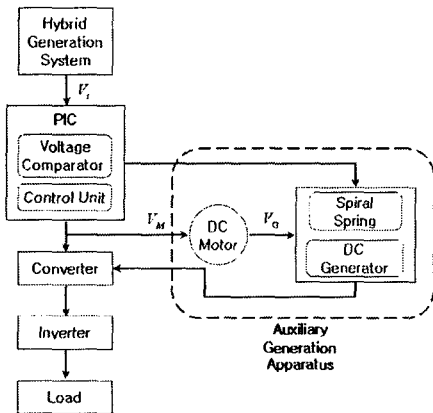


그림 3. 제어의 플로차트
Fig. 3 Flowchart of control

3. 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.

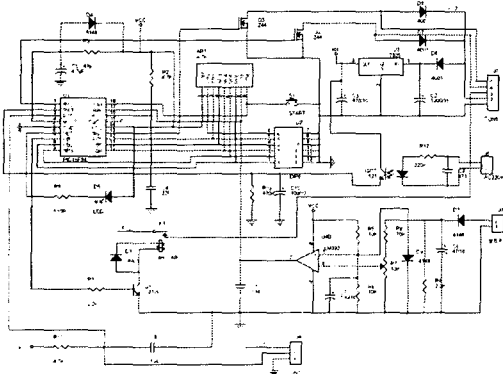


그림 4. 제어 회로도
Fig. 4 Control circuit

복합발전시스템은 출력이 불안정하기 때문에 안정한 출력을 위해 컨버터가 필요하다. 본 논문에서는 높은 전류, 낮은 전압의 입력 특성을 갖고 있기 때문에 승압형 컨버터를 적용하였다. 또한 DC를 상용전원인 AC 220V로 변환하여주는 인버터의 회로도도 시뮬레이션 파형은 그림 6과 같다.

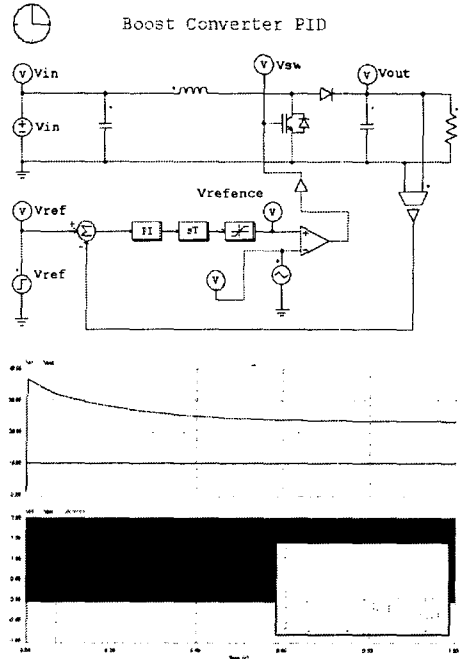


그림 5. PID제어 컨버터의 회로도 및 시뮬레이션 파형
Fig. 5. The circuit and waveform of the converter by PID control

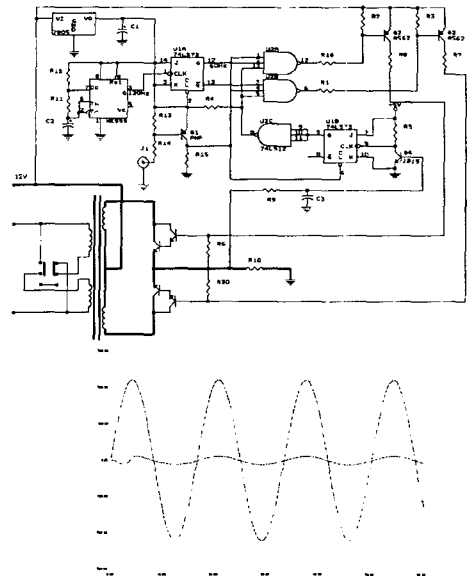


그림 6. 인버터의 회로도 및 시뮬레이션 파형
Fig. 6. The circuit and the waveform of the inverter

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 [%]

력 복합발전에 적용되어 대체에너지의 효과를 충분히 가질 수 있을 것으로 사료된다.

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

[참고 문헌]

[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 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.

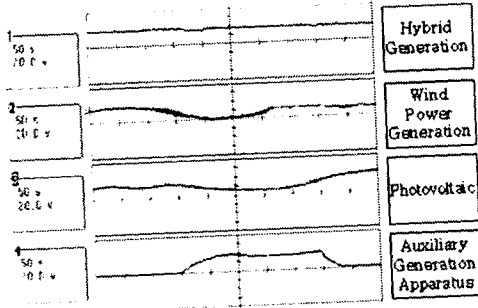


그림 11. 보조 전력발생장치의 출력특성
Fig. 11. The output characteristic of auxiliary generation apparatus

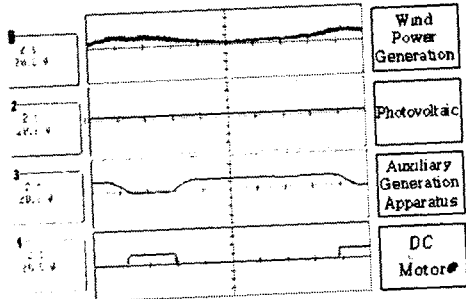


그림 12. 보조 전력발생장치의 구동특성
Fig. 12. The operation characteristic of auxiliary generation apparatus

3. 결 론

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

현재의 보조 전력발생장치는 태양광/풍력 Hybrid발전기 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 전력발생장치에 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 생각된다. 이 연구의 결과 도시보급형 중, 소형 태양광/풍