

태양광·풍력 복합발전 시스템의 최적용량 선정

유권종 송진수 노명근* 성세진*
한국에너지기술연구소 충남대학교*

A least component size design of PV-Wind Hybrid System

Gwon-Jong Yu Jinsoo Song Myong-Gun Noe* Se-Jin Sung*
Korea Institute of Energy Research ChungNam University*

Abstract - In this paper, we simulated the performance of the Cheaju island and developed the hybrid power system based on a least component size design option. This paper performed simulation of economic relation of battery and diesel generation in hybrid power system component.

후 인버터를 사용하여 직류를 교류로 변환시켜 전력을 일반부하에 공급하고, 잉여전력을 전력저장 장치인 축전지에 저장시킨다. 또한 10kW급 태양전지 어레이에서 발생한 전력은 DC/DC 컨버터를 통하여 승강압시킨 후 동일하게 인버터를 통하여 직류를 교류로 변환시킨 후 일반부하에 공급하고, 나머지 잉여전력은 축전지에 저장하였다가 태양광과 풍력의 발전량이 부족할 때 일반부하에 공급한다.

1. 서 론

지구의 환경문제와 화석에너지 자원의 고갈로 말미암아 대체에너지 개발에 관심이 높아지고 있다. 그 중에서도 태양광·풍력은 가장 실용화에 근접하고 있는 대체에너지원이다. 하지만 태양광은 일사량에 따른 발전량의 변화가 심하고, 풍력은 풍속에 따른 변화가 심해서 각각 발전효율이 떨어지는 문제점이 있다. 그래서 각 발전방식의 단점을 보완하는 태양광·풍력 복합발전 시스템을 고려해야 한다. 특히 태양광 발전과 풍력 발전은 시간대 및 계절에 따라 발전량에 있어서 상호보완적인 관계가 있어 전체적인 발전량이 평준화되기 때문에 전력저장 설비의 축소화가 기대되어지고, 복합발전 시스템의 저가화와 다른 발전설비의 의존도를 줄이는데 기여할 수 있다.

태양광·풍력 복합발전을 통하여 전력공급의 안정성, 지속성 및 경제성을 확보하기 위해서는 이를 시뮬레이션을 통해 설치 전에 각각 태양광, 풍력, 배터리, 전력변환기(컨버터, 인버터)의 최적용량을 선정하는 것이 필요하다.

본 논문에서는 10kW급의 태양광·4kW급의 풍력 발전설비의 시스템 구성요소에 대한 최적용량 설정에 관하여 고찰하였고, 그 타당성을 평가하였다.

2. 태양광·풍력 복합발전 시스템 구성

복합발전 시스템의 전체 구성은 다음 그림 1에 나타내었다. 4kW급 풍력발전에서 발생된 교류전압은 정류기를 통해 정류하고, 초퍼를 통해 승강압시킨

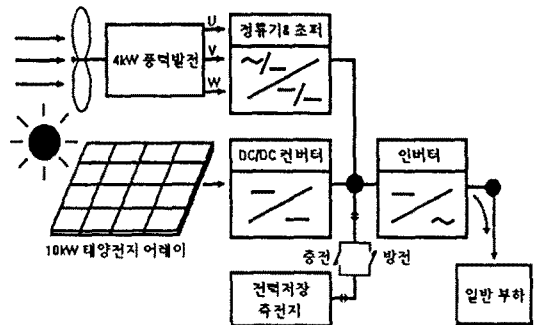


그림 1. 태양광·풍력 복합발전 시스템 구성도

3. 복합발전 시스템 조건 및 시뮬레이션

태양광·풍력 복합발전 시스템의 시뮬레이션에는 미국 National Renewable Energy Laboratory에서 개발한 시뮬레이션 프로그램인 Hybrid 2를 사용하였다.

3.1 태양광·풍력 복합발전 시스템 조건

태양광·풍력 복합발전에 필요한 데이터는 부하, 일사량, 풍속, Power system 등이 있다. 여기에서는 1996년 일년간의 데이터를 Data Time Step를 60min으로 해서 측정하고 사용하였다. 먼저 일반부하는 에어컨, 가로등, 전등, 가전제품 등을 시간별 사용으로 분류하여 한시간 단위로 정리한 것으로 결과는 다음과 같다. 여기에 산정한 Minimum Load

는 0.64kW이고, Maximum Load는 9.54kW이고, Average Load는 5.12kW이다.

기후데이터에 있어서 Wind Speed는 Minimum이 0.0m/s이고, Maximum이 25.55m/s이고, average가 5.99m/s이다. 태양광 발전에 필요한 일사량 데이터는 Maximum이 963.3W/m²이고, Average가 132.79W/m²이다.

Power System은 4kW급의 Wind Turbin을 풍력발전기로 사용하고, 급성 GM-53 모듈 모델(단락전류: 3.35A, 개방전압: 21.7V, 최대전력 전압: 17.4V, 최대전력 전류: 3.05A)을 직렬로 20개, 병렬로 10개 연결한 태양광 어레이를 설치하였다. 이 태양광 어레이는 Peak Voltage가 348V이고, Peak Power가 10.61kW이다. 시스템 최적용량의 결정에 중요한 배터리는 Alcad M340 Nicad Battery를 직렬로 연결하는 것을 기본으로 하고, 충방전기를 사용하여 충방전을 하도록 하였다. 이 시스템에서는 정격용량 20kW inverter를 사용하였고, 정격용량 25kW의 rectifier를 사용하였다.

3.2 시뮬레이션

태양광·풍력 복합발전 시스템의 최적운전을 위해서 독립형에 대해서 배터리와 디젤의 상관관계에 대해서 Hybrid 2 컴퓨터 프로그램으로 시뮬레이션 하여 시스템 Power의 공급특성을 알아보았다. 배터리는 VGS 340V(2V/340Ah) 66개를 사용하고, 디젤발전기 NEGE -105(단상) 10kW급을 사용하였는데, 이와 같은 태양광·풍력 복합발전 시스템에서 연간 생산하는 총 Power는 45,528kW이고, AC primary load는 44,233kW이다. 또한 태양광·풍력복합 발전의 양은 전체 Power의 39.4%에 해당하는 17,470kW가 됨을 알 수 있었다. 디젤의 발전량은 27,882kW로 전체 Power의 63%를 점유하였다.

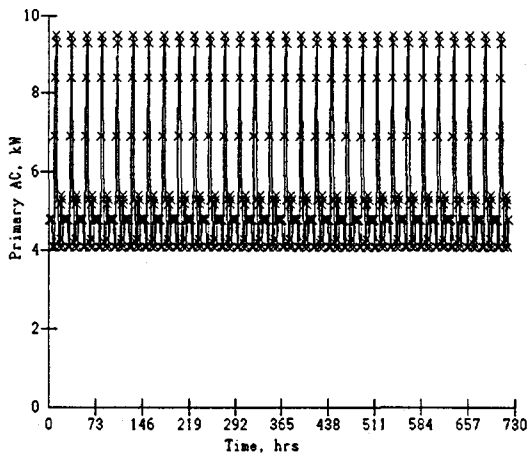


그림 2. Primary AC Load, kW

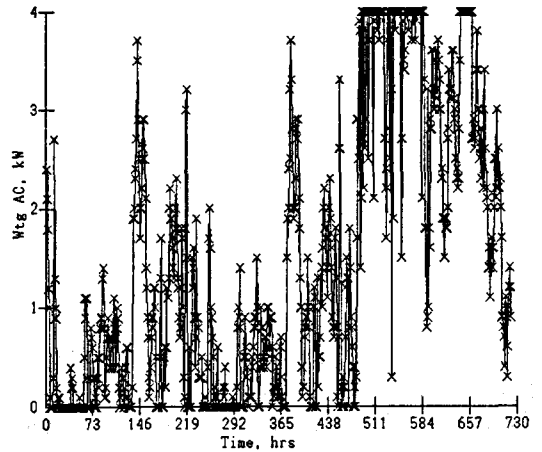


그림 3. AC 풍력 발전량, kW

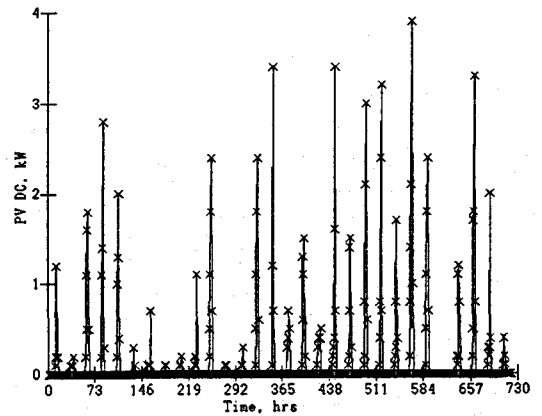


그림 4. DC 태양광 발전량, kW

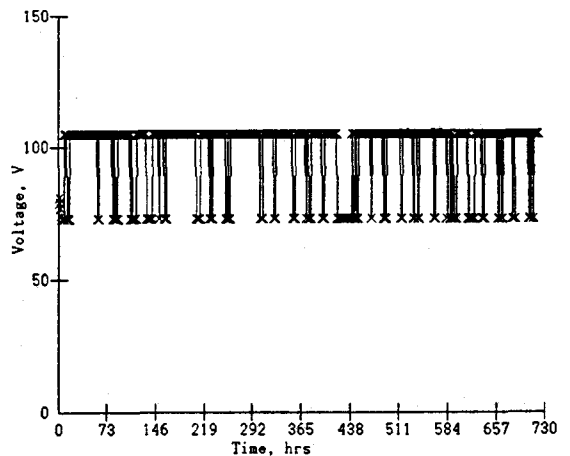


그림 5. 배터리 전압, V

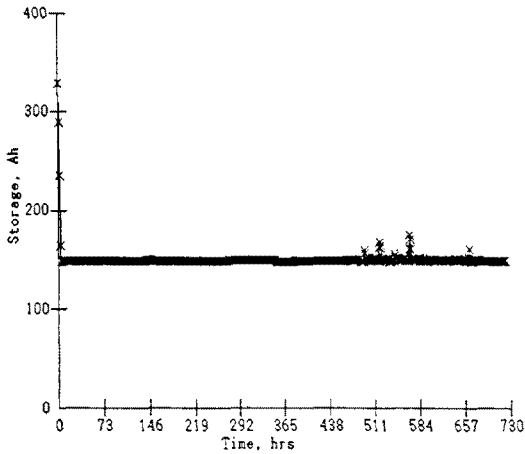


그림 6. 배터리 Storage, Ah

여기에서 시뮬레이션은 연간을 기준으로 했지만 그래프는 한 달을 기준으로 나타내었다. 그림 2는 일반부하인 AC Primary Load를 나타내고 있다. 그림 3은 풍속에 따른 4kW급 풍력발전기의 발전량을 그래프로 나타낸 것이다. 그림 4는 일사량에 따른 10kW급 태양광 어레이의 발전량을 그래프로 나타내었다. 그림 5는 배터리의 전압변동을 보이고 있고, 그림 6은 배터리의 충방전에 따른 배터리의 용량변화(연간 충전량은 226kW, 방전량은 176kW)를 보이고 있다.

4. 고 찰

아래의 그림 7에서 Unmet Load의 Peak값이 9.3kW 정도이기 때문에(연간 27.952kW) 독립형에서는 디젤발전기의 Power가 적어도 10kW이상은 되어야 부족한 Power를 디젤발전기로부터 제공할 수 있다는 것을 알 수 있다.

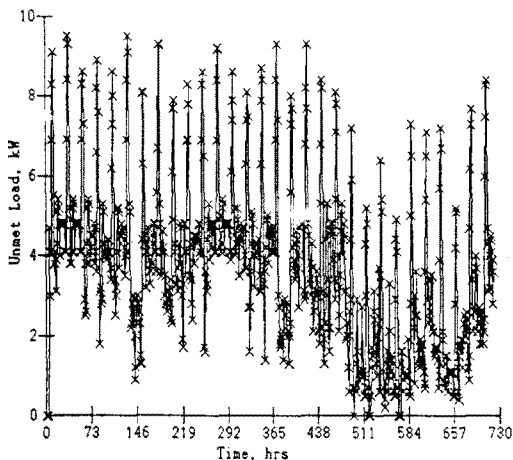


그림 7. Unmet Load, kW

따라서 본 논문에서 사용하고 있는 일반부하에 대해서 디젤발전기는 NEGE-105(단상) 10kW급을 사용하면 부하에 충분히 Power를 공급할 수 있다. 그리고 이러한 디젤발전을 기초로 배터리와의 상관관계를 고찰하면, VGS 340V(2V/340Ah) 배터리를 66개 투입하였을 때까지 Unmet Load가 발생한다(0.1kW). 따라서 이 시스템에서는 충전기를 사용하였을 때, 67개의 배터리를 직렬로 연결하는 것이 최적구성임을 알 수 있다. 이때의 소요금액을 살펴보면 다음과 같다.

배터리의 가격은 19,095,000원(대당 285,000 × 66대)이고, 여기에 사용된 10kW 디젤발전기의 표준형은 5,950,000원이다. 일년간 들어간 연료는 총 22,242.7리터이고, 연료인 경유가격은 현재 리터당 372원이므로 10년간을 기준으로 하면 디젤발전의 소요가격은 88,692,844원이다.

3. 결 론

본 논문에서는 태양광·풍력 복합발전 시스템을 최적으로 구성하였다. 특히 일반부하와 배터리의 용량·전압, 그리고 디젤발전의 관계를 통하여 배터리와 디젤발전의 최적으로 선정하여 구성하였다.

하지만 신 에너지 발전량(태양광, 풍력)에 비해 디젤의 발전량의 점유율(63%)이 높기 때문에 환경오염의 측면이나 화석에너지의 대체를 위해서는 디젤을 줄여야 하는데, 이를 위해서는 경제적, 환경오염의 문제까지 포함시켜서 선정하는 것이 바람직할 것이다.

앞으로는 배터리에 대한 더욱 정밀한 시뮬레이션을 통해서 신뢰성이 높은 최적구성을 하고자 한다.

참고문헌

- [1] Green, H ; Manwell, J.(1995). "Hybrid2 -A Versatile Model of the Performance of Hybrid Power Systems." Presented at the American Wind Energy Association's Wind power '95 Conference, Washington D.C., 27-30 March(1995)
- [2] Infield, D., et al.(1994) "Engineering Design Tools for Wind Diesel Systems." Final report on CEC contract JOUR-0078. Report RAL-94-001/007./Didcot:RAL
- [3] Uhlen, K., Skarstein, O., Toftvevag, T., Tande, J.O..(1989). "Design and Operation of the Full Scale Norwegian Wind/Diesel Laboratory Model." European Wind Energy Conference, Glasgow, Scotland: Peter Peregrinus Ltd. pp.209-213
- [4] Jim Green, "Hybrid 2. The Hybrid System Simulation Model User Manual", PP. 01 - 43, June 1996.