

태양광 발전시스템의 모듈온도와 일사량에 따른 전력 패턴 분석

홍정희, 최용성, 이경섭
동신대학교 전기공학과

Power Pattern Analysis According to Irradiation and Module Temperature for Photovoltaic Systems

Jung-Hee Hong, Yong-Sung Choi, Kyung-Sup Lee
Dept. of Electrical Eng., Dongshin University

Abstract - This paper aims to investigate generation conditions necessary for the most efficient generation by measuring electricity power under various irradiation conditions, since the photovoltaic generation system has high costs and low efficiency. This thesis aims to investigate generation conditions necessary for the most efficient generation by measuring electricity power under various irradiation conditions, since the photovoltaic generation system has high costs and low efficiency. Although the generation power increased with the irradiation, the former did not vary directly as the latter. This meant that the variation of the generation power was concerned in the temperature of a module, the ambient temperature, and the directions of irradiation as well as the irradiation. As for the monthly accumulated irradiation and monthly accumulated power, the maximum irradiation and generation power were observed in May and October and the irradiation, the power and the accumulated generation power were all the highest in spring, followed by fall, summer and winter.

량 증가를 역시 세계 1위를 기록하고 있다. 세계기후협약 이행이 늦추어지고는 있지만 머지않아 우리도 여기에 참여하지 않을 수 없는 형편이어서 대체에너지 개발의 필요성은 더욱 절실하게 요구되고 있는 실정이다.

태양에너지는 지구의 위치에 따라 받는 양에 차이가 크며 열대지방은 1㎡당 2,500[kWh]의 태양에너지를 받는 데 비해 양 극지방은 불과 1㎡당 500[kWh]를 받고 우리나라의 경우는 1㎡당 1,250~1,500[kWh]의 태양열을 받는 것으로 추정된다. 이 태양에너지를 전기에너지로 전환하여 사용하는 방법으로 전력계통과의 연계관계에 따라 독립형과 계통 연계형으로 분류되며 구성은 태양광을 직접 전기에너지로 변환시키는 기술로 햇빛을 받으면 광전효과에 의해 전기를 발생하는 태양전지(solar cell)로 구성된 모듈(module)과 발전된 직류 전력을 교류전력으로 변환시키는 인버터, 전력계통과 연계시키기 위한 계통연계장치, 그리고 발전시간대와 부하사용 시간대가 다른 경우 독립형으로 전력을 저장하는 축전지 등으로 구성된다. [3]~[7]

따라서, 본 논문에서는 이러한 구성장치에 의해 넓은 부지가 필요하며 햇빛의 방향에 따라 또는 태양전지에 입사하는 일사량의 정도에 따라 많은 발전전력에 차이가 있으므로 태양광 발전의 경우 발전단가가 높고 효율이 낮기 때문에 일사량에 따른 전력을 측정하여 효율적인 발전에 필요한 조건을 알아 보기위해 2007년 1년간의 실중운전을 통한 일사량과 전력발생량을 비교 분석하였으며 또한 햇빛의 일사량은 시간대별, 일별, 월별, 년별로 각각 달리 측정되므로 각각의 일사량에 따른 전력패턴을 분석하여 태양광 발전에 필요한 일사량과 전력과의 상관관계를 연구하였다.

1. 서 론

현재 지구상의 에너지는 원유, 석탄, 천연가스 등 화석 연료를 주 에너지원으로 의존하고 있고 70년대 후반 석유파동 이후 화석연료의 유한성을 인식하게 되었으며 화석연료 사용으로 인한 지구 온난화가 사회문제로 대두되면서 전 세계적으로 대체에너지 개발에 박차를 가하고 있는 실정이다.

대체에너지는 석탄, 석유, 원자력 및 천연가스가 아닌 태양에너지, 바이오매스, 풍력, 소수력, 연료전지, 석탄의 액화, 가스화, 해양에너지, 폐기물에너지 등으로 구분되고 있고 이외에도 지열, 수소, 석탄에 의한 물질을 혼합한 유동성 연료를 의미하며 넓은 의미로는 석유를 대체하는 에너지원으로 좁은 의미로는 신·재생에너지원으로 구분된다. [1], [2]

최근 유가의 불안정, 기후변화협약의 규제 대응 등 신·재생에너지의 중요성이 재인식되면서 에너지공급방식이 중앙 공급식에서 지방 분산화 정책으로 전환하는 시점과 맞물려 환경, 교통, 안보 등을 고려한 Local 자원의 활용 측면에서도 적극적인 추진이 요망되고 있는 실정이며 기존 에너지원 대비 가격 경쟁력 확보 시 신·재생에너지산업은 IT, BT, NT산업과 더불어 미래 산업, 차세대산업으로 급진장이 예상된다.

최근 10년간 우리나라의 에너지 소비는 매년 10[%]라는 세계 최고의 증가율을 기록하고 있으며 온실가스배출

2. 시료 및 실험방법

태양광 발전설비의 출력 및 상태를 감시하여 항상 최적의 상태로 동작되도록 하며 기동은 태양전지의 개방전압을 감시하여 설정치를 넘으면 자동적으로 기동하며 정지는 태양전지의 출력 전류를 감시하여 설정치 이하가 되면 자동적으로 운전을 정지하도록 설계하였다.

Soft-start는 부하의 기기 또는 제품의 장치가 전원스위치 ON 상태에서 전원을 공급해야 할 경우가 있으므로 들인전류를 방지하기 위하여 2~20초의 Wait In Time 기능을 갖도록 하며 최대출력점 추적제어(Maxim Power Point Tracking)는 태양전지의 출력특성은 온도, 습도 등에 따라 변동하므로 태양전지로부터 외부 변화 요인에 따라 최대출력을 낼수 있도록 최대출력점 추종제어를 하도록 하였다.

출력과전압 검출회로(Output Over Volatge, O.O.V)는 인버터 제어회로 이상으로 출력전압이 상승될 경우 기기 또는 제품의 손상을 방지하기 위하여 출력전압이 $\pm 10\%$ 를 벗어나면 정지되는 기능을 갖추도록 하였다.

출력 과전류 검출회로(Output Over Current, O.O.C)는 과부하시 또는 선로의 단락시에 전류제한 모드에 의해 주어진 시간동안 동작하여야 하며, 순간단락이나 급격한 부하변동에 의한 출력과 전류변동현상이 수초이상 계속되면 인버터는 정지해야하며 주어진 시간내에 과전류 모드가 해제 되면 인버터는 정상적인 모드에서 운전되는 기능을 갖추도록 하였고 과열검출 및 정지 (Over Temp.)는 전력소자에서 발생한 열에 의한 기기손상을 방지하기 위하여 일정온도 이상 운전시 Thermal Relay 동작에 의하여 인버터를 정지하도록 해야 하며 단독운전 방지 (Islanding)는 한전 배전선로의 단락 또는 인버터 고장시 운전을 중단하고 계통 및 부하를 분리하도록 하였고, Trip 재기동은 계통 이상에 따라 발전설비 운전 중단 상태에서 계통정상화 될 경우 일정시간 경과 후 발전설비가 정상 가동되도록 설계하였다.

인버터의 주요 사양은 인버터모델은 LSP-S001L이고 단상이며 운전방식은 계통 연계형이며 정격전압은 324[V_{dc}]이고 전압범위는 200~420[V_{ac}]이며 제어방식은 MPPT제어이다. 정격용량은 1000[W]이고 정격전압은 207~233[V_{ac}]이며 주파수는 59.8~60.2[Hz]이고 전류 왜율은 총합 5% 이하, 각차 3% 이하이며 순수 정현파 출력이며 N+X 병렬 운전이 가능하도록 하였다. 또한, Wall-Mount 디자인으로, RS-232 통신 기능과 Power Saving Mode를 갖으며, 부하에 따라 팬 스피드 자동 조절 기능을 갖도록 하였다. 제어방식은 PWM이고 역률은 98% 이상으로 되어 있으며 효율은 95% 이상이다. 그리고 0.5초 이내로 단독운전방지로 설정되어 있고 시스템 특성으로써 외형은 266×384×144이며 무게는 12[kg]이며 냉각방식은 강제 공랭식이며 소음은 50[dB] 이하이며 외함 보호 구조는 IP21이다. 통신은 RS-485이다. 보호기능은 입력 저전압 및 과전압, 계통 저전압 및 과전압, 입력 과전류 및 출력과전류, 계통주파수 이상, 시스템과열, 단독운전방지 등으로 되어 있다.

순수 정현파 출력이며, N+X 병렬 운전이 가능하다. 또한, Wall-Mount 디자인으로, RS-232 통신 기능과 Power Saving Mode를 갖으며, 부하에 따라 팬 스피드 자동 조절 기능을 갖도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

태양광발전 시스템의 전력발생은 일사량에 의해 크게 작용되며 그 외 모듈온도와 태양과 모듈과의 각도에 의해 변화하므로 태양의 방향을 추적하는 위치 추적식과 고정식의 경제성 검토가 필요하다. 그림 1은 일사량과 온도변화에 의한 전력패턴변화를 비교한 결과로서, 전력량이 최대일 때는 164[Wh]로 이때의 일사량은 911[W/m²]이고 모듈온도가 40[°C], 외기온도는 25[°C]가 측정되었으며, 일사량이 최대일 때는 922[W/m²]이고 이때의 전력발생량이 162[Wh]이고 모듈온도는 43[°C], 외기온도는 27[°C]가 측정되었다. 실험 결과 값에서와 같이 일사량에 의해서만 전력발생량이 변화하지 않고 외기온도와 모듈온도, 모듈과 태양과의 각도에 의해서도 좌우됨을 알 수 있었다.

그림 2는 월별 일사량 중에 동일 일사량을 인위적으로 적용하여 온도변화에 의해 직류전압과 전류변화를 측정 한 것으로 같은 일사량이라도 모듈온도에 의해 전압과

전류의 차이가 발생하였다.

일사량이 200[W/m²]일 때 전압은 약 290[V]이고 전류는 약 0.6[A]정도로 측정되었고, 일사량이 600[W/m²]일 때 전압은 약 270[V]이고 전류는 약 1.8[A] 정도로 측정되었으며 이는 일사량이 증가할수록 직류전압은 감소하고 직류전류는 증가하는 것을 알 수 있고 이 또한 비례하여 변화하지 않음을 알 수 있었다.

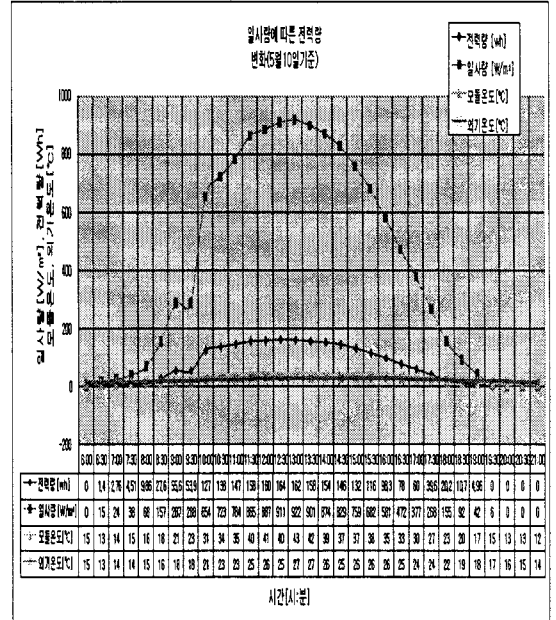


그림 1. 일사량과 온도변화에 따른 전력변화(1)

Fig. 1. The power change according to the variation of irradiation and temperature(1)

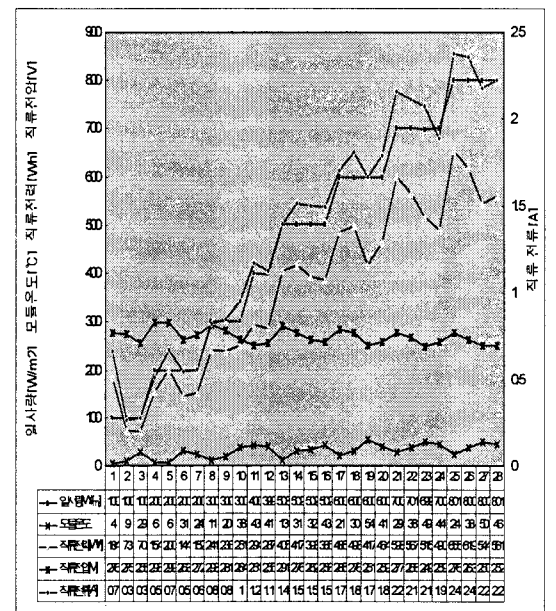


그림 2. 일사량과 온도변화에 따른 전력변화(2)

Fig. 2. The power change according to the variation of irradiation and temperature(2)

4. 결 론

본 논문은 예서는 태양광 발전의 경우 발전단가가 높고 효율이 낮기 때문에 일사량에 따른 전력을 측정하여 효율적인 발전에 필요한 조건을 알아보았으며, 햇빛의 일사량은 시간대별, 일별, 월별, 년별로 다르게 측정되므로 각각의 일사량에 따른 전력패턴을 분석하여 태양광 발전에 필요한 일사량을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

또한 월간 일사량누계와 전력 발생량 누계의 경우 5월과 10월에 최대 일사량과 최대 전력발생량이 측정되었고 봄, 가을, 여름, 겨울 순으로 일사량과 전력 발생량 누계가 감소되는 것으로 측정되었다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이순형, “태양광 발전 시스템의 계측과 설비”, 기다리사, p. 3~4 (2008).
- [2] 하백현, “에너지공학 개론 자원 및 응용”, 청문각사, pp. 137-138 (2004).
- [3] 신·재생에너지 개발보급 촉진법 제2조, 신·재생에너지 설비의 지원, 설치관리에 관한 기준, 산업자원부 고시 제2006-9호.
- [4] 이재형, “태양전지 원론”, 홍릉과학출판사, pp. 104-117 (2005).
- [5] 에너지경제연구원 “에너지 수요 전망”, 제10권 1호 (2008년).
- [6] Man Gu Kang et al, “Solar Energy Materials and Solar Cells”, Vol. 90, Issue 5, pp. 574-581 (2006).
- [7] Zhao Zhengming, Chen Kuntun, Yuan Liqiang, “Implementation of a stand-alone Photovoltaic Pumping System with Maximum Power Point Tracking”, proceedings ICPE’01, Seoul, pp. 635-638 (2001).