

## 독립형 태양광, 풍력, 소형발전기 복합시스템에서 안정적인 전력공급을 위한 컨트롤러에 관한 연구

(The Study on the Controller for Supplying Stably Power with a Stand-Along Photovoltaic/Wind/Small Generator Hybrid Power Generation System)

최병수\* · 김재철\*\*

(Byoung-Soo Choi · Jae-Chul Kim)

### Abstract

The object of this paper is the controller for supplying stably power in a separate house in which a hybrid electrical storage system with a stand-alone photovoltaic/wind power generation system and a small generator is applied. In the photovoltaic/wind hybrid power system used in the separate house, when only the battery is used in sunless days, the capacity of the battery is become larger. In particular, as in recent days, if cloudy days are frequent due to anomaly climate, it is difficult to estimate the number of sunless days. Accordingly, it is preferable to build the electrical storage system that numbers of sunshineless days are to be controlled and a shortage amount of the power generation capacity is to be handled by a small generator system. In order to supply stably power of new renewable energy such as solar to any separate houses, it is preferable to reduce the capacity of battery by decreasing the number of sunless days when estimating the capacity of battery and to drive the small generator for compensation of the power shortage. Such system needs components including inverters for photovoltaic and wind power generation system, batteries and controllers for automatically driving the small generator, based upon the nature of the stand-alone house, and it is preferable to use the controller having a simpler and higher stability by adopting the all-in-one scheme to facilitate its maintenance.

Key Words : Stand Alone, PV System, Wind Turbine, Lead Acid Battery, Charger, Controller, Generator

### 1. 서 론

현대사회에서 가장 많이 사용되는 에너지원의 하나는 전기로 대부분 화력이나 원자력에 의존한다. 화력은 연료의 한계성과 지역편중에 의한 공급의 불안정, 화석연료의 연소에 의한 생태계와 오존층 파괴의 주

\* 주저자 : 숭실대학교 전기공학부 박사수료  
\*\* 교신저자 : 숭실대학교 전기공학부 교수  
Tel : 02-820-0647, Fax : 02-817-0780  
E-mail : jckim@ssu.ac.kr  
접수일자 : 2012년 2월 13일  
1차심사 : 2012년 3월 6일, 2차심사 : 2012년 3월 19일  
심사완료 : 2012년 4월 2일

요인이다. 원자력의 경우도 안정성의 문제와 방사능 폐기물의 처리 및 발전소 건설장소 선정의 어려움이 있다. 이로 인하여 신재생에너지에 대한 관심이 지속적으로 이루어져 왔으며, 최근에는 고유가의 지속으로 인한 경제성 제고와 온실가스 감축 압력이 거세져 신재생에너지는 국내외를 막론하고 신성장 동력으로 부상하고 있다.

신재생에너지는 대부분 풍력이나 태양광 등과 같은 불규칙한 자연에너지원으로서 기후조건에 영향을 많이 받기 때문에 양질의 발전을 하기위해 두 가지 이상의 신재생에너지를 병합한 복합발전 시스템의 출력제어와 용량산정 등 설계 최적화에 관한 연구들이 발표되었다[1-3].

계통연계가 되지 않은 도서지방이나 산간지방의 독립된 수용가에 전력을 공급하기 위해서는 전력계통이 있는 곳에서 수용가까지 연계가 필요한데 이는 지형과 거리등으로 때로는 수억 원에서 많게는 수십억 원 이상의 막대한 비용이 들게 된다. 그러므로 계통연계가 되지 않은 독립가옥이나 몇 가구 정도의 소규모 마을에 전력을 공급하기 위한 방안으로 최근에는 신재생에너지에 의한 전력공급도 많이 연구되었다. 이러한 신재생에너지에 의한 소규모 복합발전으로 독립가옥에 전력을 공급하기 위해서는 일조가 없을 때와 부하로 전력을 공급할 때 전기저장장치의 구축과 활용은 매우 중요하며 이에 축전지의 적절한 용량과 잔존용량을 측정하는 연구도 발표되었다[4-6].

요즘같이 이상기후가 빈발하고 향후 이런 이상기후가 점증할 것으로 예상되는 때는 축전지의 용량산정에서 기존의 계산방식인 부조일수를 3~4일로 하고 축전지로만 부하의 전력을 담당하도록 하면 부조일에 필요한 소비전력을 축전지로만 대응하려던 축전지용량은 무의미하게 되며 정전으로 이어진다. 그러므로 독립가옥이나 소규모 마을에 태양광 등의 신재생에너지에 의한 안정적인 전력공급을 위해서는 가격이 비싼 축전지 용량을 최소화하면서 부하에 영향을 주지 않는 전력공급이 필요하다. 이는 태양이 없는 날 즉 비, 눈, 흐림, 구름 많음 등의 부조일을 4일로 하고 4일을 넘을 때는 소형발전기를 가동하여 전력공급을 하는 것이 설치 운용 면에서 경제적이다.

특히 독립가옥이나 계통연계가 되지 않는 소규모 마을은 시스템의 구조가 간단하고 고장이 적으며 부하의 증가에 따른 발전용량을 간편하게 늘릴 수 있어야 한다. 이러한 시스템에서 평상시에는 태양광과 풍력으로부터 온 에너지를 적절한 전압으로 축전지에 저장하거나 부하에 공급하는 인버터와, 부조일에는 축전지에 저장된 전력이 설정용량보다 적을 때 발전기를 가동하여 전력을 공급해야 한다. 그리고 전력 공급의 중단 없이 안정적인 전력을 공급하기 위해서는 축전지에 저장된 전력이 설정용량보다 적으면 발전기를 먼저 가동하고 발전기의 운전이 안정되면 축전지에서 부하로 가는 전력을 차단하여 무정전으로 전력을 공급할 수 있는 지연기능이 포함된 컨트롤러가 필요하다. 이러한 기능들은 일체형으로 되어야만 유지보수가 쉽다. 축전지도 현재는 납축전지를 사용하는 경우가 많지만 앞으로 리튬이온전지의 활성화가 기대되는 바 이런 축전지를 동시에 사용할 수 있는 컨트롤러가 필요하므로 본 논문에서는 이러한 기능들이 포함되고 유지보수가 편리하도록 일체형이 된 단순하고 안정성이 높은 컨트롤러를 제안한다.

## 2. 시스템 구성안

신재생에너지는 에너지밀도가 낮고 일사량, 온도, 풍속, 계절 등 기상조건에 따라 출력이 불안정하며 지속적이지 못하다는 단점이 있지만 무한한 청정에너지이기 때문에 세계 어느 곳에서나 에너지원이 존재하여 전력이 필요한 곳에 생산설비만 갖추면 된다는 장점이 있다.

태양광발전은 일사량이 많은 곳이 유리하지만 일반적으로 1일 평균 3.8~4시간 발전이 가능하다. 풍력발전은 이상적인 회전자일 경우에 회전자에서 얻을 수 있는 동력이 풍력에너지의 59.3[%]임을 Bets에 의해 밝혀졌지만 실제의 변환효율은 15~30[%]정도로 본 논문에서는 바람이 적은 내륙지역임을 감안하여 풍력의 비중을 적게 하고 발전용량을 늘리기 쉬운 태양광의 비중을 높게 하였다.

시스템 설계에 있어서 부하의 크기 및 운영조건에 따라 태양전지와 풍력발전기 및 축전지 용량을 결

정하기 위해 가장 먼저해야할 일은 부하특성분석이다[7].

수전가의 시스템 용량은 보통 독립가옥에서 꼭 필요한 최소한의 소비전력을 기준으로 전등, 냉장고, 세탁기, 텔레비전, 컴퓨터 등을 기본으로 하여 월 평균사용량을 산출하는데 여기에 커피포트, 전기다리미, 선풍기, 모터펌프, 앰프 등은 기타 사용량으로 30[%]를 고려하여 추산해보면 표 1과 같이 전기 기구들의 최대소비전력의 합은 1,812[W]이며, 월 총 소비전력은 145.86[KWh]이다[6].

표 1. 월 사용전력량 추산  
Table 1. Amount of Consumed Power in one month per a house

품목	전 등	냉장고	세탁기	텔레비전	컴퓨터	기타	합계
규격	거실 1등 방 2등	760L	13Kg	LED 32"	데스크탑	30[%]	
소비전력	70[W] 35W×2	350[W]	550[W]	200[W]	200[W]	372[W]	1812[W]
일 소비 전력량	400[Wh]	1300[Wh]	333[Wh]	1600[Wh]	107[Wh]	1122[Wh]	4862[Wh]
월 소비 전력량	12[KWh]	39[KWh]	10[KWh]	48[KWh]	3.2[KWh]	33.66[KWh]	145.86[KWh]
비교	LED 등	국내 L회사 투도어	국내 L회사 1회/3일	국내 L회사 8시간/일	국내 L회사 4시간/일	총 전력× 0.3	

이렇게 산출한 독립가옥의 한 달 소비전력량에 필요한 시스템 발전용량은 1.2[KW]의 태양전지 모듈과 200[W]의 풍력발전기를 장착했을 때 태양광발전의 1일 평균 발전가능 시간을 약 4시간, 풍력발전기의 1일 발전가능 시간을 2.4시간으로 하면 한달 발전 가능예상량은

$(1.2[KW] \times 4 + 0.2[KW] \times 2.4) \times 30 = 158.4[KWh]$   
로서 적정하다.

그림 1은 본 논문에서 제안하는 독립형 태양광풍력 복합발전 파워시스템의 구성안을 보여준다.

신재생에너지를 이용한 풍력발전기(0.2[KW])와 태양광모듈(1.2[KW])로부터 발생된 전력은 인버터

에서 교류로 변환되어 수용가에 전달된다. 수용가에서 사용하고 남은 전력은 축전지에 저장하였다가 풍력이나 태양광이 발전되지 않는 휴지시간에 공급한다.

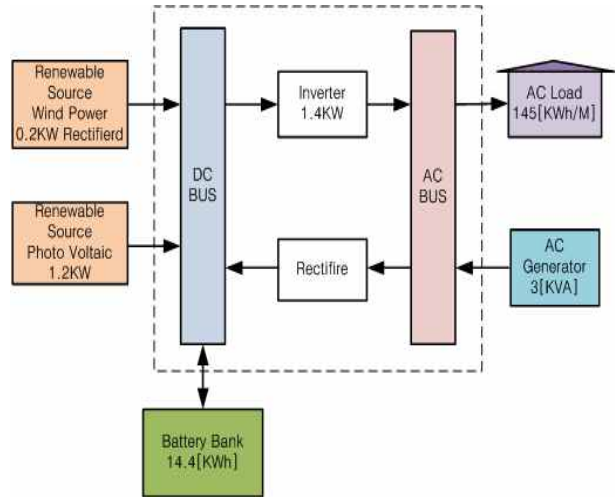


그림 1. 단독가구일 때 시스템 구성  
Fig. 1. System View in case of Detached House

그림 1에서 정류기와 인버터는 별도로 표시되는데 양방향인버터로 결합할 수 있으며 발전기와 부하를 공유하거나 발전기로부터 전력을 받아 충전기로 축전지에 충전할 수 있다. 컨트롤러는 시스템의 전반적인 운영을 제어하기 위해 필요하며, 이러한 하이브리드시스템은 전원의 중단 없이 부하에 전력을 공급하기 위해 적절하게 가동하고 높은 평균 운영전력으로 연료 효율을 극대화할 수 있다[8].

### 3. 부조일에 따른 축전지 용량의 산정

독립가옥에서 최적의 축전지 용량의 산출식으로 1일 누적 부하량과 축전지 보수효율, 인버터 효율, 축전지의 방전심도, 축전지 공칭전압 등이 포함된 식 (1)을 적용한다[6]. 그러나 요즘처럼 이상기후가 빈발하고 향후에도 이상기후가 점증할 것으로 예상되어 축전지 용량산정에 중요한 파라미터인 부조일이 4일을 훌쩍 넘어 발전기가동 일이 많을 것으로 보인다.

$$AH_e = \frac{P_{load} \times n}{\eta \times \zeta \times d \times V_{bat}} \quad (1)$$

- AH : 축전지 용량[Ah]
- n : 부조일수[Day]
- V<sub>bat</sub> : 축전지 공칭전압[V]
- η : 축전지 보수효율
- ζ : 인버터 효율
- d : 축전지 방전심도
- P<sub>load</sub> : 1일 누적 부하량[Wh/일]

표 2는 우리나라 수원지방 2011.1~2011.12의 1년간 부조일수를 나타낸 것으로 이 기간의 부조일수는 무려 174일이었다.

특히 2011년 수원지방의 7월과 8월의 부조일수는 각각 25, 24일로서 비, 흐림, 구름 많음, 눈 등의 해가 없는 날이 너무 많아서 태양광으로는 발전이 제대로 이루어지지 못했다. 이런 때에는 독립형 태양광과 풍력의 복합발전의 경우 기존의 부조일 3~4일을 기준으로 한 축전지용량의 산정은 무의미하여 정전으로 이어진다. 따라서 안정적인 전력공급을 위해서는 발전기를 가동하여야 한다.

#### 4. 소형발전기

소형발전기는 시스템 설계시 부조일이 1일이 넘거나 유사시에만 부족한 전력을 공급할 때 가동한다. 소형발전기를 자동으로 구동하기 위해서는 납축전지의 과충전과 과방전에 대한 모니터링과 잔존용량의 모니터링에 필요한 개별 축전지 전압의 모니터링, 원격통신 및 제어프로그램과 데이터 자동 분석 프로그램이 추가되어야만 축전지 상태에 따른 전력 충방전의 자동관리가 된다[9].

소형발전기는 가구당 3[KVA]정도의 사용출력이 되는 용량으로, 자동으로 기동과 정지할 수 있는 발전기를 선택하며, 한 가구 이상 소규모 가구일 때는 발전기 한 대로 전 가구를 커버할 수 있는 용량으로 하면 효율과 유지보수 면에서 유리하다.

표 2. 2011.1 ~ 2011.12 수원의 부조일 수  
Table 2. Number of sunless days during January 2011 to December 2011, in Suwon

년 월	부조일 (비, 구름 많음, 흐림, 눈)						부조일에 따른 발전기 가동일			
	1일	2일	3일	4일	5일	7일	1일	2일	3일	4일
2011.1	일	1	2				9	6		
	회	3	3							
2011.2	일		2	3	4		9	9	7	4
	회		1	1	1					
2011.3	일	1	2	3			7	5	3	
	회	2	1	1						
2011.4	일	1	2	3			11	7	3	
	회	4	2	1						
2011.5	일	1	2	3	5	7	18	17	15	12
	회	1	1	1	1	1				
2011.6	일	1	2	9			17	15	9	9
	회	2	3	1						
2011.7	일		3	10	12		25	25	22	22
	회		1	1	1					
2011.8	일		2	3	4	15	24	24	22	19
	회		1	1	1	1				
2011.9	일		2	3	7		12	12	10	7
	회		1	1	1					
2011.10	일	1	2	3	4		10	9	7	4
	회	1	1	1	1					
2011.11	일	2	4	5	8		19	19	17	13
	회	1	1	1	1					
2011.12	일	1	2	3			13	9	3	
	회	4	3	1						
합계	174						174	159	108	86

\* 미디어 다음 날씨 참조

#### 5. 독립가옥용 컨트롤러

##### 5.1 태양광/풍력/발전기에 의한 축전지 충방전과 발전기 자동구동 컨트롤러

그림 2는 본 논문에서 제안하는 독립가옥이나 소규모가옥에서의 축전지의 충방전과 자동발전기의 가동 순서도를 나타낸 것이다.

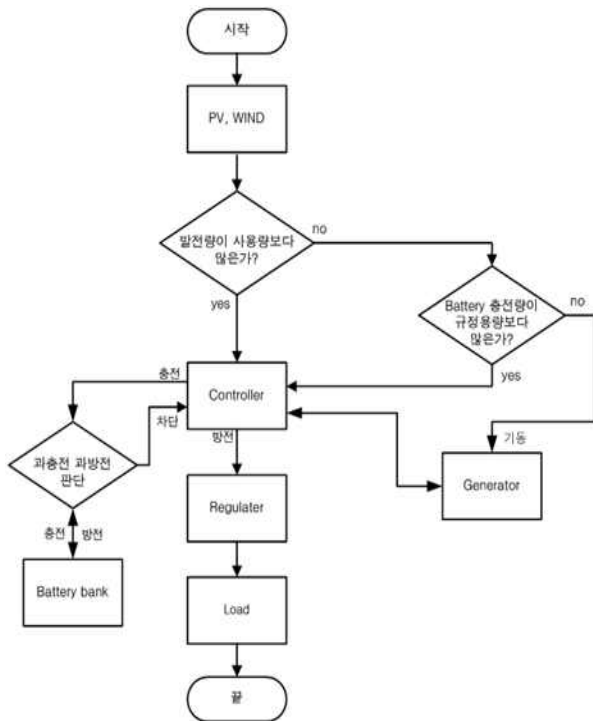


그림 2. 독립가옥의 태양광/풍력/발전기에 의한 축전지 충전방전과 발전기 자동가동 순서도  
 Fig. 2. Flowchart showing the battery charge/discharge and the generator automatic driving sequence by PV/WP/Gen in the stand alone house

태양광과 풍력의 발전량이 규정보다 적을 때 전류가 축전지에서 역류하지 못하도록 블로킹 다이오드를 설치하고, 태양광모듈이나 풍력 등으로부터 얻어지는 발전량이 부하에서 사용하는 양보다 많을 때는 남은 전력을 컨트롤러에서 축전지에 충전하도록 한다. 발전량이 사용량보다 적을 때는 축전지의 충전용량을 측정하여 규정용량 보다 많을 때는 컨트롤러에서 축전지에서 방전을 하도록 하고, 축전지에 충전된 용량이 규정량보다 적을 때는 발전기를 가동하는데 발전기를 가동하여 발생된 전력은 부하에 공급하면서 남은 전력은 축전지에 충전한다. 발전기는 축전지가 완전하게 충전될 때까지만 가동하다가 정지하는데 축전지에 충전이 완료되면 발전기는 정지함과 동시에 다시 축전지에서 방전을 한다. 축전지에서 충전과 방전을 할 때에는 항상 과충전과 과방전을 체크하고 이상시 차단한다.

## 5.2 시스템의 전력흐름도

그림 3은 본 논문이 제안하는 독립가옥의 PV/WP/Gen에 의한 축전지 충전방전과 발전기 자동가동 시스템의 전력흐름도이다.

각 모드의 설명

[Mode-1]

Mode-1은 태양전지 어레이와 풍력에서 발전된 전력이 부하와 일치하는 경우로 일사량과 부하는 항상 변하고 있기 때문에 하루 중 이 모드는 거의 없다.

[Mode-2]

Mode-2는 야간이나 부조일에 발전되는 전력이 없을 경우이다. 축전지는 부하가 요구하는 전력을 모두 부담하며 양방향 컨버터는 Boost Mode로 동작한다.

[Mode-3]

Mode-3은 태양전지 어레이, 풍력, 축전지의 전력장치가 모두 역할을 하는 경우로 부하에서 요구하는 전력이 태양전지와 풍력에서 확보되는 전력보다 큰 경우이다.

[Mode-4]

Mode-4는 발전되는 전력보다 소비되는 전력이 적을 때 잉여전력을 축전지에 저장시키는 Buck Mode이다.

[Mode-5]

Mode-5는 축전지 용량 산정시 정한 부조일을 넘어 축전지에 저장된 전력을 소모한 상태로, 태양전지와 풍력에서 발전되는 전력이 없고 부하가 많아서 발전기에서 발생한 전력을 부하에만 공급할 때의 경우다.

[Mode-6]

Mode-6은 축전지 용량 산정시 정한 부조일을 넘어 축전지에 저장된 전력을 소모한 상태로, 태양전지와 풍력에서 발전되는 전력이 없고 부하가 적어서 발전기에서 발생한 전력을 부하에 공급하면서 잉여전력을 축전지에 저장하는 경우이다.

## 5.3 컨트롤러

그림 4는 본 논문에서 제안하는 독립가옥의 축전지 충전방전과 발전기 자동가동 컨트롤러의 블록도이다.

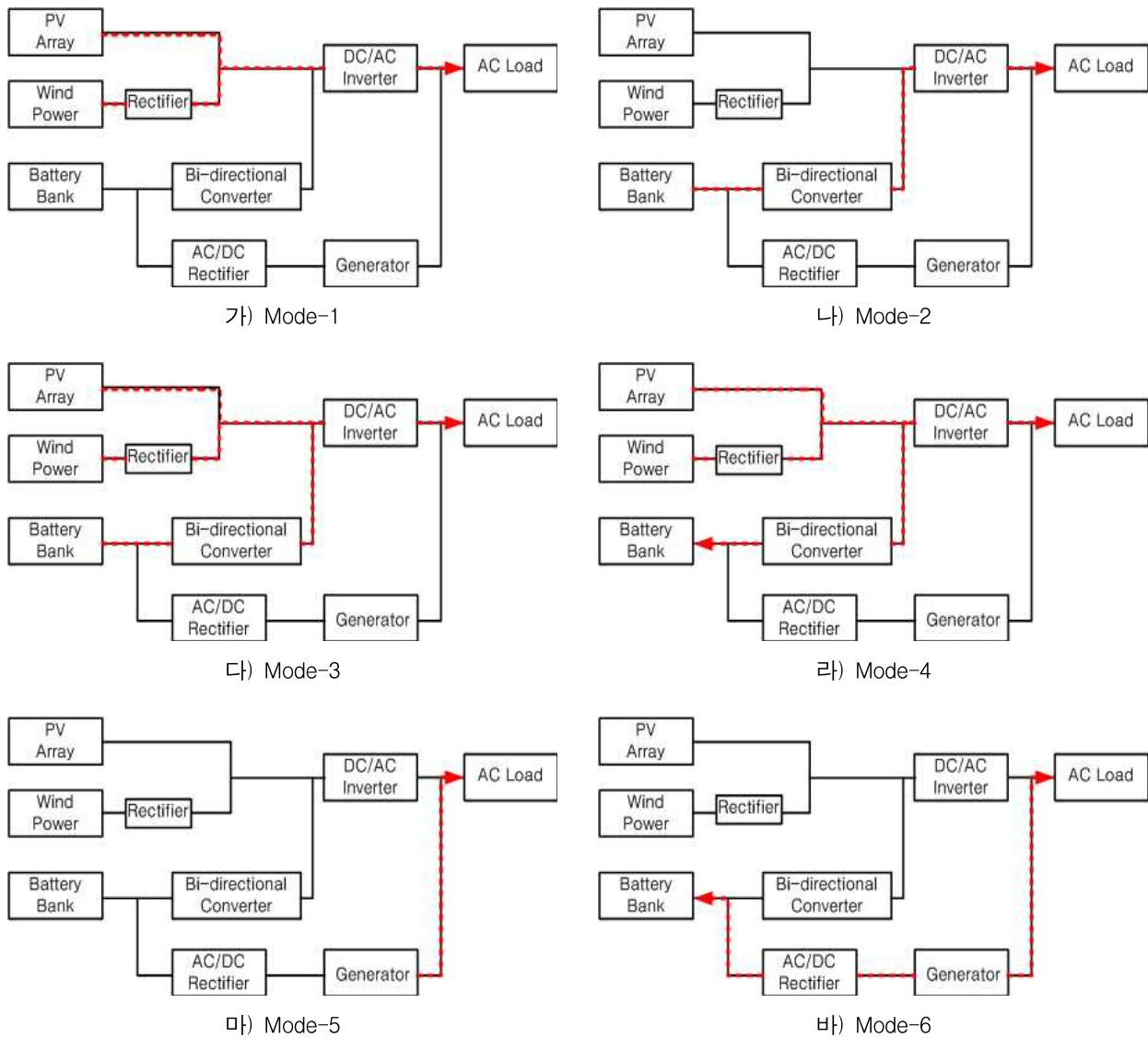


그림 3. 시스템의 전력흐름도

Fig. 3. Flowchart showing the electric power of system

컨트롤러는 발전량이 규정보다 적을 때 전류가 축전지에서 역류하지 못하도록 블로킹 다이오드를 설치하고, 태양광모듈이나 풍력 등으로부터 얻어지는 발전량이 부하에서 사용하는 양보다 많을 때는 남은 전력을 축전지에 충전한다.(Buck Mode) 또한 발전량이 사용량보다 적을 때는 축전지의 용량을 측정하여 규정보다 많은 양을 축전지에서 방전을 하고(Boost Mode) 축전지에 축

전된 용량이 규정보다 적을 때는 발전기를 가동한다. 발전기를 가동하여 발생된 전력은 부하에 공급하면서 남은 전력은 축전지에 충전한다. 발전기는 축전지가 완전하게 충전될 때까지만 가동하다가 정지하는데 축전지에 충전이 완료되면 발전기는 정지함과 동시에 다시 축전지에서 방전을 한다. 이 과정에서 축전지에 과충전과 과방전을 체크하고 이상 시 차단한다.

독립형 태양광, 풍력, 소형발전기 복합시스템에서 안정적인 전력공급을 위한 컨트롤러에 관한 연구

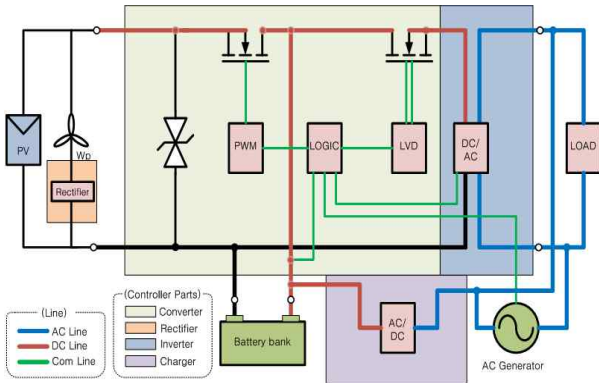


그림 4. 독립가옥의 PV/WP/Gen에 의한 축전지 충방전과 발전기 자동가동 컨트롤러 블록도

Fig. 4. Block diagram showing the battery charge/discharge and the generator automatic driving sequence by PV/WP/Gen in the stand alone house.

또한 지금까지 태양광 발전과 연계된 에너지 저장 시스템에서 사용되던 축전지는 주로 납축전지가 사용되어 왔으나 최근에는 Li-ion 전지의 사용이 증가하는 추세이므로[10] 이에 대한 축전지 충전시스템이 적용되는 컨트롤러가 필요하다. 그것은 셀당 2[V]인 12[V] 납축전지인 경우에 충전종지 전압이 12.5[V], 방전종지 전압이 11.5[V]이며, 셀당 4.2[V]인 Li-ion 전지의 경우 충전종지 전압이 4.28[V], 방전종지 전압은 3[V]로 안전성과 사이클 수명향상을 위해 과충전 보호 전압이 낮아지는 추세이며 이들 축전지의 충전 전압과 방전 전압의 특성에 맞아야 하기 때문이다[11].

컨트롤러는 다음과 같은 주요기능이 포함되어야 한다.

- ① 태양광 패널에서 전력이 생산되는 낮 시간에는 컨트롤러가 PWM(pulse width modulation)의 상태가 되어 일정한 전압으로 부하에 전력을 공급하는 인버터 기능
- ② 풍력발전기로부터의 전압을 정류하고, 일정 전압으로 부하에 전력을 공급하는 기능
- ③ 축전지의 충전상태가 LVD(과방전방지기능 : Low voltage load disconnect) 설정 값인 11.5[V] 이하가 되면 부하로 출력되는 전기의 공급을 차단하면서 발전기가 가동되어 부하에 전력을 공급하는 기능(과방전으로 인한 축전지의 손상을 방지하기 위해 축전지의

출력을 차단하는 기능)

- ④ LVD로 차단된 부하를 축전지가 12.5[V]로 충전되면 재접속하는 기능
- ⑤ 야간에 축전지로부터 태양광 패널 쪽으로 방전되는 것을 막기 위한 브록킹 다이오드 설치
- ⑥ 발전기 자동가동 기능과 축전지 완충시 발전기 자동정지 기능
- ⑦ 밀폐형(무보수) 축전지 및 보충형 축전지의 선택 기능
- ⑧ 납축전지와 Li-ion 전지 선택기능
- ⑨ 소형발전기의 특성상 기동 즉시 전압이 안정되게 출력되지 않으므로 발전기가 기동되고 안정된 후 전력을 공급하는 지연기능

## 6. 독립가옥용 All-in-one 컨트롤러의 시험제작



그림 5. 시험 제작한 인버터, 축전지 충방전, 발전기 자동구동 컨트롤러가 포함된 독립가옥의 태양광, 풍력, 소형발전기 복합발전시스템

Fig. 5. Power generation system showing components including the prototype PV/WP/Gen inverter, battery, and controller for automatically driving generator

그림 5는 본 논문에서 제안하는 인버터, 축전지 충방전, 발전기 자동구동 컨트롤러가 포함된 독립가옥의 태양광, 풍력, 소형발전기 복합발전시스템을 시험용으로 제작해본 것이다.

표 3은 이 시험용으로 제작한 인버터, 축전지 충방전, 발전기 자동구동 컨트롤러가 포함된 독립가옥의 PV/ WP/Gen 발전시스템의 사양을 나타낸 것이다.

표 3. 시험용 발전시스템 사양  
Table 3. Specification of Generation System Used for prototype

번호	품 목	사 양	비 고
1	PV	75[W]모듈×2	단결정, 병렬
2	WP	12[V] 300[W]	3Phase
3	Battery	12[V] 100[Ah]×2	납축전지
4	Converter	DC12[V]/AC220[V] 500[W]	유사정현파
5	Generator	3[KVA]	자동
6	Streetlight	220[V] 30[W]×2	LED 등
7	Controller	PV/WP 인버터 축전지 충방전 발전기 자동구동	All in one

이 시험용 발전시스템을 부조일 이었던 2011.12.26 ~2011.12.29까지 가동한 결과 무리 없이 작동하였다.

그림 6은 정상동작을 할 때 컨트롤러 인버터의 전압과 전류파형을 나타낸 것으로 이때의 전압 및 전류는 정현파로 역률 1에 가깝다.

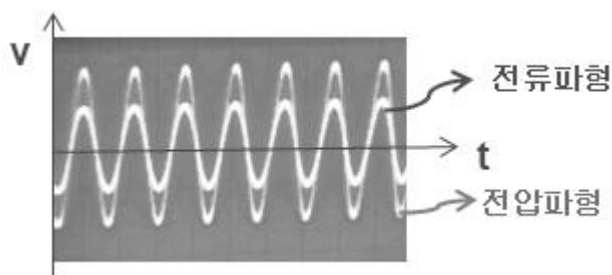


그림 6. 컨트롤러 인버터의 전압전류의 파형  
Fig. 6. Output voltage and current waveforms for inverter

그림 7은 소형발전기가 가동될 때 컨트롤러 인버터의 파형이며 1/4cycle 정도의 interruption이 있지만 곧바로 회복하여 부하에 영향이 최소화되었다.

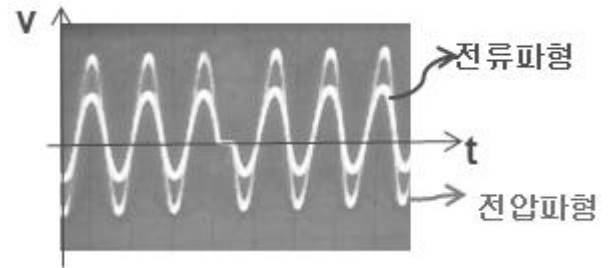


그림 7. 소형발전기 자동가동시 컨트롤러 인버터의 전압전류 파형  
Fig. 7. Output voltage and current waveforms for the controller inverter automatically driving generator

## 7. 결 론

요즘과 같이 이상기후가 잦은 때, 독립형 태양광, 풍력, 소형발전기 복합발전시스템의 전기저장장치가 적용된 수용가에서 안정적인 전력을 공급하기 위한 부조일수를 4일로 길게 잡아도 정전으로 이어지는 경우가 많다.

독립형 태양광, 풍력, 소형발전기 복합발전시스템의 컨트롤러는 태양광과 풍력으로부터 온 에너지를 적절한 전압으로 축전지에 저장하고 부하에 공급하는 인버터 기능과, 부조일에 축전지에 저장된 전력이 설정 용량보다 적을 때 발전기를 가동하여 전력을 공급하며, 전력공급의 중단 없이 안정적인 전력을 공급하기 위해서는 발전기를 먼저 가동하고 발전기가 안정적으로 운전이 되면 축전지에서 부하로 가는 전력을 차단하는 지연기능이 포함되어야 한다. 또 컨트롤러의 기능에는 설정한 부조일을 넘어설 때 발전기를 자동으로 기동하고 정지하는 기능과 과충전, 과방전을 차단하는 기능도 포함되어야 하며 이러한 기능들은 일체형으로 되어야만 유지보수가 쉽다. 또한 현재 축전지로 납축전지가 많이 사용되지만 앞으로 리튬이온전지의 활성화가 기대되는바 납축전지는 물론 리튬이온 축전지를 동시에 사용할 수 있는 컨트롤러이어야



한다.

특히 독립가옥이나 계통연계가 되지 않는 소규모 마을은 시스템의 구조가 간단하고 고장이 적으며 부하의 증가에 따른 발전용량을 간편하게 늘릴 수 있는 구조이어야 한다.

## References

[1] F. Valenciaga, P. F. Puleston, and P. E. Battaiotto, "Power Control of a Solor/Wind Generation System without Wind Measurement : A Passivity/Sliding Mode Approach", IEEE Trans. on Energy Conversion, Vol. 18, No. 4, pp. 501-507, December.2003.

[2] 오창원, 신영호, 구영아, 김성은 "풍력 태양광 연료전지를 이용한 하이브리드 파워 시스템 시공기술" 한국건축시공학회 추계학술발표대회 논문집 제 10권 2호 통권 제 19집 (11),2010.

[3] 김슬기, 전진홍, 조창의, 안중보 계통연계형 풍력, 태양광 및 축전지 하이브리드 시스템의 출력제어 및 동특성 해석 대한전기학회논문지 56권2호 (2), 2007.

[4] MA Elhadidy, S. M. shaahid, "Parametric study of hybrid (wind+solar+diesel) power generating systems" Renewable energy. 2000.

[5] 송정용, 서유진, 권오상, 정관철, 허창수 "Battery SOC (State of Charge) 측정을 통한 태양광발전시스템 운영 방안연구" 한국태양에너지학회 논문집 vol.24. No2, 2004.

[6] 최병수, 김재철 "독립형 태양광 풍력 복합발전 시스템에서 안정적인 전력공급을 위한 축전지 용량의 최적 산정에 관한 연구" 한국조명전기설비학회논문지 pp. 26-32 (9), 2011.

[7] 이우희, 이미영, 이준하, 이흥주 "안정적인 태양광발전시스템의 설계를 위한 태양전지와 배터리 용량산정 방안" 한국산학기술학회논문지 제6권 제5호 396-400, 2005.

[8] M. Ashari and C. V. Nayar "An Optimum Dispatch Strategy Using Set Points For a Photovoltaic(PV)-Diesel-Battery Hybrid Power System" Solar Energy Vol. 66, No. 1, pp. 1 -9, 1999.

[9] 문체주 "독립형 태양광 발전소의 연축전지 모니터링장치 개발" 한국태양에너지학회논문집 Vol.29 No. (2). 2009.

[10] 권기현, 최현수, 이충우, 허운영, 이윤재 "태양광발전과 연계된 가정용 Battery Energy Storage System" 2011년도 대한 전기학회분부산하 스마트그리드연구회 학술대회는 논문집 (11),2011.

[11] 요시오 마사키 "리튬이온 2차 전지" 다솜출판사 pp 177-187 (9),2002.

## ◆ 저자소개 ◆



### 최병수(崔炳洙)

1954년 4월 18일생. 1978년 숭실대 전기공학과 졸업. 1982년 연세대학교 산업대학원 전기공학과 졸업(석사). 2000년 숭실대학교 대학원 전기공학과 수료(박사).  
E-mail : bsc54@hanmail.net



### 김재철(金載哲)

1955년 7월 22일생. 1979년 숭실대 전기공학과 졸업. 1983년 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1988년~현재 숭실대 전기공학과 교수. 본 학회 감사.  
E-mail : jckim@ssu.ac.kr