

전력 Peak Cut를 위한 Solar 에어컨 개발

유권중, 송진수, 강기환, *황인호
한국에너지기술연구소 태양전지연구팀

Solar Air Conditioner for Electricity Peak Cut

Kwon-Jong YU, Jin-Soo SONG, Kee-Whan KANG, *In-Ho Hwang
Solar Cell Research Team, Korea Institute of Energy Research
* Korea Electric Power Corporation

Abstract

Photovoltaics is considered to be one of the most promising technologies which can greatly contribute to future energy supply because of a large, secure, essentially inexhaustible and broadly available resource - sunlight. However, recent progresses in photovoltaics make also possible its short-term practical application in some areas. Among them the solar air conditioner powered by photovoltaic system attracts considerable interest due to its main advantage which consists in the reduction of drastically increasing electricity peak load in summer season. In this review paper our current study on the solar air conditioner will be briefly summarized.

1. 서론

태양전지를 이용한 태양광 발전시스템은

- 1) 시스템이 단순하여 회전부분이 없다.
- 2) 청정 발전방식
- 3) 규모의 자유선택
- 4) Onsite 발전가능
- 5) 토지의 유효 이용이 가능
- 6) 무인화가 용이

등의 특징을 갖고 있으며 이때문에 단지 발전소와 같은 Plant적인 것에 국한되지 않고 가전제품과 같은 가정용, 레저용 등 광범위하게 그 특징을 살려 응용이 가능하여 최근 일본을 비롯한 선진국에서는 과부하 대응 전력 발전시스템으로서의 에어컨, 냉장고 등과 같은 단위부하 응용 연구에 힘을 기울이고 있다. 이러한 세계적인 태양광 발전의 기술 추이에 따라 국내에서도 정부주도의 대체에너지 사업으로 연구개발이 추진되어 태양전지의 국산화와 주변장치의 하나인 인버터의 국산화등 그 연구성과가 기대되고 있다. 그러나 태양광 발전의 실용화 보급을 위해서는 아직 선결 되어야 할 많은 문제점을 보유하고 있으며 특히 가격, 규모, 적정부하의 선정, 설치장소 등을 고려한 응용분야의 탐색은 중요한 과제중의 하나이다.

본 연구소에서는 태양광 발전의 실용화 보급을 위한 응용분

야 개발과 계절별, 시간대에 따라 전력수급의 차질해소 등을 고려하여 여름철 부하에서 과부하가 걸리는 시간에 대응 할 수 있는 부하로서 현재 보급증가 추세에 있으며 여름철 과부하에 문제를 제기하고 있는 에어컨을 적용 대상으로 하여 태양전지 에어컨(Solar Airconditioner) 개발을 연구목표로 하고 있다.

본 논문에서는 태양광 발전의 보급확대를 위하여 현재 연구추진되고 있는 쉘라 에어컨의 개요와 기초연구조사 결과에 대하여 간략하게 서술한다.

쉘라 에어컨은 태양전지를 일반 가정용 에어컨 및 사무실용 에어컨의 전원에 병용하여 하나의 시스템으로 응용한 것으로

i) 일사방에 의한 태양전지 어레이 출력은 여름철 냉방부하가 최대로 되는 12 - 15시 사이에 발전전력도 최대로 되므로 여름철 과부하 대응 즉, 전력 Peak cut 용 전원으로서는 그효과가 기대 할 수 있다는 것.

ii) 청정 에너지원으로서 태양광 발전의 실용화 촉진이 정부 차원에서 추진되고 있으며 지구환경 문제의 심각성에 의한 태양광 발전과 같은 자연 에너지 도입 확대의 사회적 요청 등이 본 연구 개발의 강력한 추진 필요성과 배경 이라고 볼 수 있다.

2. 시스템의 구성

시스템의 구성으로서는 상용전원과의 연계방법, 사용하는 에어컨의 종류등에 따라 여러가지로 생각 할 수 있으며 이것을 그림 1에 나타내고 있다. 본 연구에서는 시스템의 안정성, 경제성 등으로 부터 기존의 인버터 에어컨을 이용하여 에어컨의 실외장치에 내장되어 있는 정류회로의 뒷부분에 태양전지 어레이 출력을 연결하여 태양전지 어레이 출력과 상용계통을 전원으로하는 직류축 병렬연계 시스템이 유리하다고 판단되어 직류축 병렬 연계시스템에 대해서 연구 대상으로 하였다.

표 2. 인터페이스 회로 기본사항

정 격 용 량	2kW
입 력 전 압 범 위	150 - 300V
출 력 전 압 범 위	200 - 300V
전 력 변 환 방 식	쇼 퍼 제 어
스 위 칭 주 파 수	30 kHz

실증 시스템에 이용할 에어컨은 소비전력 1650W의 AS-958모 델을 사용 하였으며 태양전지 어레이 사양과 인터페이스 회로 사양을 표1, 표2에 나타내고 있다.

3. 시스템의 제어방식

본 시스템의 제어를 담당하는 인터페이스 회로는 고주파 스 위칭 회로 이며 시비율(Duty비)제어에 의해 태양전지 어레이에 서 출력을 상용전원에 우선하여 에어컨에 공급하는 부하분담제 어와 태양전지 최대 출력점 추적과 태양전지 출력전력과 에어컨 소비전력과의 정합 시키는 태양전지 출력제어를 한다.

3.1 부하 분담제어

본 시스템의 부하는 에어컨의 Compressor 구동용 V/f 인버터 이며 상용전원 단독으로 에어컨을 운전한 경우의 인버터 입력 전압-입력전력 특성은 그림 3과 같이 되고 부하의 대소에 의해 인버터 입력 전압이 크게 변동된다.

여기서 그림 3에 나타난 A₀점 (상용전압 220V, 부하전력 1.6kW)에서 인버터가 상용전원에서 100% 전력을 공급받아 운전 하고 있다고 가정하면 태양전지의 출력을 우선적으로 인버터에 공급하는대는 그림 4에 나타난 것과 같이 인터페이스회로의 출 력전압을 A₀점에서의 전압 (V₀)보다 높은 전압 (V₁)으로 한다. 이 경우에는 인터페이스회로 즉 태양전지에서 약 60%의 전력이 에어컨에 공급되는 것으로 된다. 더욱 출력전압을 (V₂)까지 상 승 시키면 인버터에서의 전력은 100% 태양전지 어레이에서 공 급된다. (B₀점)

이러한 제어는 인터페이스 회로의 스위칭 듀티비를 제어 함으 로써 제어가 가능하게 된다.

3.2 태양전지 출력제어

태양전지 출력제어는 그림 8에 나타난 것과 같이

- i) (태양전지 최대출력 ≤ 에어컨 소비전력)
 - ii) (태양전지 최대출력 > 에어컨 소비전력)
- 의 2가지의 모드에 대하여 서로 다른 제어를 하게된다.

그림 5, 그림 6은 태양전지 출력제어의 i), ii)의 제어 개념 도를 나타내고 있다.

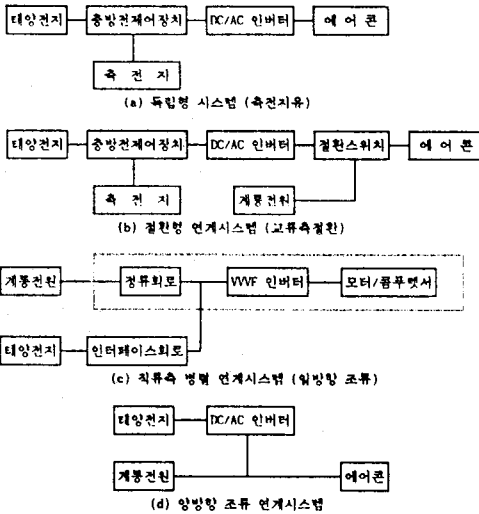


그림 1. 솔라에어컨의 시스템 구성방식의 분류

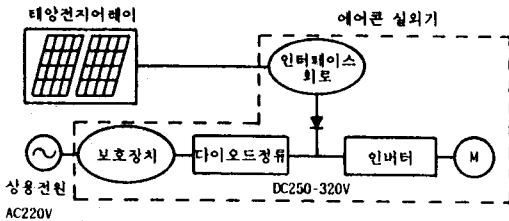


그림 2. 솔라 인버터 에어컨의 시스템의 구성

본 시스템에서는 태양전지와 상용계통의 쌍방향을 에어컨의 전원으로 하는 것으로 시스템의 구성은 그림 2와 같으며 태양 전지 어레이, 인터페이스 회로 및 인버터 에어컨으로 구성되어 있다.

인버터 에어컨은 일반가정용 에어컨으로서 상용전원 (220V, 60Hz)를 정류회로에서 일단 직류로 변환시켜 콤푸레서 구동용 의 VWF(Variable Voltage Variable Frequency) 인버터에 전 력을 공급함과 동시에 태양전지의 발전전력을 인터페이스 회로를 통하여 태양전지 출력을 고효율 토써 에어컨에 공급하기 위하 여 직류-직류 전력변환기(DC-DC Converter)에서 태양전지 출력 제어, 부하 분담제어 및 시스템 보호 등의 제어를 담당하고 있 다.

표 1. 태양전지 어레이사양

개 방 전 압	270(V)	(조 건)
단 락 전 류	9.96(V)	
최 적 동 작 전 압	219(V)	
최 적 동 작 전 류	8.85(A)	
최 대 출 력 전 력	1938(W)	
모 들 연 결	15S x 3P = 45매	태 양 전 지 온 도 25℃

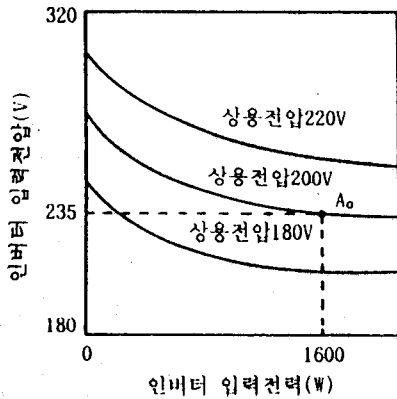


그림 3. 인버터 입력전압-전력특성

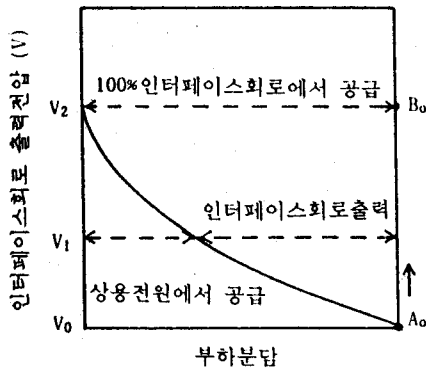


그림 4. 인터페이스 회로 출력-부하분담 특성

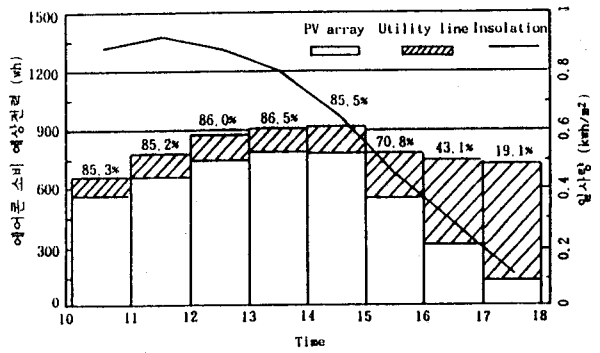


그림 7. 일일 예상운전 특성

이러한 예상운전 특성으로부터 에어컨의 소비전력에는 인버터에 공급분 이외에 실내 외기의 팬 등의 AC부하도 포함되어 있으며 이러한 것은 상용전원에서 공급되고 있다. 이것들을 포함하여 에어컨의 1일의 전소비전력의 약 70%를 태양전지에서 공급할 수가 있으며 특히 여름철 전력 과부하에 의한 정전 위험성이 제일 높은 12시 부터 15시 사이 에서는 80% 이상의 전력을 태양전지 어레이에서 공급이 가능하게 된다.

5. 결론

본 논문에서는 현재 개발중인 쉘라 에어컨의 기초연구 결과를 개략적으로 기술 하였으며 특히 적용 가능한 기존의 에어컨 시스템 구성을 조사하여 태양전지 어레이와 연계시켜 운전 할 수 있는 시스템의 구성을 명확하게 구분하였다. 그리고 현재진행중인 쉘라 에어컨의 제어방식 및 태양전지 출력제어에 대해서 기술 하였으며, 예상운전 특성에 대해서도 명확하게 하였으며 향후 구체적인 시제작과 실증실험을 통하여 실용화 보급 가능한 시스템을 개발하고자 한다.

본 연구는 동력자원부 대체에너지 개발 사업의 일환으로 한국전력공사 R&D자금에 의하여 추진되고 있으며 본 연구를 위하여 물심양면으로 협조해 주고 계시는 동력자원부 대체에너지과, 에너지관리공단 대체에너지개발센터, 한국전력기술연구원 발전연구실의 여러분께 감사의 뜻을 포함합니다.

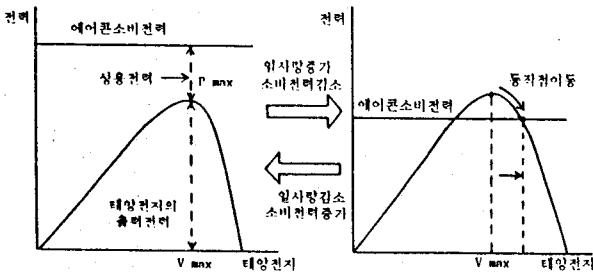


그림 5. 태양전지 최대출력 < 에어컨 소비전력 그림 6. 태양전지 최대출력 > 에어컨 소비전력

4. 예상운전특성

날씨가 맑은 청정일에 있어서 일사량 폭선을 조사하여 태양전지 어레이의 최대 발전가능량을 산출하여 인터페이스회로 출력 전력량과 상용전원에서의 공급전력량에 대한 예상운전특성을 그림 7에 나타낸다.

그림 7의 그래프상의 수치는 다음식에서 산출된 태양전지의 의존율 이다.

$$\text{태양전지 의존율} = \frac{\text{예상 인터페이스회로 출력전력}}{\text{에어콘 소비전력}} \times 100$$