



Photovoltaic Power Generating System

태양광발전시스템의 계획과 설계 II

최근 국내에 태양광발전시스템의 관심이 많아지면서 그 시설이 정부 및 각 자치단체는 물론 개인 주택과 대규모 발전사업자까지 급격히 늘어나고 있다. 인류는 지구가 만들어낸 속도보다 40배나 빠르게 자원을 고갈시키고 있고 그 중 가장 심각한 문제는 지구 온난화 문제인데, 1990년대 배럴당 20달러하던 원유가격이 현재는 60달러를 육박하고 있어 자원의 고갈이 심각한 상태에 이르고 있다.

글 _ 이순형(No. 4137) 협회 이사 | (주)선강엔지니어링 대표이사

위 글은 2007년 6월달에 게재된 「태양광발전시스템의 계획과 설계(24Page)」의 연재 내용입니다.

(2) 파워 컨디셔너

1) 파워 컨디셔너의 역할

파워 컨디셔너에 대해서는 그 기능과 회로방식, 회로구성, 인버터원리, 기본동작, 자동운전 정지기능, 최대전력추종제어, 단독운전 방지기능, 자동전압 조정기능, 직류검출기능, 직류차락 검출기능, 정전시의 자립운전 시스템, 계통연계 보호장치, 파워컨디셔너의 종류와 선정 그리고 유지보수까지 자세한 기술적 사항은 향후 별도의 지면을 활용하여 설명해 보기로 하고, 여기서는 그 역할과 구성 및 기능에 대해서만 설명하기로 하겠다.

태양광발전시스템에서는 이 파워컨디셔너의 적절한 선정은 전체 발전시스템의 신뢰도와 직결되므로 여러 가지 검토 항목을 자세히 비교하면서 결정하여야 한다.

파워컨디셔너는 직류를 교류로 변환하는 인버터와 사고 등의 경우에 계통을 보호하는 계통연계 보호장치로 구성되어 있다. 인버터는 태양전지 어레이에서 발전한 직류전력을 전력회사에서 공급되는 전력과 같은 전압과 주파수의 교류전력으로 변환한다.

또한 파워 컨디셔너의 주요부분은 인버터이기 때문에 파

워 컨디셔너를 인버터라 할 수도 있다.(국내에서는 보통 통틀어서 인버터라고 부르고 있음)

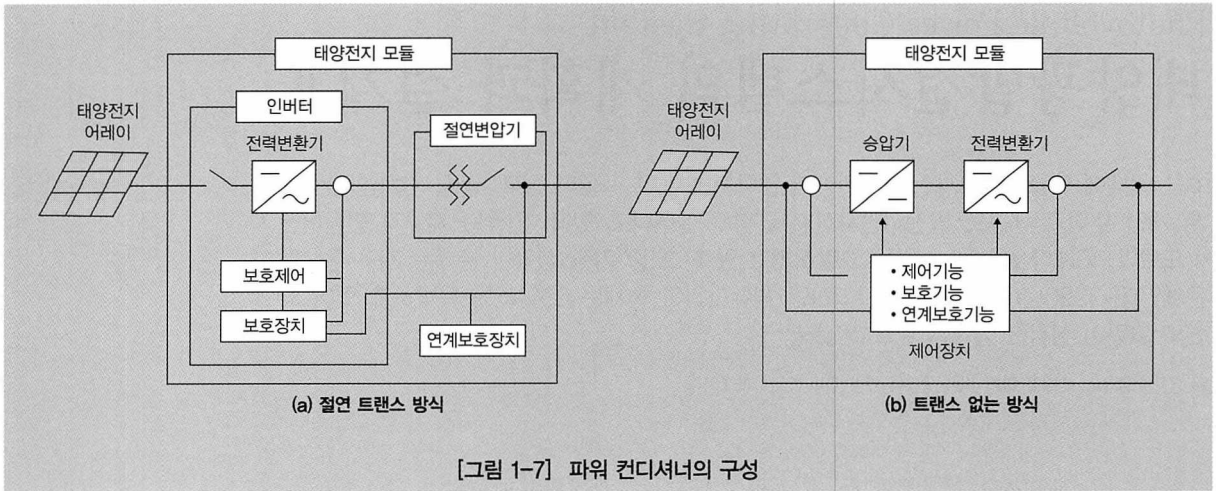
파워 컨디셔너에서 공급되는 전력과 전력회사에서 공급되는 전력과의 관계는 다음과 같이 된다.

예를들면 주택 내에서 1kW의 전력을 사용하고 있을 때 파워 컨디셔너에서 공급되는 전력이 3kW이면 잉여의 2kW 분은 전력회사의 배전선으로 역 송전 되어 전력회사로 매입 될 수가 있다. 역으로 주택 내의 전력수요가 인버터에서 공급되는 전력보다 더 많은 경우는 부족분의 전력이 전력회사의 배전선에서 유입되어 보충하게 된다.

2) 파워 컨디셔너의 구성과 기능

파워 컨디셔너는 일반적으로 그림 1-7처럼 구성 되어 있다. 인버터의 전력 변환부는 전력용의 트랜지스터를 이용해서 직류를 고속도로 잘게 썰어서 이것을 모두 교체하여 교류를 만들어낸다. 제어장치 부분은 전력변환부를 컨트롤하는 부분으로서 전자회로로 구성되어있다. 보호장치도 전자장치로 구성되어 내부고장에 대한 안전장치로서 작동한다. 인버터에는 다음과 같은 기능이 있다.

① 태양전지의 온도변화나 일사강도의 변화에 따른 출력전압, 출력전류의 변화에 대해서 항상 태양전지의 출력을 최대한 인출한다.



[그림 1-7] 파워 컨디셔너의 구성

② 전력회사의 배전선으로 미치지 않도록 고조파 전류를 억제한 전류를 출력한다.

③ 잉여전력을 역 송전 하는 경우에는 부하설비의 전압을 소정범위로 유지하기 위하여 전압조정을 자동적으로 행한다.

연계보호장치 부분에 대해서는 국내의 경우 한국전력공사에서 정한 배전용전기설비이용규정(2005.1.1) 제22조제2항 및 동 부칙 제2항 제3호와 관련하여 “분산형 전원 배전계통 연계 기술기준”에 따르도록 하고 있다.(참고로 일본의 경우 “전기설비 기술기준의 해석”에서 규정하고 있는 안전장치 기준에 따르도록 하고 있어 우리나라와 차이를 보이고 있음, 여기서 일본의 제도를 자주 비교 설명하는 이유는 16년 전부터 태양광 발전에 집중 투자하였고 전 세계적으로도 시설용량이 단연 1위를 자랑하고 있으며 이 분야에서 선진국임은 물론 각종 기준이나 제도 또한 잘 되어 있기 때문임) 이 연계보호 장치는 주파수의 상승·저하의 검출, 과부족 전압의 검출을 시작으로 전력회사의 정전검출(단독운전 검출)에 따라 PV시스템을 계통에서 분리하는 등의 안전기능으로서 작동한다. 연계 보호 장치는 인버터에 내장되는 것이 일반적이지만 별치로서 설치하는 경우도 종종 있다.

아울러 만일의 고장시에도 태양전지의 직류가 전력회사의 배전선에 유입되지 않도록 할 필요가 있다.

예전에는 절연변압기(트랜스)를 파워컨디셔너의 출력과 건물내 배선과의 사이에 설치하거나(그림 1-7(a)), 전력변환기에 내장하였지만, 최근에는 트랜스가 없는 방식(그림

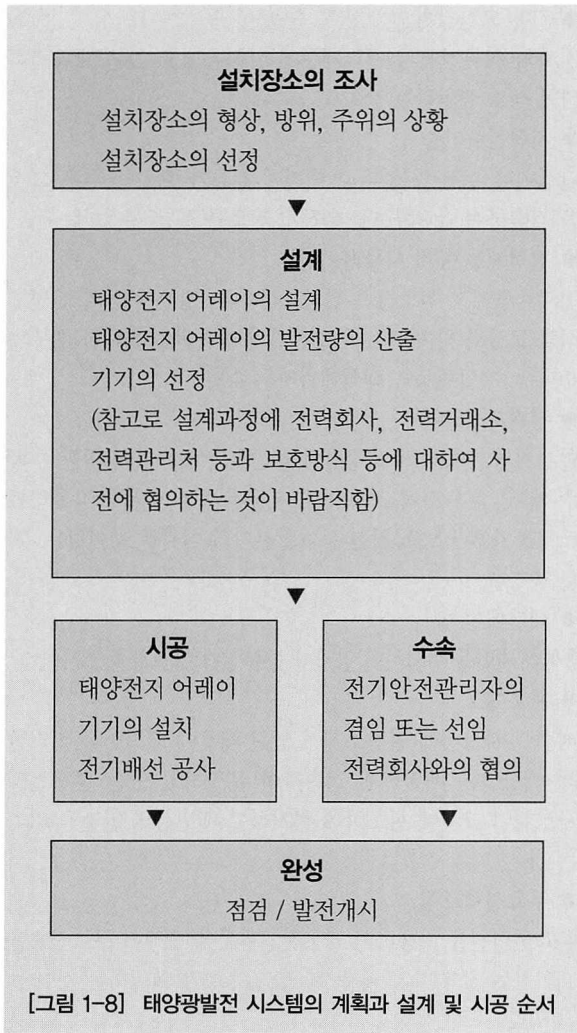
1-7(b))이 다수 상품화 되어 있다.

3. 태양광 발전시스템의 계획과 설계 및 시공 순서

태양광발전시스템을 계획하고 설계 및 시공할 때의 표준적인 순서를 그림 1-8에 표시 한다 시스템을 설치할 때는 공장 설치 예정 장소의 형상이나, 방위, 주위상황을 조사하여 설치가능 장소의 선정한다. 이 조사결과를 시작으로 태양전지 어레이의 설치방식을 선정하고, 설치 가능한 태양전지 모듈 수의 산출 및 태양전지 가대의 설계를 행하는 것과 함께, 파워컨디셔너 등의 기기를 선정하여, 그 설치 장소를 결정한다. 여기에서 설치 가능한 태양광 모듈의 수에서 발전 가능량을 산출하여 두고, 다음에 설계결과에 기초하여 태양전지 모듈이나 주변기기의 준비가 되면, 태양전지 어레이 등의 설치공사 및 배선공사를 행한다. 공사가 종료되면 각부의 점검을 행하고 문제가 없으면 발전개시로 되는데, 이 때 사전에 주택용의 경우와 계통연계형의 경우 그리고 발전사업자용의 경우를 구분하여 자세히 체크해 나간다.

또한 설계에서 시공으로 넘어가는 단계에 전기안전관리자의 겸임 또는 선임(국내의 경우 1,000kW를 기준으로 겸임과 선임으로 구분할 예정임)이나 전력회사와의 협의를 병행하여 진행하여야 한다,

향후 자세히 설명할 본문 내용에 기술적 사항은 미루나 해당하는 장으로 읽어 주시기 바란다.



[그림 1-8] 태양광발전 시스템의 계획과 설계 및 시공 순서

4. 태양광발전시스템을 이해하기위한 용어해설

다음호부터 각 설비별로 자세히 설명하는데 사전에 도움을 드리기 위하여 자주 사용되는 용어를 중심으로 간단하게 해설을 먼저 설명하기로 한다.

- **인버터 브릿지**

인버터 1브릿지는 반도체 소자 6개에 의해서 구성되고 3상 교류전력을 출력하는 최소단위로 된다.

- **회복제어속도**

발전장치의 제어계에 부하변동 등에 따른 설정치에서 이탈

한 경우 처음의 설정치에 회복하기 까지의 정정시간이 최단으로 되는 제어속도

- **과전류 검출기능**

태양광발전시스템의 내부사고에 따라 이상한 전류가 발생한 때, 그 이상전류를 검출하여 빠르게 태양광발전 시스템을 정지시키는 기능

- **과전류 제한기능**

부하의 기동·정지 등에 따라 발생하는 배전선전압의 순시 변동시에 태양광발전시스템에서 배전선측에 흘러나오는 과전류를 억제하기위한 기능

- **역충전 운전**

사고나 작업시에 배전선이 계통전원측에서 분리된 때에 그 배전선에 접속하여 운전한 태양광발전시스템이 정지되지 않고 배전선을 충전하면서 운전을 계속하는 것

- **역충전 방지장치**

차단기 혹은 단로기가 개방되어 본래 무전압인 적절한 선로에 분산형전원에서 전압이 공급된 경우가 있어 얻어지는 것으로서 이것을 방지하기 위한장치

- **역 조류**

코 제네레이션 설치의 수용가 등의 구내에서 전력계통에 계속적으로 유효전력을 송출하는 경우에 그 전력을 말한다

- **역변환장치**

직류전력을 전력용 반도체소자의 스위칭 작용을 이용하여 교류전력으로 변환하는 장치로서 인버터와 동의어이다. 일반으로는 CVCF 나 모터제어 등에 넓게 사용되지만 연료전지, 태양전지 등의 직류출력을 교류로 변환하는 경우에 이용된다

- **계통주파수 조정**

전력계통의 부하의 급변 등에 따라 계통주파수가 변동하면 계통의 안정성에 영향이 있고 거기에서 주파수 변동에 대해서 발전전력을 조정하여 주파수를 일정하게 할 필요가 있다

- **게이트 제어**

반도체 소자를 ON 상태(통전)에서 OFF상태 (미통전) 혹은 OFF상태에서 ON상태로 스위칭하는 제어

- **게이트 블록**

직교변환장치에 사용되고 있는 반도체 소자의 온·오프를 제어하는 게이트 신호에 따라 소자를 오픈시켜 변동동작을 정지시키는 것

● 교류과전류 검출기능

교류측에 배치되는 과전류 검출기능

● 순시전압강하

과도시에 순시적인 전압강하 예를들면 유도발전기 등을 전력계통에 병입하는 시점에서 순시적으로 큰 돌입전류가 흐르는 순시전압 강하가 생긴다. 이것을 방지하기위한 장치로서 한류 리액터 등이 있다.

● 순단 · 순저시험

사고 등으로 배전선의 전압이 순시적으로 없어진다거나(순단) 저하하거나(순저) 하는 것이 있다. 이때의 태양광발전 시스템의 작동에 관해서 확인하는 시험

● 순동 예비력

전원탈락 등의 사고가 생기면 계통주파수의 대폭적인 저하가 발생하여 사고파급의 원인으로 된다. 이것에 대해서 발전전력에 여유를 가지고 있어 전원 탈락 때에 사용하면 사고 파급이 방지될 수 있다. 이 여유분을 순동예비력 이라한다.

● 자동 재폐로 동작

배전선 사고시에 사고구간을 끊음과 함께 건전구간에 급전하기위한 변전소에서 자동적으로 행해지는 배전선차단기의 동작

● 자동동기 검정장치

주기발전기의 전력계통으로의 연계시 자동적으로 발전기와 전력계통과의 주파수, 전압, 위상을 맞추어 투입하는 장치이다.

● 자여식 인버터

인버터의 구성기구에 따라 반도체 소자를 흐르는 전류의 轉流가 행하여지는 인버터. 이것에 대해서 인버터의 출력측에 접속되는 교류전원에 의해서 轉流가 행해지는 인버터를 타여식 인버터라한다.

● 싱글 인버터

인버터 브릿지가 1브릿지 구성의 인버터

● 스위칭 주파수

직류를 교류로 변환하기위해서 인버터를 이용하지만 그 인버터에서는 반도체 스위치에 따라 직류를 ON, OFF 하면서 교류로 변환한다. 이 스위치 ON, OFF의 주파수 이다.

● 태양전지 어레이

1매 50W 정도(용량은 다양한 편임)의 태양전지 모듈을 규정의 출력전력이 얻어지도록 직렬 · 병렬로 접속한 것

● 직류 교환장치

전지의 직류전력과 전력계통에서 사용되고 있는 교류전력 과를 상호 변환하는 장치

● 지락검출기능

단선이나 누전 등에 따라 대지에 전류가 흐르는 경우 그것을 검출하여 안전확보를 위해서 전로를 차단하는 기능

● 전력계통 동태 시뮬레이션

전력계통에서 선로정수 전압조정장치, 발전기 등의 전원구성을 모듈화 하여 고유의 발전기의 출력변동에 대한 계통의 주파수, 전압변동을 해석예측하는 수법

● 전력조정장치

발전기의 자동출력 조정장치(발전기의 조속기에 의한 주파수 제어), 무효전력 조정장치, 자동전압 조정장치, 자동역률 조정장치 (이상 3장치는 동기발전기의 여자를 제어하는 것)를 총칭한 것

● 패턴매칭 법

2개의 패턴을 비교하여 양자가 동류인가 아닌가를 조사한다.

● 보호협조

배전선 사고시에 변전소에서 안전 때문에 배전선을 분리한 때 해당하는 배전선에 접속하여 운전하고 있는 분산전원 시스템이 그것에 협조하여 정지하고 배전선의 안전을 지키는 것

● 무효전력조정

무효전력원을 이용하여 계통전압변동에 응해서 무효전력을 제어하는 것에 따라 계통전압을 일정하게 제어하는 것이 될 수 있다.

● 연계기술

태양광발전시스템 등의 분산형전원을 배전선에 접속하여 배전선의 전압이나 주파수와 잘 협조하여 운전을 행하기위한 기술이다.

계속