

# 태양광 발전 시스템 계통연계 시 필요 기술 조건

김영민 교수 (전남도립대학 소방안전관리과)

## 1. 서론

기후 변화로 인해 촉발된 글로벌차원의 온실가스 감축 노력이 신재생 에너지보급 확대로 이어지고 있어, 불과 몇 년 전만 해도 틈새시장으로 여겨지던 태양광 발전시스템이 새로운 유망 에너지원으로 주목 받고 있다. 최근 유럽연합 (EU)에서는 전체 발전원 중 신재생 에너지 비중을 2020년까지 20%, 2050년까지 50%로 늘려가겠다는 계획을 확정했다. 미국 역시 신재생 에너지의 의무 사용 비율을 명시한 신재생 에너지 의무할당제 (Renewable Portfolio Standards, RPS)를 시행하고, 우리나라 역시 RPS를 통해 신재생 에너지의무 사용을 계속 확대해 나갈 예정이다. 그러나 태양광 발전의 경우 발전량이 가장 많은 시점은 햇볕이 강한 오후이지만, 실제 가정에서 전기를 가장 많이 사용하는 시점은 이른 저녁이나 아침시간이다. 즉, 발전시간대와 소비시간대가 서로 달라서 초과 생산된 전력은 그냥 버려지거나 부족 생산된 전력으로 전기사용을 중단할 수밖에 없는 상황이 초래될 수도 있으며, 특히 발생된 전력이 해당 기준(전압크기, 주파수 등)의 오차범위를 벗어날 경우 각종 전자 제품의 고장 및 오작동의 원인이 될 수 있다. 따라서 전력 시스템 전반의 전력품질 관리 방안도 강구할 필요가 있다. 이와 같이 태양광 발전은 자연조건에 따른 발전량의 변화가 심하고 에너지밀도 또한 작기 때문에 안정되고 충분한 전력을 공급 받기 위해서는 계통연계형 인버터를 이용한 상용전원과의

계통연계가 필요하다.

## 2. 태양광발전 시스템의 이용

태양광발전시스템의 출력은 자연조건에 의해 크게 좌우되며 에너지 밀도 또한 작기 때문에 용량의 크기나 용도에 따라서 크게 독립형 시스템과 계통연계형 시스템 두 가지로 나눌 수 있다. 가로등과 같은 개별적 전력 발생 및 소비를 하는 경우에 적용되는 소형독립형 시스템 (Stand-alone)은 소형 풍력 발전기를 동시에 적용하는 하이브리드 (Hybrid) 시스템으로도 적용이 가능하며, 자체 내 배선을 통해 별도의 관로 작업이 필요 없다. 독립형 태양광발전 시

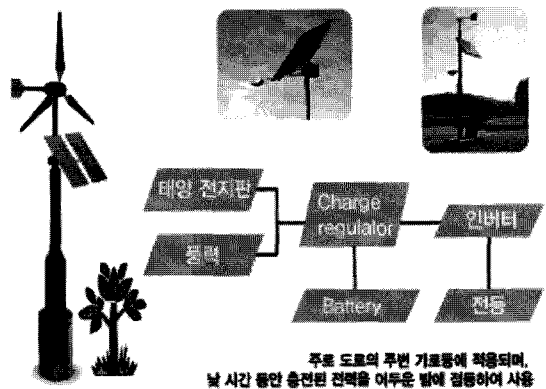


그림 1. 하이브리드 독립형 시스템 구성.

시스템의 경우, 기본적으로 전력 조절기 (Charge controller or Charge regulator)와 인버터, 배터리가 사용되는 구조로서 계통연계를 하지 않고 생산한 전기를 모두 배터리에 저장한 후, 전기가 필요할 때 마다 배터리에서 꺼내어 사용하는 방식이다. 직류부하인 경우에는 배터리에서 바로 인출하여 사용해도 되지만, 대부분의 전기·전자제품들이 상용전원 (220 V, 60 Hz)에서 사용이 적합하도록 제조되었기 때문에 직류/교류 변환장치인 인버터 (CVCF 방식)가 필요하다.

독립형 태양광발전 시스템의 경우 계통연계방식에 비해 충전용 배터리 비용이 추가로 들지만 송전망에 접속하는 연계비용과 계통연계에 필요한 유지관리비 등을 줄일 수 있어 소비전력이 비교적 적거나 송전망으로부터 거리가 먼 경우 이 방식이 사용된다. 따라서 전기가 들어오지 않는 오지 마을이나 등대용 전원, 그리고 가로등, 교통표지판, 군사용, 무선통신기지국의 전원, 농장용 양수기의 전원, 휴대용 태양광발전장치, 레저용 태양광기구, 소형의 모듈에 축전지를 직접 조립한 여러 가지 기구들과 인공위성용 태양광발전장치 등이 독립형으로 사용되는 대부분의 경우이다. 아프리카나 인도 등 국가 전력 시설기반이 열악한 나라에서는 UN의 도움으로 소규모의 한 마을이나 가정 등에 독립형 태양광발전 시스템이 설치되어 운영되고 있다. 또한, 10 kW 미만의 소규모 부하인 경우, 예를 들어 여러 개의 가로

등에 개별적 태양광 시스템을 도입하지 않고, 가장 태양광이 풍부한 한 지역에 태양광 발전시스템을 집중하여 설치한 후, 다수의 가로등에 전력을 공급할 수 있도록 구성된 시스템을 광역 독립형 시스템이라 하는데, 주변 조건에 따라 그림자 영향이 많은 경우 태양광발전 시스템을 멀리 설치하고, 각 부하에 전력을 공급할 수 있도록 하는 방식이다.

그러나 현재 가장 많이 이용되고 있는 시스템은 계통연계형 시스템으로 정부의 3 kW 주택 보급 사업과 수백 kW급 이상의 전력 매매를 위한 발전소에 많이 적용되고 있다.

### 3. 계통연계형 태양광발전 시스템

계통연계형 태양광발전 시스템 (Grid-connection Photovoltaic system)은 3 kW 주택용 태양광 시스템에서 수십 MW급 규모의 발전소에 적용되는 시스템으로, 발생된 전력을 기존의 계통 전력과 연계하여 부하에 공급하는 시스템이다. 한국전력공사의 전력 계통에 연계하므로 상용 계통에 문제가 발생하지 않도록 많은 안전장치와 개별 운전 방지 시스템을 갖추어야 하며, 원격 제어 감시가 가능한 설비를 요구하기도 한다.

핵심 장비는 계통 연계형 인버터 (Grid-Tie Inverter)로서 계통의 주파수 및 전압, 전류 등 전력

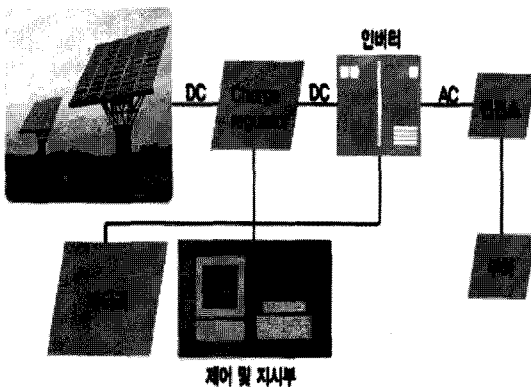


그림 2. 광역 독립형 시스템 구성.

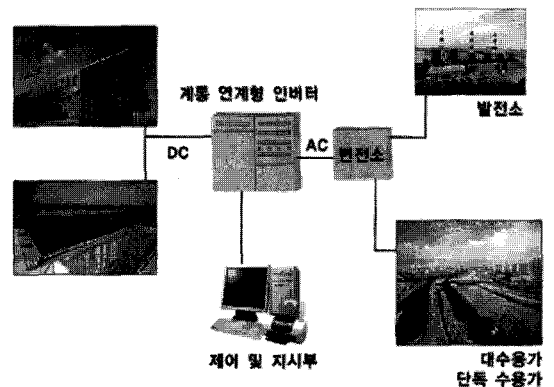


그림 3. 계통연계형 태양광발전 시스템 구성.



정보를 입수하여 계통 전력 품질에 문제를 일으키지 않으면서 병렬공급이 가능하도록 한다. 계통의 사고 시 단독 운전을 통한 2차 사고를 방지하는 기능은 필수 보호 장비이며, 기타 수많은 보호 장치를 내장하고 있다.

계통연계형 태양광발전 시스템은 일반적으로 축전지를 사용하지 않고 바로 전력회사 (한전)의 송전망 (계통)에 접속시켜 햇빛이 있는 낮에는 태양광 발전으로 생산된 전기를 사용하며 남은 전기는 전력회사 (한전)에 판매하고 야간이나 발전량이 모자랄 때는 한전 전기를 사용하는 방식으로서 전력회사의 송전망 자체가 큰 축전지의 역할을 하고 있다고 할 수 있다.

### 3.1 계통 연계 시 필요한 기술 조건

기존의 배전계통에 있어서의 전력조류는 변전소에서 수용가를 향한 단방향이지만, 태양광발전시스템이 연계된 배전계통의 경우에는 양방향의 조류가 형성된다. 이러한 양방향의 전력조류가 발생하면 기존 배전계통은 단방향 조류를 기반으로 모든 계통운영이 이루어지므로 계통운용상 여러 가지 문제점이 야기될 수 있다. 따라서 태양광발전 시스템 계통연계 시 기술적 필요조건 및 문제점을 사전에 조사, 검토할 필요가 있다. 계통연계 시 발생하는 대표적인 문제점을 열거하면 전압조정문제, 단락용량초과, 보호협조, 단독운전발생, 상불 평형 발생 등이 있다.

#### (1) 전압조정

전기사업자는 저압 배전선의 공급전압을 전기사업법에서 정한 적정범위를 유지할 의무가 있기 때문에 태양광발전 시스템이 배전계통에 도입된 경우라 하더라도 공급전압은 이 규정 범위 내로 유지되어야 한다. 현재의 배전계통의 전압관리는 변전소에서 부하에 이르기까지의 전력조류가 단방향이라는 사실을 전제로 하고 있다. 이와 같이 전력조류가 단방향일 경우는 부하의 변동에 의해 배전선에 흐르는 전류가 변화해 전압이 변동하더라도 전압은 변전소 인출로부터 배전선 말단을 향해 감소하기 때문에 선로의 전압조정은 LDC (Lind Drop Compensation) 방식 및 주상변압기 탭 설정 및 콘덴서 등의 설치로 비

교적 쉽게 조정할 수 있다. 그러나 배선전로에 태양광발전 시스템이 도입되어 배전계통으로 역 조류가 발생하게 되면 연계지점의 전압이 높아져 배전선로상의 전압분포는 상이한 분포를 가진다. 이와 같은 상황에서 기존의 전압제어 방식으로는 적정전압 조정능력을 상실할 가능성이 발생한다. 이와 같은 문제는 태양광발전시스템의 도입용량을 적절히 제어함으로써 어느 정도 대처가 가능하지만, 이는 태양광발전 시스템의 보급에 저해요인이 되므로 이를 적절히 대처할 수 있는 새로운 전압조정 방식이 요구되며 이를 통해 규제를 완화할 필요가 있다.

#### (2) 단락용량

태양광발전 시스템을 연계하여 운전하고 있을 경우 계통의 고장 발생 시 태양광발전 시스템의 고장 전류에 의해 단락용량이 증가하게 된다. 이 때문에 기존 차단기의 차단용량을 초과한 상황이 발생할 수 있어 배전계통 구성의 재검토, 발전기 리액턴스 검토, 한류 리액터 및 고압 퓨즈의 채용 등에 관한 분석, 검토가 필요하다.

#### (3) 보호협조

배전계통에 있어서 지락사고 및 단락사고가 발생하였을 경우 고장 파급 확대를 방지하기 위해서 고장전류를 공급하고 있는 전원을 신속하게 차단하도록 하고 있다. 이를 위해 배전선에는 보호 장치가 설치되어 고장을 정확히 검출하여 고장구간 또는 고장 선로를 계통으로부터 신속하게 분리한다. 그러나 태양광발전 시스템이 기존의 보호시스템의 배전계통에 도입될 경우에는 역 조류에 의해 고장 시 고장 구간의 분리, 선로 재구성에 따른 차단기 및 개폐기 제어 알고리즘, 순시 정전 시 기동정지 개폐기의 기능 차단용량 등에 악영향을 끼칠 우려가 있다. 또한 고장 시 일시적으로 분리된 건전구간 내에 태양광발전 시스템이 존재하여 고장구간을 활성화 하는 경우가 발생할 수 있는데 이 경우에는 인체 및 전기설비에 위험을 초래하게 될 뿐만 아니라 고장의 신속한 복구에도 저해 요인이 될 수 있다. 이 외에도 지락사고 시 선로가 계통과 차단된 상태에서 태양광발전 시스템 설비의 차단기가 늦게 동작하게 되면 선로의 커

패시터와 부하가 태양광발전 시스템의 전원과 작용하여 공진으로 인한 과전압의 발생, 차단기 (리클로저 또는 CB)와 퓨즈의 보호 협조체제하에서 순시고장 시 고장전류의 증가로 인한 불필요한 퓨즈의 용단으로 장시간 정전사태의 발생, 리클로저 또는 CB (회로차단기)의 재폐로 방식에 따른 태양광발전 시스템 설비의 충격 또는 확실한 분리보장에 관한 문제 등이 우려된다.

#### (4) 단독운전 방지

배전계통 측의 전원이 상실된 경우 배전 선로상의 부하와, 태양광발전 시스템 전원공급이 평형상태를 유지하는 경우를 단독운전 (Islanding or Isolation) 상태라고 한다. 이러한 단독운전상태가 지속되는 가운데 배전 계통 측의 전원이 회복될 경우에는 양측 전원의 동기문제가 발생하고 이로 인하여 단락 및 탈조 등의 고장이 일어날 가능성이 있을 뿐만 아니라 선로작업을 위해 선로를 차단한 상태에서 작업원의 선로작업 시 안전문제 역시 심각하다. 따라서 태양광발전 시스템의 계통 연계 시 이러한 단독운전 상태를 확실히 방지할 수 있는 대책 마련이 필요하다. 즉 태양광발전 시스템 설비 측에서 계통 전원 상실을 자동으로 검출하여 계통으로부터 분리하는 방법, 배전계통 고장 시 재폐로 동작에 앞서 통신 연락에 의해 태양광발전 시스템 설비를 계통에서 분리하는 방법 등이 필요하다.

#### (5) 역률유지

배전계통에 있어서 역률유지는 선로의 전압변동, 전력손실 및 유효전력의 공급한계 등의 측면에서 중요하다. 현재 국내의 경우, 전기 공급규정 제43조, 제44조에 의해 수용가의 역률유지 규정을 0.9(지상)-1.0 사이로 두고 있고 0.9 이하는 전기요금 추가, 0.9 이상은 전기요금감액 등이 규정되어 있다. 이러한 상황에서 태양광발전 시스템이 배전계통에 도입되어 운전될 경우, 이의 운전역률은 선로의 역률에 영향을 미치게 된다. 세 가지의 경우로 나누어 볼 수 있는데 첫째, 선로에 도입된 태양광발전 시스템이 운전역률(발전기 기준) 1.0으로 운전하게 될 때에는 계통에 유효전력만을 공급해 주기 때문에 선로의 전력

손실은 적어진다. 둘째, 지상운전의 경우에는 유효 및 무효전력을 모두 계통측에 공급하게 되어 선로의 전압변동에 커다란 영향을 미치게 된다. 하지만, 선로에 흐르는 무효전력의 감소로 상위 배전용변전소에서 배전선로에 공급해 주어야 할 무효전력공급량은 감소하게 되어 전압안정도에는 유리하다. 셋째, 건전상운전의 경우 유효전력은 계통에 공급하고 무효전력은 계통측으로부터 공급받아야 하기 때문에 선로에 흐르는 무효전력의 증가로 역률은 악화되고, 배전용 변전소측에서 공급해야 할 무효 전력량은 증가하게 되어 무효전력 보상설비의 증가와 전압안정도의 악화가 예상된다. 따라서 배전계통에 도입되는 태양광발전 시스템의 운전역률을 어떻게 설정할 것인가는 배전계통에 도입되는 에너지전원의 규모에 따라 선로의 전압변동, 무효전력 증가, 손실 등의 요소와 관련지어 결정해야 할 대단히 중요한 요소이다. 또한 태양광발전 시스템에 연계되는 위치에 따라 상이하기 때문에 대용량의 태양광발전 시스템에 대해서는 역률조정기능을 의무적으로 갖추도록 하는 방법, 소용량의 경우는 도입 시에 사전 검토하여 운전역률을 고정시키는 방법 등의 사전검토가 반드시 수행되어야 한다.

#### (6) 상불평형

국내의 경우 배전계통은 22.9 kV 공통 중성선 다중접지 방식을 채택하고 있어 상 불 평형이 생기게 되면 중성선에 불평형 전류가 흐르게 되어 중성선의 전위가 상승하게 되고 이로 인해 선로의 제어기에 오동작 영향을 일으킬 우려가 있다. 따라서 배전계통의 태양광발전 시스템 설비가 도입될 경우 이러한 상 불 평형 요소를 고려한 선정 및 대책이 필요하다.

#### (7) 고조파

태양광발전 시스템 등의 직류발전 시스템은 인버터에 의해 직류를 교류로 변환을 하기 때문에 고조파가 발생하게 된다. 고조파의 발생량은 인버터의 방식에 따라 다르지만, 그것이 계통의 허용량을 초과하게 될 경우에는 전력계통에 접속되어 있는 타 부하기기의 동작에 악영향을 초래할 우려가 있다.



따라서 이러한 태양광발전 시스템의 경우에 대해서는 고조파 억제 대책을 확실히 강구해 둘 필요가 있다.

### (8) 주파수

전 지역에 걸쳐 배전계통에 도입되어 운전하고 있는 다수의 태양광발전 시스템이 어떤 원인으로 동시에 출력이 0으로 되는 경우는 전력계통전체의 주파수가 흔들릴 가능성이 충분히 있다. 물론 그런 가혹한 상황은 상당히 확률이 작지만, 만약 태양광발전 설비가 어느 정도 상당량 보급된 경우를 상정한다면, 구름 등의 조건으로 태양광발전의 출력이 순시에 0으로 되는 상황은 충분히 일어날 수 있는 일이다. 이런 경우는 그 피해가 막대하므로 이런 분야에 대한 연구 분석도 요구된다.

### (9) 도입 한계량

기존 배전계통의 구성 및 운용체계가 태양광발전 시스템 발전용량을 어느 정도까지 수용 가능한가를 여러 측면에서 검토하여야 한다. 왜냐하면 수용한계를 벗어날 정도의 태양광발전 시스템이 배전계통에 도입될 경우 기존 배전계통의 구성과 운용체계를 개선 내지는 변경시킬 필요가 있기 때문이다. 그 수용한계량의 결정에는 여러 가지의 요소들이 고려될 수 있는데 예를 들면 상시전압 변동 및 순시전압 변동, 전압 안정도, 신뢰도, 전력 품질 등을 들 수 있다. 따라서 태양광발전 시스템의 배전계통 도입 한계량 결정은 앞에서 열거한 요소들을 종합적으로 고려하여 검토·분석 결정하여야 할 것이다.

## 3.2 태양광발전 시스템 전력변환장치

태양광발전시스템의 경우 직류가 발생되므로 교류부하 및 계통연계를 위해서는 직류/교류 전력변환장치인 인버터가 필수적이다. 일반적으로 인버터 시스템은 용도에 따라서 크게 전원용과 교류전동기의 구동용으로 분류되는데 전원용 인버터의 경우, 일정 전압·일정 주파수의 정현파 교류를 출력하도록 제어하는 정전압 정주파수 (CVCF : Constant Voltage Constant Frequency) 제어방식과 다른 교류전원(상용 전력 계통이나 다른 인버터)과 병렬로 연

결하여 사용하는 병렬형 (Parallel-connection type) 및 다른 교류 전원과는 연결되지 않는 독립형 (Stand-alone type)으로 구분되며 독립형은 단독으로 부하에 전력을 공급하는 형식으로 기존의 인버터 방식의 대부분이다.

### (1) 계통연계형 인버터

계통연계형 태양광발전 시스템은 태양전지 어레이 (Array)로부터 발전된 직류전력을 인버터를 통하여 교류전력으로 변환시켜 계통과 연계하는 시스템으로 축전지가 필요 없으며, 태양전지 어레이와 계통연계형 인버터로 구성된다.

계통연계 시 상용 계통의 전압 변동에 대해서 인버터의 출력전압이 계통선의 전압에 추종되어야 하며 계통과의 위상차로 인한 순환전류를 방지하기 위해 전류 위상 동기화 제어가 필요하다. 따라서 계통연계형 인버터의 구성은 다음과 같다.

### (2) DC source

인버터의 입력전원은 태양광발전 시스템에서 생산된 전력을 임시로 저장하고 있는 배터리에 연결되어 있다. 임시저장용 배터리에 연결되어 있는 인버터는, 경우에 따라서 독립형과 계통연계형 두 가지로 작동할 수 있다.

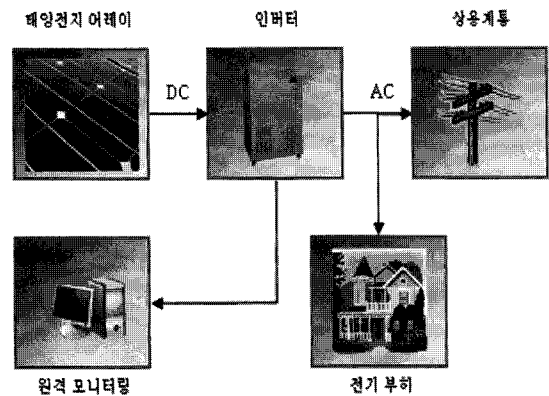


그림 4. 계통연계형 태양광발전 시스템.

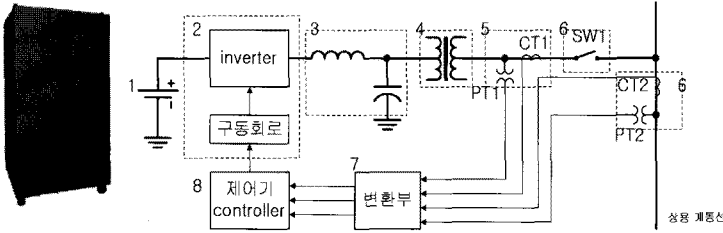


그림 5. 계통연계형 인버터의 주요 구성.

### (3) PWM 인버터

인버터는 스위칭소자와 스위치를 동작시키기 위한 구동회로로 구성된다. 정현파에 근사한 출력 파형을 얻기 위해서 인버터의 스위치를 수십 kHz의 높은 주파수로 on/off 시키며 제어기에 연결되어 전압 제어, 전류의 위상 제어, 계통선 전압 추종제어, 과전류 보호 등의 기능을 수행한다.

### (4) 정현화 필터 (AC filter)

인버터는 정현파 출력을 얻기 위해서 고속으로 on/off 하기 때문에 고조파성분이 포함된 전압을 출력으로 발생한다. 때문에 정현파 출력을 얻기 위해서는 고차 고조파 성분을 제거하는 필터가 필요하다. 필터는 초크 코일 L과 커패시터 C만으로 구성된 간단한 역 L형 필터를 주로 사용한다.

### (5) 절연 변압기 (Isolation transformer)

인버터와 상용계통간의 전기적인 절연을 위한 것으로 60 Hz 저주파 변압기를 사용하여 인버터의 전체적인 크기와 중량, 그리고 가격을 증가시킨다.

### (6) 검출 회로

인버터의 출력 전압 (PT1), 출력 전류 (CT1), 출력 전압과 전류의 위상은 물론 사용 계통의 전압 (PT2) 과 전류 (CT2) 그리고 위상을 검출한다. 검출된 신호를 분석하여 제어기에서 시스템 각부의 제어를 수행하게 된다.

### (7) 절환 회로 (SW)

인버터 시스템의 고장 및 계통선의 사고 등에 대비하여 절환회로를 설치한다.

### (8) 변환부

검출회로에서 측정한 전압과 전류의 값을 Controller에 입력할 수 있는 형태로 바꿔준다.

### (9) 제어기 (Controller)

검출회로에서 검출된 Data를 분석하여 Inverter 및 절환회로의 제어신호를 내보낸다. 보통 원칩 마이크로프로세서를 사용하며, 개인용 컴퓨터를 사용하기도 한다.

※ 앞에서 말한 주요 구성 요소 외에도 인버터의 정격 전류를 초과하는 전류를 검출해서 제한하기 위한 전류 제한기 (Current limiter)를 추가로 설치하기도 한다.

## 4. 결론

태양에너지는 태양의 수명이 약 50억년으로 예측되고 있어 고갈되지 않는 무한 에너지원이고 CO<sub>2</sub>와 같은 온실가스를 배출하지 않고 진동이나 소음이 전혀 없는 친환경적인 에너지원이다. 또한 태양광이 조사되는 곳이면 어디에나 태양광발전 설비의 설치 가능하고, 기존 전력공급 라인을 통해 발전 및 전력 송전이 가능하며 한번 설치하면 별도의 유지비용이 거의 필요 없기 때문에 장기적인 성장 가능성이 높아 2050년까지 태양광 발전이 전 세계 전력 생산 가운데 11%를 차지하게 될 것이며, 연간 2.3Gt에 이르는 탄소배출량을 감축할 수 있을 것으로 예상하고 있다. 태양광은 2020년 즈음, 더 다양한 지역에서 파워그리드 수준의 경쟁력을 갖출 것으로 보인다. 그리고 태양광 발전이 빠르게 확산되면서 핵심 부품인



인버터 출하량도 급증할 전망이다. 수요가 크게 늘어나 태양광 인버터의 와트 (W)당 평균 가격은 13.5%나 감소할 전망이며 시장 경쟁이 치열해지면 서 인버터 가격이 꾸준히 내려갈 것으로 예상하고 있다. 시장조사업체인 아이서플라이에 따르면 태양 광 인버터 출하량 오는 2014년이면 무려 2,330만대 에 이를 것으로 관측하였다. 금액으로는 89억 달러 에 달하는 규모다. 따라서 이와 같은 태양광발전 시 스템의 대량 보급에 따른 계통연계 시 발생하는 대 표적인 문제점인 전압조정문제, 단락용량초과, 보호 협조, 단독운전발생, 상불 평형 발생 등 기술적 필요 조건 및 문제점을 사전에 조사, 검토할 필요가 있고 태양광 산업, 그리드 운영자 및 시설들은 유연하고 효율적으로 운영하기 위해서는 스마트 그리드에 대 규모 태양광 에너지를 통합할 수 있는 신기술 및 전 략의 개발이 필요할 것으로 예상된다.

## 참고 문헌

- [1] Technology Roadmap-Solar photo voltaic energy, IEA, 2010
- [2] 분산형전원 배전계통 연계기술 해설서, 한국전력공사(사내용), pp70~79, 2006
- [3] 系統連繫規定, 日本電氣協會(系統連繫專門部會), pp244~248, 2006
- [4] 정현준, 배전계통에 분산형전원 연계 시 보호협조측 면에서 적정용량 검토, pp36~42, 2006
- [5] 녹색성장을 위한 IT산업전략(Green IT), 지식경제부 정보통신산업정책관실, 2009
- [6] 저탄소 녹색성장을 위한 주요국 그린 IT정책 추진동 향과 시사점, 한국정보사회진흥원, 2008
- [7] LG Business Insight, pp34~42. 2010
- [8] <http://www.konetic.or.kr>
- [9] <http://www.solarcenter.co.kr>
- [10] <http://www.cleanenergyauthority.com>
- [11] <http://www.ecoseed.org>
- [12] <http://www.telda.co.kr>
- [13] <http://www.etnews.co.kr>
- [14] <http://www.alternativeenergynews.com>
- [15] 보호협조 실무교재(1,2,3권), 한국전력공사, 2006
- [16] 太陽光發電で地球と家計に優しい生活, ソーラ住宅普及促進懇談會, pp1~292, 2009

## 저자|약력|



성 명 : 김영민

◆ 학 력

- 1989년 전북대학교 전기공학과 공학사
- 1996년 동 대학교 대학원 전기공학과 공학박사

◆ 경 력

- 1997년 - 1998년 (주)삼원그룹건축사사무소 전기감리부 대표이사
- 2009년 - 2010년 전남도립대학 정보지원센터장
- 1998년 - 현재 전남도립대학 소방안전관리과 교수

