

## LA FORMACIÓN EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

F.J. GIMENO; C. SÁNCHEZ; F. IBAÑEZ; S. SEGUI; M. ALCANIZ; R. CAPILLA  
*Departamento de Ingeniería Electrónica  
Universidad Politécnica de Valencia, 46022-Valencia, España.*

*The installation of a solar photovoltaic station at the Universidad Politécnica de Valencia (UPV) in 1999 was an important step in bringing the UPV closer to the increasingly important alternative energy sources such as solar and wind. The solar photovoltaic station can produce 17.5 kWp and contains 234 solar panels, six monophasic inverters supplying power to the electrical grid, a data acquisition system, and a weather station.*

*Various objectives have been established at the university to encourage the wider use of these energies. The teaching objectives are: familiarisation of students with alternative technologies, training for technical specialists in these areas and co-operation with Spanish energy sector companies.*

*The University plans to increase the size of its solar station in the near future and widen its co-operation with companies in the sector. It also plans to encourage the wider use of alternative technologies by creating multi-disciplinary groups to study the use of photovoltaic energy for independently-powered sewage treatment plants and water desalination.*

### 1. Introducción

Las energías alternativas representan un papel cada vez más importante en el sector de la producción de energía eléctrica. En España ya se pueden ver en distintos puntos de su geografía parques eólicos de tamaño en algunos casos considerables. Sin embargo, otras energías, como la solar fotovoltaica, no han experimentado un auge tan importante debido, entre otras causas, al elevado precio de los sistemas de conexión a red que precisan estas energías con respecto a otros tipos de energía (por ejemplo la convencional hidroeléctrica o la nuclear). Este hecho motiva que no resulte rentable desde el punto de vista meramente económico su utilización. Esta situación puede dar un giro con la aplicación de distintas políticas que favorecerán su implantación a gran escala. Estas políticas parten desde organismos comunitarios y desde los propios estados que integran la Unión Europea.

En el caso de la Unión Europea, se plantea en el Libro Blanco sobre la Energía que en el año 2010 el 12% de la energía eléctrica consumida proceda de las fuentes llamadas renovables. Para ello se realizarán inversiones en el contexto del V Programa Marco tanto para proyectos de investigación como de demostración de nuevas tecnologías, con un importe global en todo el programa (4 años, 1999-2003) de 3.000 MEuros. La energía solar fotovoltaica tiene dedicado un apartado especial dentro de las acciones clave de dicho Programa Marco. Por otro lado, a nivel nacional, la legislación ha cambiado recientemente en el sentido de potenciar el uso de este tipo de energías. En concreto, se financia con 66 pts/kWh la energía eléctrica entregada a la red y que proceda de instalaciones fotovoltaicas de menos de 5 kWp, y

con 33 pts/kWh para instalaciones de mayor potencia. A estas razones se une el hecho de que la contaminación acústica que produce este tipo de energía es nula, lo que permite su utilización en zonas urbanas y residenciales.

En este contexto, es de prever que se produzca en los próximos años un auge de este mercado que precisará de un número cada vez mayor de técnicos especializados en todas las fases que integran un instalación fotovoltaica: desarrollo de nuevos equipos de acondicionamiento de la potencia, producción en fábrica de los sistemas e instalación del sistema conectado a la red eléctrica.

Pensamos que es misión de la Universidad formar a estos técnicos y divulgar en la mayor medida posible las ventajas que reportan el uso de esta energía. Por todo ello, en el transcurso del año 1999 se ha llevado a cabo la instalación de una Central Solar Fotovoltaica en la Universidad Politécnica de Valencia (U.P.V.), dando con ello un importante paso en el acercamiento de la U.P.V. a las energías alternativas, con gran proyección de futuro en la producción energética: energía solar fotovoltaica y térmica, energía eólica, etc. La central solar fotovoltaica instalada tiene una potencia de 17.5 kWp, está constituida por 234 paneles solares, 6 inversores monofásicos que proporcionan energía eléctrica a la red de suministro. Para conseguir un completo seguimiento de su funcionamiento se ha instalado en el Laboratorio de la Central Solar un sistema de adquisición de datos y una estación meteorológica.

## 2. Objetivos docentes.

El acercamiento de los alumnos de la U.P.V. a las energías alternativas se llevará a cabo mediante las siguientes acciones:

- Incorporación en los temarios de asignaturas de contenidos relacionados con estas energías: fundamentos de la energía solar fotovoltaica, elementos integrantes de las instalaciones solares fotovoltaicas y características de instalaciones aisladas y de instalaciones conectadas a la red.
- Visitas a instalaciones solares aisladas y conectadas a la red, campos eólicos, etc.
- Realización de prácticas en empresas del sector y de Proyectos Final de Carrera sobre energías alternativas.

El presente artículo pretende ilustrar cómo se plantea la introducción de los sistemas solares fotovoltaicos en la docencia que se imparte actualmente en el título de Ingeniero Técnico Industrial, especialidades de Electrónica Industrial y de Electricidad. Ambos títulos son impartidos en la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Valencia (E.U.I.T.I.V.), en la U.P.V. También se plantea su introducción en otros ámbitos de la formación en los que se encuentran involucrados los autores.

Las partes integrantes de un sistema solar fotovoltaico que se pueden tratar de forma docente se han dividido en bloques de contenidos similares, indicándose en que asignaturas podrían ser impartidos y que conceptos serían los que se tratarían:

*Convertidores electrónicos de potencia* (Asignaturas: Electrónica de Potencia / Electrónica Industrial / Experimentación en Electrónica Industrial): Inversores monofásicos y trifásicos,

control PWM, inversores con conexión a red o en modo isla, mejora de la calidad de la energía eléctrica suministrada, protecciones.

*Control de convertidores electrónicos de potencia* (Asignaturas: Sistemas Electrónicos Industriales Avanzados / Experimentación en Electrónica Industrial): Generación analógica/digital de la señal PWM, algoritmos de control, búsqueda del punto de máxima potencia, sincronización con la red eléctrica.

*Carga/descarga de baterías / monitorización del estado de las baterías* (Asignaturas: Electrónica de Potencia / Sistemas Electrónicos Industriales Avanzados / Técnicas Electrónicas de Medidas): Tipos de baterías / Características, cargadores de Baterías, monitorización del estado de las baterías.

*Sistemas de adquisición de datos* (Asignaturas: Sistemas Electrónicos Industriales Avanzados / Técnicas Electrónicas de Medida / Instrumentación Electrónica): Medida de Tensiones/Corrientes DC y AC y calidad de la señal AC, medida de parámetros que influyen en el rendimiento del sistema: radiación, temperatura, velocidad del viento, etc.

*Paneles solares / fuentes de energía* (Asignaturas: Electrónica de Potencia / Fundamentos Físicos de la Ingeniería / Tecnología Electrónica / Microelectrónica): Células Solares: Efecto fotovoltaico, tipos de células solares, fabricación de células solares, características de células solares comerciales.

*Legislación* (Asignatura: Oficina Técnica): Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, legislación sobre conexión a la red de suministro de instalaciones fotovoltaicas.

### 3. Formación de Postgrado.

La formación de técnicos especializados se completa con la organización de cursos de Postgrado dirigidos tanto a titulados de la Universidad Politécnica de Valencia como a profesionales interesados en estas tecnologías. Se pretende que al finalizar el mismo los alumnos sean capaces de diseñar una instalación de energía solar fotovoltaica, seleccionando los elementos más adecuados. Los temas a tratar en estos cursos son los siguientes:

- Situación actual de la Energía Solar Fotovoltaica.
- Células Solares: Fundamentos, características, tipos, fabricación e interconexión.
- Fuentes de energía eléctrica convencionales.
- Convertidores de Potencia en Energía Solar Fotovoltaica.
- Caracterización de una Central Solar / Evaluación del rendimiento de una Central Solar.
- Protecciones y normativas.
- Diseño y dimensionado de una instalación solar fotovoltaica.
- Visita técnica a la Central Solar de la UPV y al Campo Solar-Eólico "Los Pajaricos".

### 4. Tercer Ciclo.

En último término, se pretende continuar la formación en este tipo de sistemas de producción de energía hasta el tercer ciclo universitario. La puesta en marcha de una asignatura dentro del programa de doctorado de Ingeniería Electrónica permitirá dar la formación adecuada a los alumnos que elijan realizar su tesis doctoral en algún tema relacionado con la Energía Solar Fotovoltaica. La orientación de esta asignatura debe ser radicalmente distinta a la de los cursos de postgrado, ya que en estos la formación que se pretende dar es muy práctica, orientada a la utilización de la tecnología existente en el montaje de sistemas fotovoltaicos.

El tercer ciclo se completa con la oferta de títulos de tesis por parte de los grupos de investigación que se encuentren desarrollando su actividad en estas líneas de trabajo. En el Departamento de Ingeniería Electrónica, el Grupo de Electrónica de Potencia (GEP), al cual pertenecen los profesores que impartirían la asignatura mencionada, basa sus investigaciones en varias líneas relacionadas con el tema que nos ocupa. Entre ellas destaca el desarrollo de nuevas tecnologías de implementación del convertidor electrónico que permite la generación de la tensión alterna, bien sea en sistemas autónomos o de conexión a red, a partir de la tensión producida por el generador fotovoltaico. Esta línea de trabajo da lugar a la generación de numerosas tesis que permitirían a los alumnos formados en el programa de doctorado finalizar con éxito su camino hacia la consecución del título de doctor.

Existen además otros grupos de investigación de dentro y fuera de la UPV que podrían absorber a los alumnos que obtuviesen el Diploma de Estudios Avanzados (DEA) en el programa de doctorado de Ingeniería Electrónica, ya que centran sus investigaciones en otros apartados relacionados directa o indirectamente con un sistema fotovoltaico. Entre ellos se pueden mencionar aquellos que trabajen sobre microelectrónica, en materias de la ingeniería eléctrica, en ingeniería de sistemas, ingeniería química, etc...

## 5. Conclusiones.

El florecimiento de las energías alternativas dentro del proceso de generación de energía eléctrica de gran consumo obliga a la formación de técnicos especializados que puedan dar soluciones a los problemas planteados por este tipo de sistemas en un mercado en clara expansión. Todo ello se debe realizar sin menoscabar la formación en otros aspectos de la tecnología que ya están recibiendo los alumnos. Por este motivo se ha planteado en este artículo un método de enseñanza de, en el caso particular que nos ocupa, la energía solar fotovoltaica que se basa en la horizontalidad de los contenidos, intentando aprovechar la estructura actual de las asignaturas y dándoles una nueva orientación que incluya dentro de los temarios llamados tradicionales referencias explícitas a este tipo de tecnologías. De esta forma se recibe una formación completa en varios aspectos tecnológicos (algo habitual en estos sistemas) sin eliminar conocimientos necesarios en otros campos de aplicación.

## 6. Referencias.

- [1] W. A. McKee. Integrating Education and Industry through Enhanced Projects. *Global J. Of Engng. Educ.*, Vol. 3, No. 3, (1999).
- [2] C. Camiña. *El P.I.E. y el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Universidad Politécnica de Valencia*, Jornadas sobre la Docencia en la Universidad Politécnica de Valencia. 62-65 (1998).
- [3] DG XVII Work Programme for 1999 del V Programa Marco de la Unión Europea.