



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Jaén

# Elaboración de material docente de apoyo al aprendizaje y realización de aplicación software para la asignatura instalaciones fotovoltaicas.

Coordinador: Catalina Rus Casas  
Pedro J. Pérez Higuera  
Leocadio Hontoria García  
Juan Domingo Aguilar Peña  
Florencia Almonacid Cruz

Departamento: Ingeniería Electrónica y Automática

**ASIGNATURA: Instalaciones Fovoltaicas**

Convocatoria 2007/2008



CREA



# **MEMORIA FINAL DEL PROYECTO DE** **INNOVACIÓN DOCENTE**

**CONVOCATORIA CURSO 2007/2008**

**Título del proyecto**

**ELABORACIÓN DE MATERIAL DOCENTE DE APOYO  
AL APRENDIZAJE Y REALIZACIÓN DE APLICACIÓN  
SOFTWARE PARA LA ASIGNATURA  
INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.**

**Departamento:**

**Ingeniería Electrónica y Automática**

**Profesores participantes:**

**Catalina Rus Casas (coordinadora)**

**Pedro J. Pérez Higuera**

**Leocadio Hontoria García**

**Juan Domingo Aguilar Peña**

**Florencia Almonacid Cruz**

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### Justificación

La asignatura **Instalaciones Fotovoltaicas**, figura 1, es una materia optativa en la titulación de Ingeniero Técnico Industrial, que se oferta en las especialidades de: Electrónica Industrial, Electricidad y Mecánica.

<b>Asignatura:</b>	<b>Instalaciones Fotovoltaicas</b>
<b>Carga lectiva:</b>	6 Créditos (4,5T + 1,5P)
<b>Tipo de materia</b>	Optativa
<b>Periodo de impartición</b>	3º Curso. 2º Cuatrimestre
<b>Titulación</b>	I.T.I. Especialidad en Electrónica Industrial , Electricidad y Mecánica
<b>Centro</b>	Escuela Politécnica Superior (Jaén)
<b>Departamento que la imparte</b>	Ingeniería Electrónica y Automática.
<b>Área de conocimiento</b>	Tecnología Electrónica

**Figura 1.** Asignatura Instalaciones Fotovoltaicas

El objetivo final de la asignatura, es que el alumno adquiera las competencias necesarias, a nivel cognitivo, procedimental-instrumental así como actitudinal para que quede capacitado en el diseño, cálculo y análisis de instalaciones fotovoltaicas, tanto conectadas a red como autónomas, así como analizar sus distintas aplicaciones.

Debido al carácter multidisciplinar de la asignatura, el alumnado, que puede proceder de distintas trayectorias curriculares, para cursar la misma se ve obligado a manejar una amplia bibliografía, que puede suponer un motivo de desánimo y desorientación. Además, el alumno se enfrenta a un bloque temático especialmente duro: el dedicado a **radiación solar**. Debido a la propia naturaleza del capítulo, se ha observado que resulta de difícil comprensión.

Por todo esto, el proyecto de innovación se ha diseñado para que aporte una colección de presentaciones usadas como guía para el estudio de los temas y un programa realizado en el departamento y por estudiantes, con los que el alumno podrá estudiar dicha parte de la asignatura y también calcular los datos necesarios para el diseño de instalaciones fotovoltaicas, sin necesidad de manejar expresiones matemáticas complejas.

## **Objetivos**

Como se ha comentado en el apartado anterior, la asignatura *Instalaciones fotovoltaicas* resulta, en general, una asignatura difícil para los alumnos. La aplicación de técnicas no tradicionales, redundará en la calidad del curso además de permitir que su aprendizaje sea más personalizado. Actualmente el acceso a las nuevas tecnologías interactivas de la información y la comunicación abre gran cantidad de posibilidades que se concretan en el desarrollo de nuevos modelos pedagógicos que difieren bastante de los que tradicionalmente se estaban usando, basados en la actividad del alumno sobre materiales impresos.

Con el presente trabajo se pretenden obtener los siguientes objetivos:

- Adaptar el programa de la asignatura al nuevo sistema de créditos ECTS.
- Proporcionar al alumno, en formato electrónico, el material de las diferentes unidades didácticas, como son las presentaciones de clase (transparencias). De esta forma el alumno contará con un guión de cada tema y que le ayudará a alcanzar los conocimientos adecuados mediante un trabajo autónomo y una participación activa dirigida por el profesor.
- Ofrecer al alumno una herramienta software, que facilite el estudio y comprensión de la asignatura.

## Contenidos

Los contenidos del proyecto de innovación docente serán los siguientes:

### **1.- Documentación electrónica: documentación estática en soporte electrónico (transparencias de teoría ).**

La elaboración de la documentación coincidirá con los temas incluidos en la asignatura *Instalaciones Fotovoltaicas*, figura 2.

#### **I. RADIACIÓN SOLAR**

Naturaleza de la radiación solar. Nociones de astronomía. Radiación incidente sobre planos inclinados.

#### **II. FUNDAMENTOS**

La célula solar, el módulo y el generador FV.

#### **III. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED (SFCR)**

Estructura y funcionamiento, interconexión de subsistemas, inversores, conexión a red, especificaciones de diseño. Ingeniería eléctrica de los SFV

#### **IV. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AUTÓNOMOS (SFVA)**

Estructura y funcionamiento, acumuladores, acondicionamiento de potencia. Diseño y dimensionado.

#### **V. APLICACIONES Y ANÁLISIS DE EXPERIENCIAS**

SFCR: Aplicaciones FV en edificios (AFEs), integración arquitectónica, centrales FV. Monitorización de Instalaciones. Instrumentación de medida y caracterización,

Proyectos: Fuentes de financiación, aspectos económicos, elaboración de proyectos.

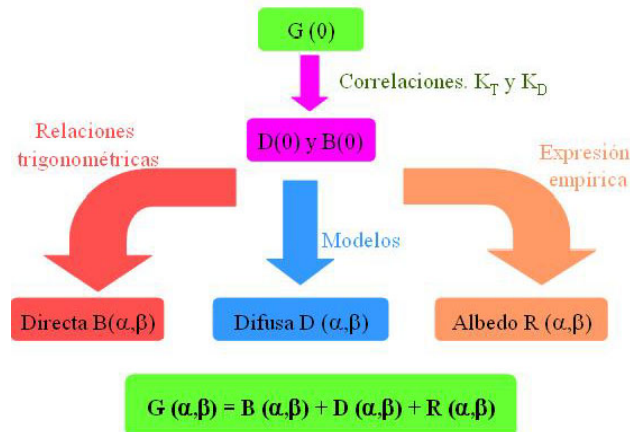
**Figura 2.** Programa de la asignatura Instalaciones Fotovoltaicas

### **2.- Diseño y realización de aplicación software para la obtención de la radiación solar.**

En cuanto al diseño del software, se tendrá en cuenta que cuando el alumno aborde la última parte de la asignatura en la que se diseña un sistema fotovoltaico, tanto sistemas conectados a red o autónomos, debe calcular los valores de funcionamiento del sistema por lo que hay que tener en cuenta algunas cuestiones relacionadas con el tema de radiación solar como:

- a- Determinar la situación óptima de los módulos de un sistema fotovoltaico (orientación e inclinación).
- b- Calcular la captación energética anual cuando el sistema realiza un seguimiento del sol total (orientación e inclinación).
- c- Estudiar de manera comparativa las pérdidas de la captación para diferentes casos en estudio.

Por todo lo expuesto es necesario conocer la radiación solar global incidente sobre la superficie del generador, así como la inclinación óptima del mismo. En ambos casos se debe medir la irradiación diaria media mensual en el plano horizontal o consultar una base de datos en la que esté disponible. Con este dato se procede al cálculo siguiendo el esquema que se recoge a continuación, figura 3. Para obtener la expresión final el alumno debe combinar distintas expresiones matemáticas con el objetivo final de conseguir del sistema que la energía procedente del mismo sea lo máxima posible, con lo que se deben minimizar las pérdidas de captación energética.



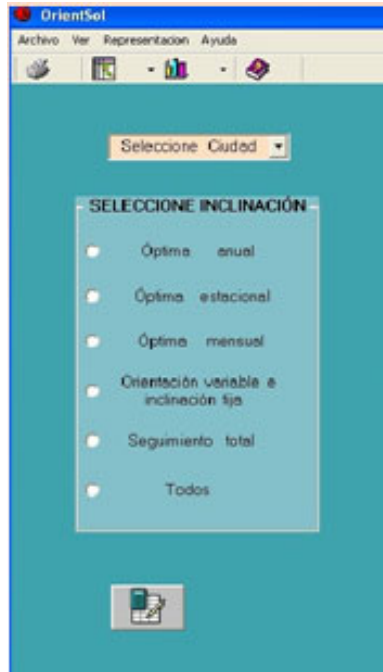
**Figura 3.** Esquema del cálculo de radiación sobre superficie inclinada

Para el cálculo de las pérdidas de captación energética que se producen en los sistemas fotovoltaicos se deben tener en cuenta factores astronómicos, que son aquellos que dependen de la geometría Tierra – Sol. Son función de la posición relativa Sol – Tierra, de las coordenadas geográficas del lugar considerado y del ángulo de incidencia de los rayos solares. Dependen, por tanto, de la posición y altura del Sol en cada instante, y además factores climáticos, que son aquellos que hacen que la radiación solar no sea la máxima esperable para una zona geográfica determinada en un mes, día y hora concreto. Esto es debido a que los llamados factores climáticos atenúan en muchos casos la misma, por ejemplo: las nubes, la cantidad de vapor de agua, el ozono, los aerosoles, etc. contenidos en la atmósfera y que son los responsables de que esta atenuación se produzca.

La dificultad de trabajar con gran cantidad de datos, así como con expresiones matemáticas complejas, han motivado a la realización del software, donde se pretende obtener una aplicación que permita realizar un exhaustivo estudio de las pérdidas de captación energética producidas en el sistema fotovoltaico.

Además, también se desea que éste proporcione la topología óptima para la colocación de dichos paneles según el lugar geográfico y la finalidad que pretendamos darle a la instalación (uso anual, estacional o mensual) para que de esta manera se puedan minimizar las pérdidas energéticas producidas.

El programa, que debe presentar un aspecto parecido al que se recoge a continuación figura 4, deberá realizar los cálculos de forma transparente al usuario. Además de la ciudad, inicialmente se debe elegir una opción de inclinación para los cálculos de entre: óptima anual, óptima estacional, óptima mensual, orientación variable e inclinación óptima, seguimiento total o todos.



**Figura 4.** Aspecto que podría tener el software.

Una vez finalizados los cálculos el programa debe permitir tanto imprimir los resultados como exportar los mismos a una hoja de cálculo de Excel. De esta forma los resultados obtenidos pueden enlazarse con otras aplicaciones.

## Metodología y Recursos

Se considerarán por separado los dos bloques que forma este proyecto:

- Documentación electrónica: documentación estática en soporte electrónico (transparencias de teoría ).
- Diseño y realización de aplicación software para la obtención de la radiación solar.

La metodología usada para la elaboración de las presentaciones, que constituyen una información fundamental para el estudio de la asignatura, se basará en:

- Selección de bibliografía docente y técnica relacionada con la asignatura.
- Convocatoria de reuniones de trabajo para planificación y seguimiento de la ejecución de las tareas.

El software utilizado en este caso será *PowerPoint®*. Una vez finalizado cada tema se convertirán, tanto los apuntes como las presentaciones de clase a documentos PDF a través de la impresora virtual *Acrobat Distiller®* que incorpora *Adobe Acrobat®*.

Para la realización de la aplicación software, la metodología usada, se basará en:

- Selección del software en el que diseñar la aplicación.
- Convocatoria de reuniones de trabajo para planificación y seguimiento de la ejecución de las tareas.
- Apertura del proyecto a la participación del alumnado en la modalidad de Proyectos Fin de Carrera para colaboración en la realización de parte del material.

La viabilidad de la realización de este proyecto se sustenta fundamentalmente en:

- Se dispone de recursos humanos y materiales razonablemente suficientes para llevar a cabo la iniciativa. Se ha creado un grupo de profesores afines a la asignatura de manera que todos participen en la elaboración del material de forma que todos expongan sus ideas para mejorar el carácter didáctico de la misma. Igualmente se incorporará al grupo una representación de alumnos que aporten su enfoque sobre los contenidos de la colección y su facilidad de comprensión



- No se requieren grandes inversiones para poner en marcha el proyecto. Sus resultados proporcionarán material reutilizable en cursos posteriores.

### Calendario de Ejecución

	Enero-Febrero	Marzo-Abril	Mayo-Junio	Julio	Septiembre
1.- Búsqueda y recopilación información.					
2.- Mejora de los apuntes y puesta en marcha de los mismos en la plataforma del campus virtual de la Universidad.					
3.-Desarrollo de la aplicación.					
4.- Depuración- Corrección.					
5.- Difusión de la herramienta elaborada.					
6.- Elaboración memoria.					

### Evaluación

La asignatura aquí indicada corresponde al segundo cuatrimestre, los documentos electrónicos generados pueden ser utilizados por los alumnos conforme se vayan implementando. Esto nos permitirá una retroalimentación que será muy interesante a la hora de confeccionar los mismos.

Para una mayor efectividad, a media que se vaya elaborando el material didáctico, se irá utilizando en las respectivas clases de la asignatura, produciéndose un proceso de realimentación automática con los alumnos, modificando en tiempo real aquellos fallos que se vean a lo largo del cuatrimestre.

Se observará la evolución del aprendizaje de los alumnos, comparándola con resultados obtenidos en años anteriores. Así mismo, se pretende desarrollar un cuestionario que se aplicará al final de curso para sondear la opinión del alumno sobre esta nueva herramienta.

Las metodologías para realizar la evaluación de las herramientas seleccionadas y materiales docentes confeccionados son:

- Evaluación mediante encuesta al alumnado sobre la colección de presentaciones elaboradas.
- Evaluación mediante encuesta al alumnado acerca de la herramienta software desarrollada.

### **Gastos previstos**

<b>CONCEPTO</b>	<b>PRECIO (EUROS)</b>
<b>MATERIAL FUNGIBLE</b>	
Unidades cd´s y dvd´s	
Recambio impresora y material de oficina	
<b>MATERIAL INVENTARIABLE</b>	
1 Grabadora Externa DVD	
1 Disco Duro Portátil	
1 Impresora Multifunción	
<b>VIAJES Y ACTIVIDADES</b>	
Participación en el congreso de Tecnología Aplicada a la Enseñanza de la Electrónica, viaje y dietas	
<b>OTROS</b>	
Bibliografía Técnica especializada	
<b>TOTAL</b>	<b>Euros</b>