

# Guía didáctica

## DVD

### *Energía Solar Fotovoltaica:*

*Aplicaciones, Fundamentos, Subsistemas y Modos de Funcionamiento.*



**Director: Dr. Ing. Manuel Alonso Castro Gil**

[mcastro@ieec.uned.es](mailto:mcastro@ieec.uned.es)

Teléfono: 34-913-986-476

---

**Coordinador: Dr. Ing. Antonio Colmenar Santos**

[acolmenar@ieec.uned.es](mailto:acolmenar@ieec.uned.es)

Teléfono: 34-913-987-788

Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control / UNED

Ciudad Universitaria, s/n - 28040 Madrid - ESPAÑA

Fax: 34-913-986-028

## CONTEXTO

El presente trabajo en DVD de **Energía Solar Fotovoltaica: Aplicaciones, Fundamentos, Subsistemas y Modos de Funcionamiento** se inscribe dentro de un ciclo audiovisual denominado **Energía y Edificación: Tecnologías y Sostenibilidad**, dentro del mismo está pensado el montaje de un DVD por cada uno de los siguientes bloques temáticos:

- El sistema energético, la energía eléctrica y la sostenibilidad
- **La energía solar fotovoltaica**
- La energía solar térmica (aplicaciones domésticas e industriales)
- La energía solar térmica (climatización: producción de calor y frío)
- La energía eólica
- Domótica
- Otras energía renovables. Sostenibilidad y energía eléctrica

## OBJETIVOS

Al término del estudio de este tema, los alumnos deberían:

- Entender el principio de funcionamiento de la generación de electricidad a partir de sistemas fotovoltaicos.
- Observar las peculiaridades del espectro solar.
- Clarificar los conceptos fundamentales sobre las dos formas de aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica: sistemas FV autónomos y sistemas FV conectados a red.
- Poseer conocimientos sobre la de las instalaciones fotovoltaicas reales y de los componentes fundamentales de las mismas.
- Discernir entre las diferentes tipologías de plantas fotovoltaicas.
- Estar al corriente de las infraestructuras civiles, eléctricas y de control mínimas necesarias tanto para la explotación de una instalación autónoma como especialmente para una planta solar FV.
- Visualizar con claridad los costos asociados a la producción de energía eléctrica de origen solar FV.
- Conocer el Código Técnico de la Edificación.
- Ver los efectos positivos y negativos que las instalaciones de aprovechamiento de la energía solar FV tienen sobre el medioambiente.

## INTRODUCCIÓN

Un sistema fotovoltaico es el conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar. El principal componente de este sistema es el módulo fotovoltaico, a su vez compuesto por células capaces de transformar la energía luminosa incidente en energía eléctrica de corriente continua. El resto de equipos incluidos en un sistema fotovoltaico depende en gran medida de la aplicación a la que está destinado. A grandes rasgos los sistemas fotovoltaicos pueden clasificarse en tres grandes grupos: conectados a red (grid connected), autónomos (off-grid) y de bombeo.

Los sistemas conectados a red producen energía eléctrica para ser inyectada íntegramente en la red convencional. Dado que no deben satisfacer ninguna demanda de consumo de forma directa ni garantizar el mismo, no necesitan incorporar equipos de acumulación de energía. Para permitir el correcto acoplamiento con la red eléctrica estos sistemas incorporan un equipo inversor que adecúa la potencia producida por el generador fotovoltaico a las condiciones de la red convencional. Estos sistemas pueden a su vez ser divididos en sistemas instalados sobre suelo y sistemas en edificación. Los sistemas sobre suelo, concebidos exclusivamente para producir energía y obtener el rendimiento económico asociado, suelen superar los 100 kW de potencia. Los sistemas en edificación abarcan funciones adicionales a la producción de energía, tales como sustitución de componentes arquitectónicos, efecto estético, sombreado de acristalamientos, etc. En general, son sistemas más pequeños que los instalados sobre suelo, normalmente de potencias inferiores a los 100 kW.

Los sistemas autónomos abarcan una variedad muy amplia de aplicaciones. Su denominador común es la necesidad de satisfacer una demanda energética determinada. Por esta razón, prácticamente todos los sistemas autónomos incorporan un equipo de acumulación de energía. Estos sistemas pueden ser clasificados en tres grupos por razón de su aplicación asociada: profesionales, electrificación rural y pequeño consumo.

Dentro de las aplicaciones de pequeño consumo se emplean pequeños módulos fotovoltaicos, frecuentemente de silicio amorfo, alimentando equipos electrónicos como calculadoras o relojes, cargadores de móviles, pequeñas herramientas eléctricas, balizas domésticas, etc.

Las aplicaciones profesionales son variadas y abarcan campos tales como los radioenlaces, la protección catódica de gasoductos, hoteles, señales de tráfico y navegación aérea, refrigeración de vacunas, equipos remotos de adquisición y transmisión de datos, e incluso alimentación equipos espaciales como satélites. Todas estas aplicaciones se caracterizan por requerir una fiabilidad muy elevada. Dado que el corte de suministro en estas aplicaciones tiene consecuencias de elevado coste, suele optarse por incorporar un generador fotovoltaico y un acumulador electroquímico de tamaño superior al estrictamente necesario y así reducir al mínimo la probabilidad de fallo. En

algunos casos se opta por incorporar un grupo electrógeno, ya sea para reducir el tamaño del acumulador o para funcionar como equipo de socorro.

Los sistemas de electrificación rural suministran energía eléctrica a poblaciones rurales alejadas de redes eléctricas convencionales. Son sistemas frecuentemente englobados en programas de cooperación al desarrollo, financiados por ONG's u organismos como el Banco Mundial o la Unión Europea. Dentro de los sistemas de electrificación rural predominan los sistemas domésticos (solar home systems, SHS), las centrales híbridas y los sistemas de bombeo. Tanto los sistemas domésticos como las centrales híbridas (ambos estudiados en el capítulo 4) proporcionan energía para alimentar equipos de iluminación, radio, televisión y pequeñas herramientas eléctricas. Los sistemas domésticos, habitualmente con potencias de 100 W o 200 W, están asociados a una vivienda familiar y en algunos casos a centros comunales o centros de salud. Las centrales híbridas, compuestas por un generador fotovoltaico, un acumulador electroquímico y un grupo electrógeno o turbina eólica, proveen una red eléctrica para un poblado rural. El tamaño de estas centrales depende del tamaño de la población asociada, con potencias que van desde los 10 kW hasta los 100 kW. Los sistemas de bombeo emplean la energía eléctrica que produce el generador fotovoltaico para accionar una motobomba que eleva y transporta agua desde un acuífero hasta un depósito o una red de distribución. Para reducir costes y aumentar la fiabilidad, en estos sistemas es frecuente acumular la energía en forma de energía potencial del agua almacenada en el depósito elevado. Las aplicaciones de los sistemas de bombeo incluyen el suministro de agua para consumo humano o animal, el riego de plantaciones individuales o comunitarias y la desalinización del agua extraída con sistemas de ósmosis inversa.

Según el informe Global Market Outlook for Photovoltaics until 2014 de la European Photovoltaics Industry Association la potencia fotovoltaica instalada en el planeta al finalizar el 2009 se acercó a los 22,9 GW. A pesar de que es muy difícil establecer cifras fiables de la potencia instalada en sistemas autónomos, no hay duda de que una proporción muy alta se debe a sistemas conectados a red. Es destacable el espectacular aumento experimentado en España en el 2008, que la sitúa en el segundo puesto por detrás de Alemania, y el estancamiento sufrido en el año 2009.

## **ORIENTACIONES PARA EL ESTUDIO**

El DVD en su inicio se presenta con un menú desde donde el usuario puede elegir el visionado completo del vídeo o entrar a verlo por capítulos, figura 1. Si se elige la opción de visionado de video (VÍDEO) éste se reproducirá de inicio a fin. En el caso de elegir la opción CAPÍTULOS, se le despliega una nueva pantalla ofreciéndole los nueve segmentos temáticos que contiene el trabajo o la vuelta al menú principal, figura 2.

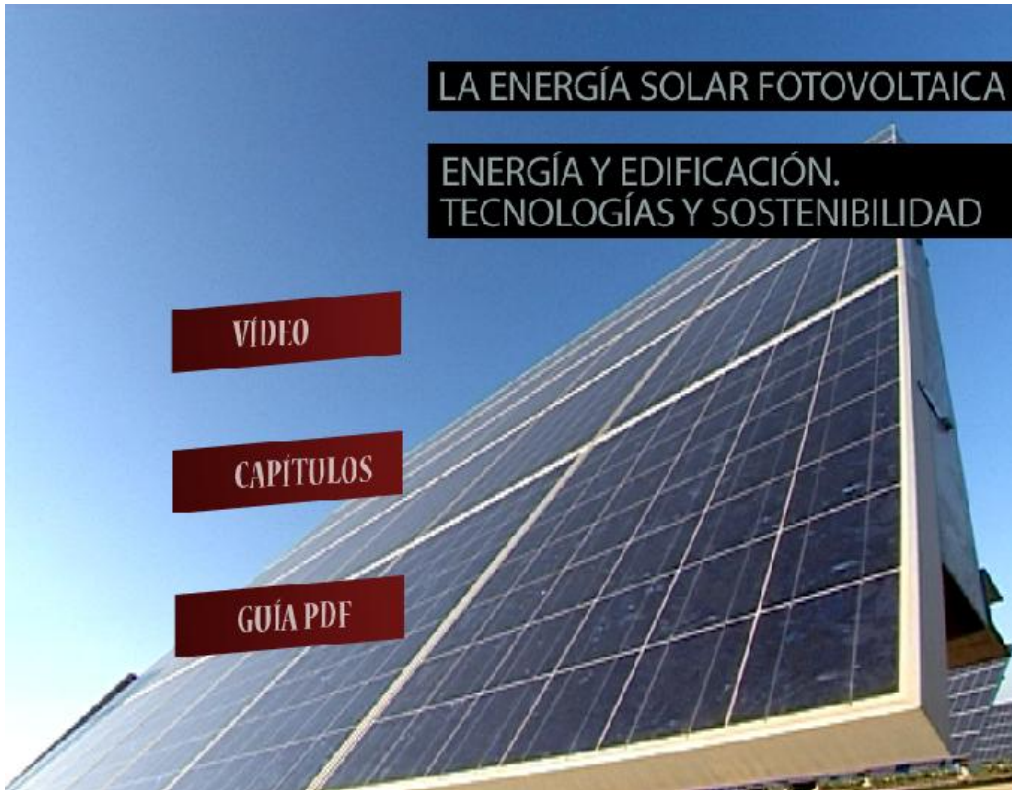


Figura 1.- Menú principal



Figura 1.- Menú con cada uno de los diferentes temas que se le presentan

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcor, E. Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Ed. Progensa, 2008.
- Angulo, J M<sup>a</sup>. Desde la válvula hasta el circuito integrado. Ed. Paraninfo. 1991.
- Caamaño, E Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica, Vol. 2, 2004, ISBN 84-7834-464-0, pag. 20
- Caamaño, E. Lorenzo, E. et al. Crystalline silicon photovoltaic modules: characterization in the field of rural electrification, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, Vol 10, 7, Pages: 481-493, 2002.
- Carta González, J.A., Calero Pérez, R., Colmenar Santos , A. y Castro Gil, M.A.. Centrales de Energías Renovables. Generación Eléctrica con Energías Renovables. Ed. Pearson-Prentice Hall y UNED, 2009.
- Castro, M. Carpio, J. Guirado, R. Colmenar, A y Dávila, L. Energía solar fotovoltaica. Ed. CENSOLAR, 2000.
- Castro, M. Simulación de Centrales de Energía Solar. Aplicación a la Gestión Energética. Viesgo1990.
- CENSOLAR. Curso Programado de Instalaciones de Energía Solar. Progensa. Sevilla, 1993
- CENSOLAR. Manual del Usuario de Instalaciones Fotovoltaicas. 2002.
- CIEMAT. Fotovoltaica, Ed. CIEMAT, 2000.
- Colmenar, A y Castro, M. Biblioteca Multimedia de las Energías Renovables. PROGNSA 1998.
- Díaz, P. Lorenzo, E. Solar home system battery and charge regulator testing, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, Vol 9, 5, Pages: 363-377, 2001
- Egido, M.A. Lorenzo, E y Narvarte, L. Universal technical standard for solar home systems, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, Vol 6, 5, Pages: 315-324, 1998
- IDAE. Condiciones Técnicas para Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica. 2002.
- Lorenzo, E. Castro, M. Perpiñán, O. Planta fotovoltaica de conexión a red: estimación de sombras mutuas entre seguidores y optimización de separaciones. Era solar: Energías renovables, ISSN 0212-4157, N<sup>o</sup>. 131, 2006, pags. 28-37
- Lorenzo, E. Electricidad Solar. Ingeniería de los Sistemas Fotovoltaicos. ETSI Telecomunicaciones / UPM. Progensa. 1994.
- Luque, A. et al. Solar cells and optics for photovoltaic concentration. Adam Hilger, 1989.
- Rosado, L. y Colmenar, A. Proyecto constructivista de ciencia/tecnología en el nuevo bachillerato: Aplicación doméstica de la energía solar. UNED. 1997.
- Sorensen, B. Renewable Energy, Ed. Academic Press, 1999.