

HERRAMIENTA DE DIMENSIONADO DE SISTEMAS FOTVOLTAICOS AUTONOMOS

M. VAZQUEZ, N. NUÑEZ Y L. DIAZ
Sección Departamental de Electrónica Física
EUIT de Telecomunicación
Universidad Politécnica de Madrid
e-mail contacto: vazquez@euitt.upm.es

En este artículo se presenta una herramienta software de dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos desarrollada en nuestro Departamento. La herramienta no solo cumple con los objetivos docentes de mostrar el funcionamiento de un sistema solar fotovoltaico de forma didáctica sino que además tiene las prestaciones de los programas de uso profesional, evaluando el sistema desde un punto de vista técnico y económico.

1 Introducción

En los últimos años se ha producido un auge espectacular de las energías renovables por motivos ambientales, económicos y sociopolíticos. La energía fotovoltaica, en particular, está teniendo crecimientos superiores al 50% anual[1]. Estos crecimientos hacen necesaria la formación de profesionales con conocimientos en dicho área. Es por ello que nuestro Departamento lleva impartiendo desde hace años asignaturas de Libre Elección, optativas y a través de Internet[2] relacionadas con las energías renovables. Como complemento a estas asignaturas, y muy en particular para las impartidas por Internet, es necesario desarrollar aplicaciones SW que permitan a los alumnos conocer los sistemas de energías renovables, utilizando herramientas que les puedan valer en un entorno profesional.

En el artículo se presenta una herramienta que permite dimensionar cualquier sistema fotovoltaico autónomo, desde un punto de vista tanto técnico como económico. La aplicación ha sido desarrollada en nuestro Departamento y actualmente se encuentra registrada en el Registro de Propiedad Intelectual con el nombre "diEF- Dimensionado de Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica."[3]

2 La Energía Solar Fotovoltaica

Una de las energías renovables más utilizadas es la energía solar fotovoltaica. La energía solar fotovoltaica se basa en el efecto fotovoltaico que fue descubierto en 1939 por Edmund Bequerel. En 1941 se desarrolla el primer dispositivo que puede ser considerado como célula solar, una célula de selenio con una eficiencia del 1%.

En su origen, el mercado fotovoltaico se encontraba directamente relacionado con la tecnología espacial, el primer satélite solar, el Vanguard I, lanzado al espacio en 1958, llevaba un módulo fotovoltaico incorporado mediante el cual alimentaba un

transmisor de 5 mV; a partir de ese momento comenzaron a introducirse dispositivos fotovoltaicos de forma creciente, aunque presentaban un alto coste, la fiabilidad proporcionada era un aspecto más importante para la NASA.

En 1973, la crisis del petróleo llevó al desarrollo de nuevas fuentes energéticas, los fondos dedicados a la investigación, el desarrollo y la demostración de la tecnología fotovoltaica se elevaron sustancialmente, haciéndola mucho más accesible. Entre 1983 y 1999 la producción fotovoltaica aumentó una media de un 15% cada año, aunque realmente ha sido en los últimos años cuando se ha producido el gran avance.

Las células solares se configuran en paneles solares con el objetivo de obtener la corriente y tensión que se requiera. De esta forma normalmente los paneles tienen tensiones de trabajo nominales de 6, 12 y 24V.

Las aplicaciones de los sistemas fotovoltaicos se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Sistemas conectados a la red eléctrica. Los sistemas fotovoltaicos conectados a red son sistemas en el que la energía fotovoltaica se convierte en energía alterna por medio de un inversor y se inyecta a la red. Estos sistemas están muy en auge en España últimamente debido a la normativa que obliga a las compañías eléctricas a pagar la energía de origen fotovoltaico a un importe muy superior que el del mercado.
- Sistemas autónomos. En este caso los sistemas fotovoltaicos no están conectados a la red y trabajan de forma autónoma. El programa desarrollado se basa en este tipo de sistemas. A continuación entraremos en detalle en este tipo de sistemas.

2.1 Sistemas fotovoltaicos autónomos.

Los sistemas fotovoltaicos autónomos son sistemas que de forma independiente suministran energía a una vivienda o a un equipo. En el caso de sistemas con consumos relativamente elevados como los de una vivienda solo son rentables desde el punto de vista económico cuando la red eléctrica está cercana. En el caso de sistemas con consumos más pequeños son rentables aunque la red eléctrica esté cercana.

Dentro de los sistemas fotovoltaicos autónomos se pueden diferenciar dos grupos en función de si tienen sistema de almacenamiento de energía o no. El principal problema de la energía solar fotovoltaica es su intermitencia ya que solo generan energía cuando hay radiación solar. Existen aplicaciones donde es suficiente con generar energía cuando hay radiación solar como en bombas de agua. Sin embargo esta intermitencia en la generación de energía hace que para adecuar el consumo a la generación sea necesario la utilización de sistemas de almacenamiento de energía, normalmente baterías. En la figura siguiente se ha representado un diagrama básico de un sistema fotovoltaico con almacenamiento de energía.

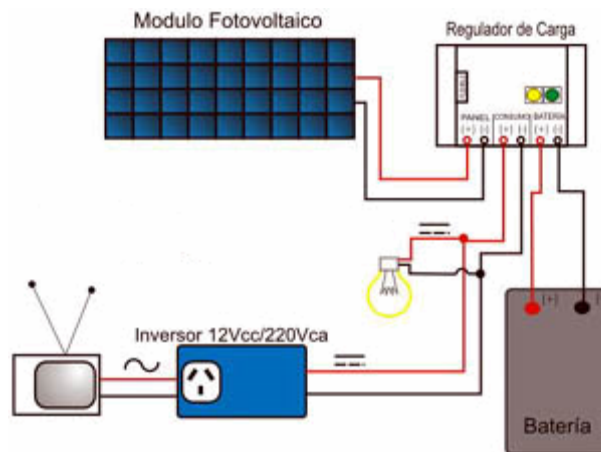


Figura 1: Diagrama básico de una instalación solar fotovoltaica con almacenamiento de energía.

Sistema fotovoltaico consta de los siguientes elementos:

- Los módulos fotovoltaicos que convierten la energía solar en energía eléctrica.
- El regulador de carga que controla la conexión entre los paneles, la carga y las baterías de forma que esta última no se descargue ni se sobrecargue en exceso.
- Las baterías para almacenar la energía generada por los módulos fotovoltaicos.
- Los inversores que convierten la energía continua que generan los paneles en la energía alterna que necesite el equipo.

La herramienta desarrollada dimensiona todos los elementos del sistema para la aplicación requerida. Esta aplicación depende básicamente de los siguientes parámetros:

- Ubicación de la instalación que está directamente relacionada con la radiación solar. Para ello se utilizan los datos existentes de radiación solar en las diferentes ubicaciones.
- Inclinación de los paneles. La cantidad de energía recibida por los módulos fotovoltaicos es mayor cuanto más perpendicular sea la radiación solar. Por lo tanto, la inclinación de los módulos fotovoltaicos está directamente relacionada con la cantidad de energía captada.
- Los consumos de los equipos que se van a alimentar. Cuanto mayor sea el consumo más cantidad de energía habrá que generar y almacenar.

En los siguientes apartados describiremos el funcionamiento de la herramienta.

3 Herramienta diEF (Dimensionado de Instalaciones de Energía Fotovoltaica)

Existen herramientas comerciales de dimensionado de sistemas fotovoltaicos pero presentan inconvenientes a la hora de ser utilizadas para fines docentes, al no estar diseñadas para fines didácticos. Estos inconvenientes nos han obligado a desarrollar nuestros propios programas, que son diseñados específicamente para la docencia, pero mantienen las prestaciones de las aplicaciones comerciales.

A continuación explicaremos brevemente una de ellas: diEF (Dimensionado de Instalaciones de Energía Fotovoltaica). Esta herramienta permite el dimensionado de instalaciones solares fotovoltaicas autónomas, admitiendo la posibilidad de incluir un grupo electrógeno auxiliar. En la Figura 2 se muestra la pantalla de Inicio de Asistente. En la parte inferior se observan las ventanas que forman el asistente: Introducción, Radiación, Consumo, Tabla consumo, Instalación y Resultados; el paso de una a otra se puede realizar directamente, haciendo click sobre el nombre de la pestaña en cuestión o mediante los botones Anterior y Siguiente.

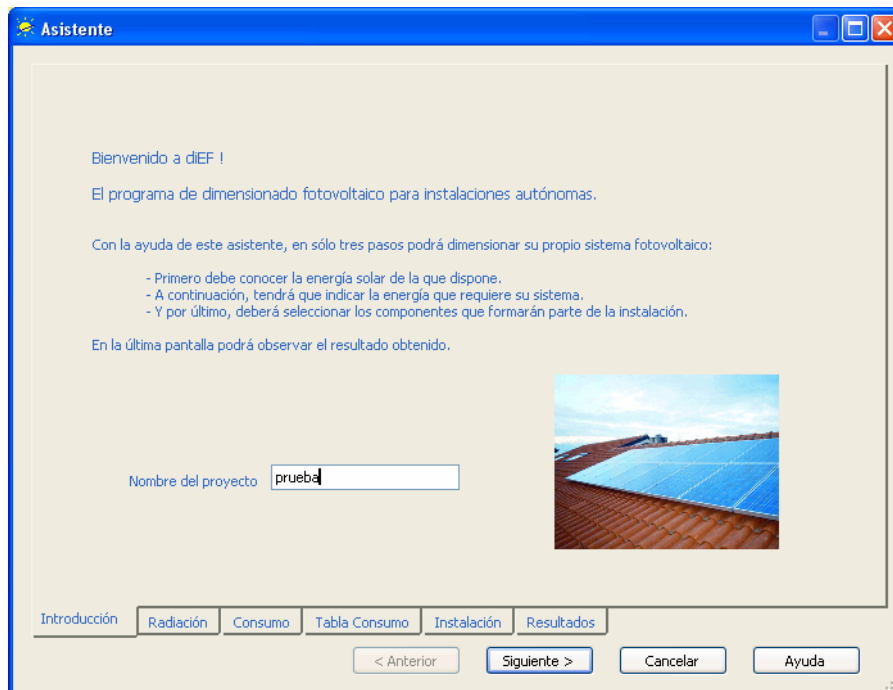


Figura 2: Inicio del asistente

El programa, desarrollado mediante LabVIEW, se caracteriza por su atractivo visual y su sencillo manejo. Esta sencillez no limita su funcionalidad, ya que puede realizar simulaciones de instalaciones reales. En la Figura 3 podemos observar la pantalla principal del programa, en la cual se visualiza el estado global del sistema.

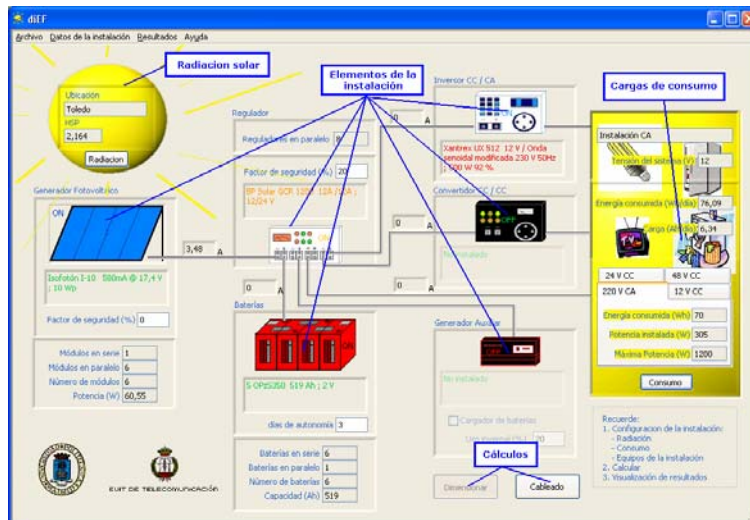


Figura 3: Pantalla principal del programa DiEF

La estructura de la herramienta es la siguiente:

1. Selección por parte del usuario de los datos iniciales para el dimensionado de la instalación. Para ello, el programa dispone de diferentes bases de datos que el usuario puede consultar e incluso modificar, adaptando el contenido lo a sus necesidades. Desde la pantalla principal se permite el acceso a cada uno de los componentes que intervienen en el sistema, para conocer y variar, si así se desea, sus propiedades.
2. Comprobación de la validez de los datos introducidos y ejecución del proceso de dimensionado. El programa evaluará la instalación en función de la ubicación, el consumo, los días de autonomía, los paneles fotovoltaicos seleccionados, baterías, reguladores, inversores, y del resto de componentes que intervienen en el sistema.
3. Representación de los resultados obtenidos mediante gráficas que informan al usuario de la viabilidad del sistema, el coste y el balance energético.

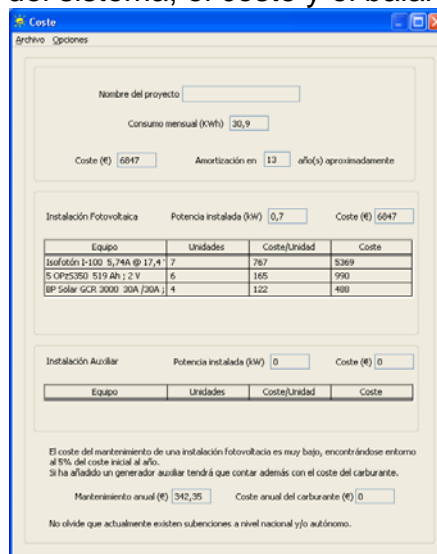


Figura 4: Ventana de Coste del programa DiEF.

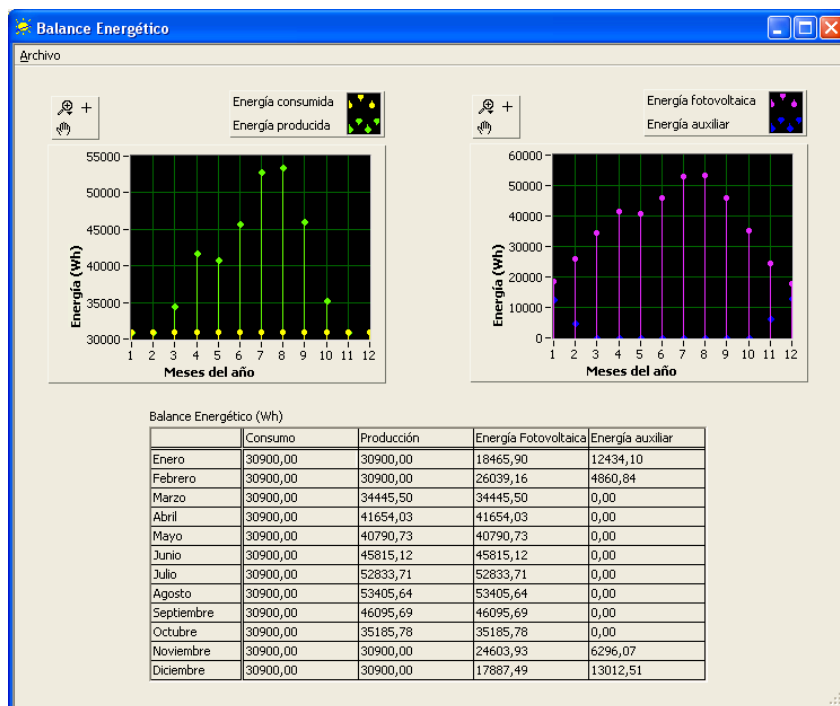


Figura 5: Ventana de Balance Energético.

Para facilitar su uso, el programa dispone de un apartado de ayuda, con información relativa a las características de las instalaciones y su dimensionado, un manual de usuario y un asistente, activado automáticamente al inicio, que permite guiar al usuario en el proceso de dimensionado, ayudándole a comprenderlo.

3. Conclusiones

Se ha desarrollado una herramienta de dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos que esta diseñada tanto para fines didácticos como profesionales. La herramienta combina la sencillez de manejo con la representación de datos de interés tanto desde el punto de vista didáctico como técnico y económico. En el artículo se describe de forma breve el funcionamiento de la herramienta.

4. Referencias

- [1] "Annual World Solar Photovoltaic (PV) Market Report." Informe anual de la consultora SolarBuzz.
- [2] Manuel Vázquez , Neftalí Núñez, Laura Díaz y F. J. Jiménez. "Enseñanza vía Web de Energías Renovables para alumnos de ingeniería." VII Simposio Internacional de Informática Educativa. Leiria 16-18 Noviembre 2005.
- [3] Manuel Vázquez López, Neftalí Núñez Mendoza y Laura Díaz Casillas. "DiEF- Dimensionado de Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica." Número de Registro: M-009354/2005.