

Monitorización y difusión en la Web de la central solar fotovoltaica de la Universidad Pontificia Comillas

Jaime Riesco, Pablo Romera, Pedro Linares

Introducción

Como todos sabemos, la energía solar fotovoltaica es una fuente energética con un gran interés, ya que a sus ventajas medioambientales (ausencia de emisiones directas de CO₂ y contaminantes atmosféricos, bajo impacto visual, carácter renovable, etc.) une otras ventajas, como su modularidad, su carácter autóctono y la posibilidad de situarse muy próxima a las áreas de demanda eléctrica, con lo que se reducen las pérdidas de transporte y distribución. Todo ello hace que esta tecnología sea fundamental dentro del marco del desarrollo sostenible del sector energético.

La Universidad Pontificia Comillas, como ente al servicio de la comunidad y motor de su desarrollo, tiene entre sus objetivos la contribución a este desarrollo sostenible, y por tanto concede una gran importancia al desarrollo de ésta y otras energías renovables, por lo que ha planteado desde hace ya algún tiempo líneas de investigación en estos temas. Estas líneas han sido desarrolladas principalmente por el Instituto de Investigación Tecnológica, perteneciente a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI de la Universidad. Este instituto tiene como objetivo primordial promover la investigación y la formación de postgraduados en diversos campos tecnológicos mediante su participación en proyectos concretos de interés para la Industria y la Administración. En el Instituto se combina el desarrollo de proyectos con la labor de investigación y formación en estrecha relación con la Universidad Pontificia de Comillas a la que pertenece. Como ejemplos se pueden citar algunos proyectos realizados en el área de las energías renovables:

- Validación de modelos de parques eólicos
- Análisis económicos de la biomasa
- Evacuación de energía de parques eólicos
- Impacto de la energía solar FV en las redes de distribución

Como extensión de estas actividades, se consideraba de gran interés el disponer de una central fotovoltaica conectada a red, con la que se pudieran lograr una serie de objetivos, como:

- Contribuir a la innovación tecnológica al estudiar de forma sistemática el comportamiento de una instalación conectada a red como conjunto. Los estudios realizados hasta ahora se han limitado a los componentes aislados, sin atender al comportamiento global de la instalación en términos de energía efectivamente suministrada a la red.
- Demostrar la viabilidad de la producción de energía proveniente de fuentes renovables.

- Adquirir experiencia en el comportamiento y gestión de este tipo de instalaciones de cara a permitir un mayor conocimiento de este nuevo tipo de generación distribuida.
- Permitir a los alumnos de la Universidad el acceso directo a este tipo de instalaciones, pudiendo realizar pruebas y ensayos que favorezcan un conocimiento más profundo de la energía solar fotovoltaica.

Evidentemente, el problema fundamental era el elevado coste de este tipo de instalación. Pero este inconveniente fue paliado parcialmente mediante los apoyos públicos establecidos para la financiación de inversiones en este tipo de tecnología. Así, se solicitó una ayuda a la Comunidad de Madrid, dentro de su programa anual de subvenciones a las energías renovables, que fue concedida en el año 2000.

Esta ayuda permitió realizar una instalación fotovoltaica de 4,8 kWp con la que realizar las distintas investigaciones planteadas. Sin embargo, y dado que el principal objeto de la instalación era su carácter experimental, educativo y divulgativo, se hacía necesario además instalar un sistema adecuado de monitorización y seguimiento que permitiera a los alumnos e investigadores la experimentación con la instalación, y además la difusión de la viabilidad de la energía solar fotovoltaica conectada a red entre un público más amplio. Por ello se decidió que todos los parámetros de la instalación deberían estar disponibles en una página web de acceso libre, en la que tanto los alumnos e investigadores como cualquier persona interesada podría consultar los parámetros de nuestra instalación.

Este es posiblemente el aspecto más innovador de la instalación solar fotovoltaica, y es el que se va a detallar en este artículo, de modo que pueda servir de guía para instalaciones similares. A continuación se describe brevemente los componentes de la instalación, y posteriormente se detallan las características del sistema de publicación en la web de los principales parámetros de la instalación.

2. La instalación solar fotovoltaica de la Universidad Pontificia Comillas

La instalación solar existente en la Universidad Pontificia Comillas está formada por los siguientes elementos:

- Paneles solares: La instalación tiene una potencia pico del campo fotovoltaico de 4,8 kWp, que se consiguen con 40 módulos de silicio monocristalino de 120 Wp fabricados por ATERSA.
- Inversor monofásico TAURO PRM 5000/8, también fabricado por ATERSA, y que dispone de una salida óptica, a través de la cual se puede realizar la comunicación con un sistema de adquisición de datos del mismo fabricante.

La central está instalada en el edificio del Instituto de Investigación Tecnológica. Tal y como se puede observar en la fotografía 1, parte de los paneles solares se han instalado en la cubierta del edificio aprovechando que ésta es practicable, mientras que otros ha sido instalados en la azotea mediante soportes específicos.



Fotografía 1. Vista de la instalación fotovoltaica del IIT

Además de esto, es necesario instalar otros dispositivos, de modo que se puedan capturar y mostrar los datos procedentes del inversor en una página Web. Estos dispositivos se detallan a continuación.

3. Implantación de un sistema de monitorización

3.1. Equipo de monitorización

En un primer paso, es necesario obtener los valores de las distintas variables a monitorizar. Se puede monitorizar principalmente la parte de alterna de la instalación (red) y/o la parte de continua (paneles), aunque además de estas variables pueden monitorizarse algunas otras, como temperatura, radiación, etc. Este artículo se va a centrar más en las variables eléctricas.

La mejor forma de capturar la información del inversor suele ser utilizando un sistema de captura que comunique el inversor con el PC, ya que de este modo se utiliza el propio hardware del inversor para realizar las medidas, hardware que ya está incluido con el inversor, por lo que el precio suele ser menor que otras soluciones.

En el caso de que no se pudiesen capturar los datos del propio inversor porque el fabricante de éste no dispusiese de un sistema de comunicación entre el inversor y un PC, podrían estudiarse otras soluciones, como por ejemplo:

- Centralitas de medida
- Voltímetros o amperímetros digitales con comunicación

Las centralitas de medida tienen la ventaja de que son capaces de monitorizar multitud de parámetros de la instalación, tales como nivel de armónicos, equilibrio de fases, etc., pero presentan el problema de que suelen estar enfocadas hacia sistemas trifásicos, lo que no las hace muy apropiadas para instalaciones en las que se dispone de un sólo inversor monofásico. Además de esto presentan el inconveniente de que para

monitorizar los parámetros eléctricos de los paneles haría falta otra centralita de corriente continua, lo cual puede encarecer mucho la instalación.

Por otro lado, los voltímetros y los amperímetros digitales con comunicación no dan tanta información como las centralitas de medida, pero suelen ser más baratos.

En estos dos casos suele ser necesario añadir un módulo de comunicaciones RS232 al precio de los equipos de medida, y además de esto hay que tener en cuenta el precio de los programas de captura, los cuales no suelen estar incluidos con las centralitas o los voltímetros/amperímetros, y que no suelen ser baratos.

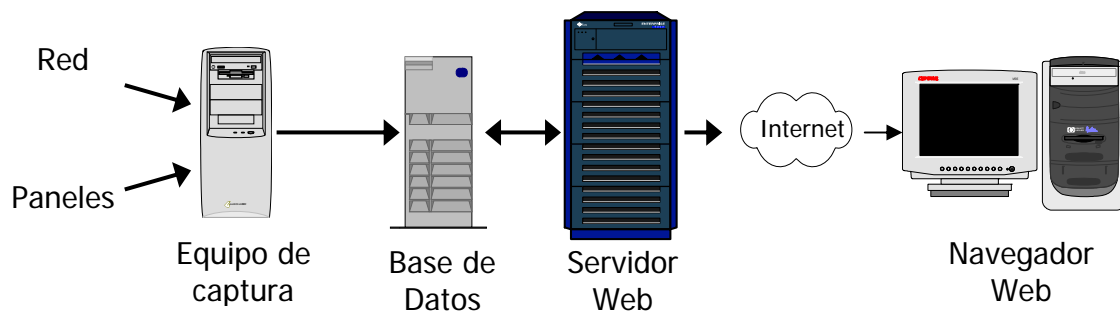
3.2. Software de captura

El software de captura de datos debe permitir exportar esa información a un formato que permita el posterior tratamiento informático de una manera sencilla, potente y flexible. Un lugar idóneo para archivar esta información es una base de datos. En cuanto a la base de datos a utilizar, es posible utilizar cualquier base de datos que ya se esté utilizando en la instalación (Oracle, SQL Server, etc.), aunque en el caso de que no se esté utilizando ninguna, podría utilizarse una base de datos gratuita como MySQL, PostgreSQL, etc. La base de datos debe importar los datos que el software de captura vaya grabando, de modo que se pueda acceder a ellos a medida que se van capturando.

Para poder mostrar los datos en una página Web, es necesario disponer de un servidor Web, siendo Apache e IIS los más comunes, mientras que para poder manipular los datos y definir qué y cómo se ha de mostrar en la página Web es necesario utilizar una aplicación Web que se ejecute en el propio servidor, pudiéndose usar lenguajes como PHP, ASP, etc.

El hecho de que exista una comunidad de software libre permite que se pueda realizar una instalación de este tipo sin que haya que realizar gasto alguno en software, ya que permite utilizar sistemas operativos (Linux) así como servidores Web (Apache), de bases de datos, etc.

El siguiente esquema muestra de manera esquemática cómo sería una instalación de este tipo. Aunque se ha identificado un equipo para cada tarea, podrían centralizarse las tareas en un mismo equipo.



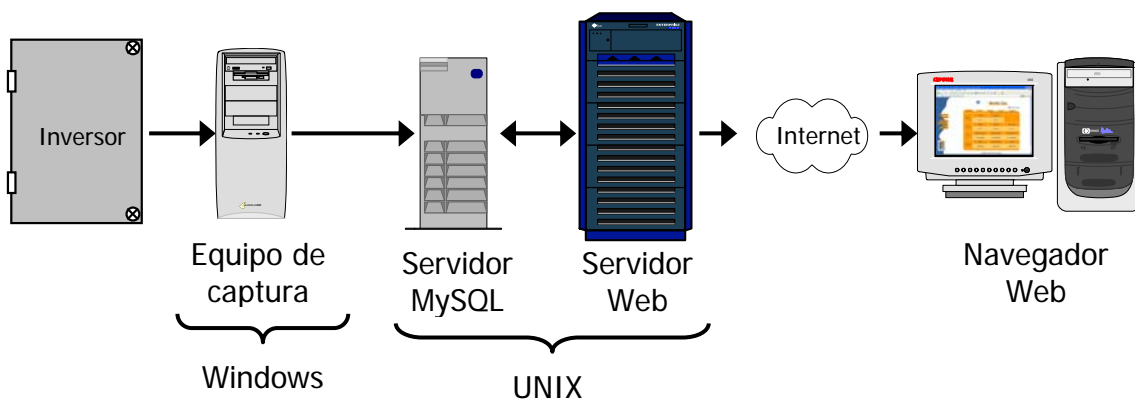
Esquema 1. Instalación tipo de monitorización

Una vez que se dispone de toda la información almacenada en la base de datos, será necesario programar la aplicación que manipule esas variables capturadas y muestre los resultados deseados, obteniendo medias, valores máximos, mínimos, gráficas, etc. Esta aplicación puede ser una de las partes más complicadas, en función de la cantidad, complejidad y dificultad de cálculo de la información que se desee mostrar. No obstante, esta aplicación se puede ir ampliando o modificando en función de las necesidades que vayan surgiendo, ya que la instalación es tremendamente flexible.

4. El sistema de monitorización y difusión en web del IIT

4.1. Equipo de monitorización

El siguiente gráfico muestra como es la instalación realizada en el IIT en concreto.



Esquema 2. Instalación de monitorización del IIT

La captura de estos datos se ha realizado mediante un sistema de captura fabricado por el propio fabricante del inversor, el cual permite medir diversos parámetros del inversor, entre los que se encuentran los parámetros eléctricos de la parte de continua y de la de alterna. El sistema incluye además dos sondas de temperatura y una de radiación, que también es posible monitorizar.

El programa incluido con el equipo de captura permite almacenar los datos capturados en un archivo de texto pudiéndose especificar el tiempo que ha de transcurrir entre dos datos consecutivos (con un tiempo mínimo de un minuto).

En esta instalación se ha optado por utilizar una base de datos MySQL (que como se ha dicho es gratuita) y se ha decidido que importe la información del archivo de texto cada cinco minutos.

4.2. Publicación en la web del IIT

En esta instalación se ha optado por mostrar la información separada en solapas, en las cuales podemos encontrar la información

- Tiempo Real
- Potencia

- Energía
- Horas
- Cálculo

En la solapa de tiempo real (Figura 1) se muestra una tabla con la información del último registro importado, el cual incluye la potencia y la tensión en los paneles y en la red, la intensidad inyectada a la red, la radiación solar, la temperatura de las dos sondas de temperatura y la energía generada en el presente día, mes y año, la cual se obtiene de integrar los valores de potencia almacenados, suponiéndolos constantes en cada minuto.

T. Real			
Potencia		Energía	
Horas		Cálculo	
Última actualización: 28 de September de 2002, 19:32			
Paneles	Tensión	Potencia	
	132 V	157 W	
Red	Tensión	Potencia	Intensidad
	223 V	145 VA	0.65 A
Sol	Radiación Solar	Temp. Sonda Sombra	Temp Sonda Sol
	55 W/m ²	28 °C	29 °C
Energía	Diaria	Presente Mes	Annual
	15.11 kWh	382.22 kWh	1890.46 kWh
Midiendo desde el 14 de Mayo de 2002			

Figura 1. Información en tiempo real

La solapa de potencia muestra una gráfica con la potencia generada durante el presente día (Figura 2), así como gráficas de barras con la máxima potencia generada en cada día del presente mes, y la máxima potencia generada en cada mes del presente año.

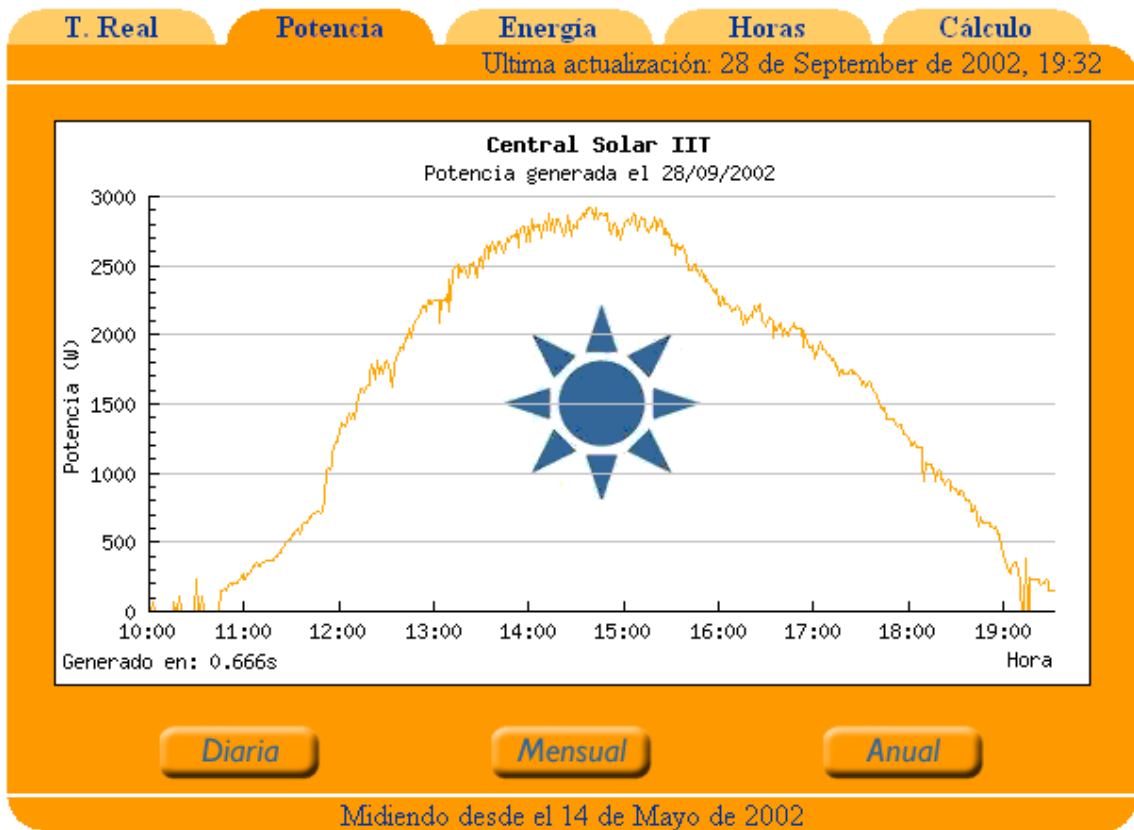


Figura 2. Potencia generada diaria

La solapa energía, muestra la energía generada en cada día del presente mes o en cada día del presente año en una gráfica de barras (Figura 3)

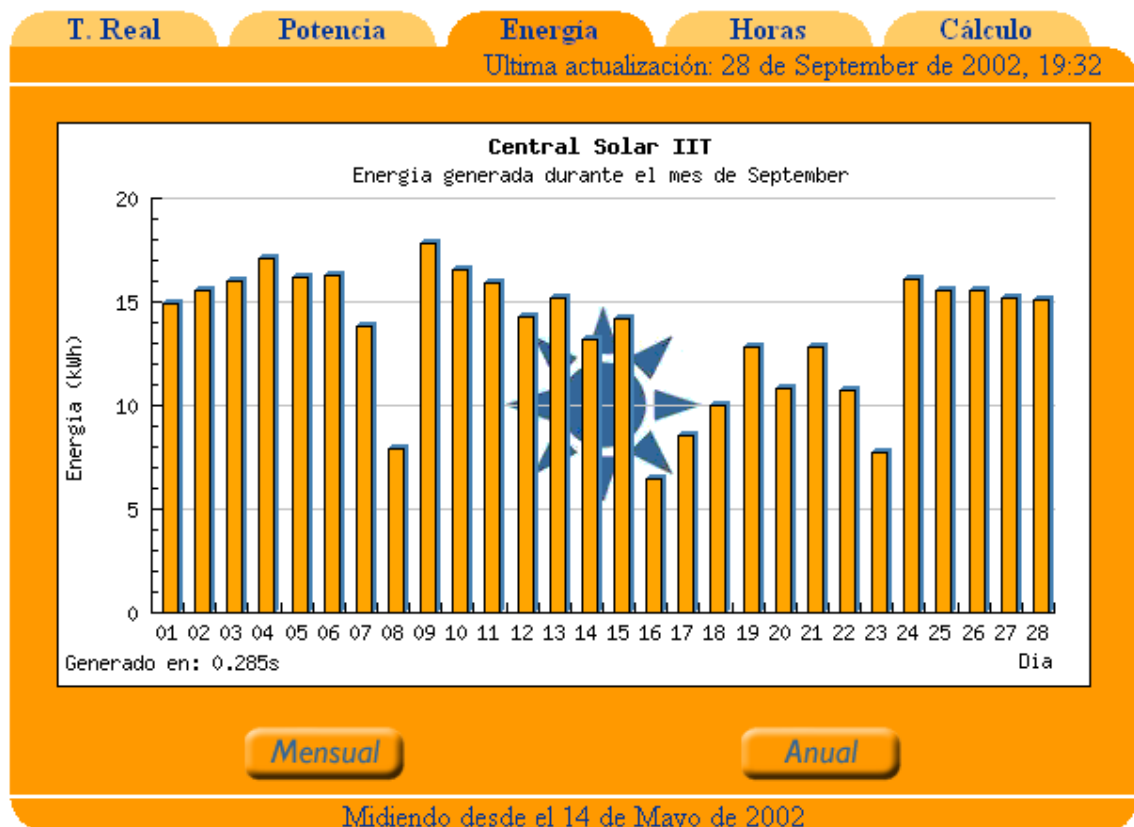


Figura 3. Energía generada al mes

La solapa horas muestra las horas en las que la central ha estado generando energía e inyectándola a la red, al igual que en la solapa anterior, muestra esta información en dos gráficas, mostrando las horas en las que se ha estado generando cada día del presente mes, y cada mes del presente año.

Por último, la solapa cálculo muestra la energía generada, las horas equivalentes, la energía media diaria y la radiación media entre dos días seleccionados por el usuario.

T. Real Potencia Energía Horas Cálculo

Última actualización: 28 de September de 2002, 19:32

Desde: 01 Enero 2002 (incluido)

Hasta: 01 Enero 2002 (excluido)

Aceptar

Desde el 10 de August de 2002 hasta el 27 de September de 2002:

- Energía generada: 655.98 kWh
- Horas equivalentes: 136.66 Horas
- Energía media diaria: 13.67 kWh/Dia
- Radiación media: 310.55 W/m²

Midiendo desde el 14 de Mayo de 2002

Figura 4. Cálculo de parámetros

5. Conclusiones

En este artículo se ha presentado la instalación de monitorización y difusión en la web de la central fotovoltaica de la Universidad Pontificia Comillas. Como se ha mencionado, una instalación de este tipo presenta un gran número de ventajas, especialmente en lo que respecta al carácter educativo y experimental de la instalación, ya que permite, entre otras:

- contribuir a la difusión de la energía solar fotovoltaica, al poner al alcance del público en general los parámetros de funcionamiento de una central tipo
- estudiar con carácter preliminar los rendimientos esperados de una instalación fotovoltaica en emplazamientos similares,

- verificar de manera remota el funcionamiento de la instalación, incluso de manera automatizada,
- contrastar la producción de la instalación con la facturada a la compañía eléctrica.

Además, al tener archivados en una base de datos los históricos de la instalación, es posible realizar estudios sobre esos datos, pudiéndose buscar correlaciones entre las distintas variables monitorizadas, determinar cuánto se ha generado en un determinado periodo, estimar cuánto se va a facturar a la compañía eléctrica, cómo afecta el envejecimiento a la instalación, posibles causas por las que la instalación ha dejado de generar, etc.

Como se ha descrito, una instalación de este tipo es relativamente asequible, ya que un equipo de monitorización puede costar alrededor de 600 euros (un 2% del total de la instalación fotovoltaica), mientras que el software puede ser incluso gratuito. Por lo tanto, consideramos que es altamente recomendable disponer de estas instalaciones para todas aquellas centrales fotovoltaicas instaladas con carácter experimental o divulgativo, e incluso para las centrales instaladas con fines exclusivamente empresariales por sus ventajas en cuanto a seguimiento remoto de la instalación y contrastación de la facturación.

El sistema descrito en este artículo está ya implantado en la Universidad Pontificia Comillas, y puede accederse a él a través de la dirección Web: www.iit.upco.es/wiit/centralsolar/