


## La Energía Solar Fotovoltaica, al Servicio de la Seguridad y las Comunicaciones en BFi OPTiLAS

El Sol es una estrella que se encuentra a una temperatura media de 5500 ° C, en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones que producen una pérdida de masa que se transforma en energía. Esta energía liberada del Sol se transmite al exterior mediante la denominada **radiación solar**.

Este valor de la radiación solar recibida fuera de la atmósfera sobre una superficie perpendicular a los rayos solares es conocida como **constante solar** (1.353 W/m<sup>2</sup>), variable durante el año un  $\pm 3 \%$  a causa de la elipticidad de la órbita terrestre.

A la Tierra sólo llega aproximadamente 1/3 de la energía total interceptada por la atmósfera, y de ella el 70 % cae en el mar. Aún así, es **varios miles de veces el consumo energético mundial**.

Una instalación fotovoltaica tiene como objetivo producir energía eléctrica a partir de la energía solar. Esta generación de energía eléctrica, sin emisión de contaminantes, se produce como resultado de la captación directa de la energía solar.



La llamada **energía solar fotovoltaica** es la que permite transformar en electricidad la radiación solar por medio de células fotovoltaicas, integrantes de módulos solares, mediante la intervención del llamado efecto fotovoltaico. Esta electricidad se puede utilizar de manera directa, almacenar en acumuladores para un uso posterior, e incluso introducir en la red de distribución eléctrica.

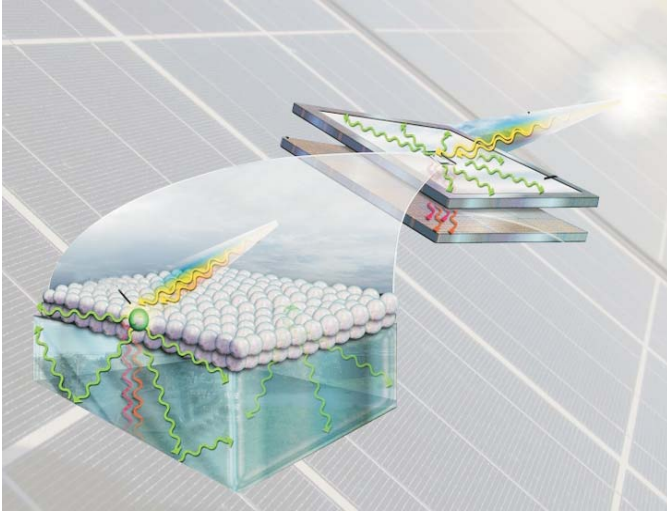
Básicamente un sistema Fotovoltaico aislado está formado por : los **módulos fotovoltaicos** que son los dispositivos que transforman directamente la radiación solar en energía eléctrica, corriente continua. Dado el carácter

aleatorio de la energía solar (fluctúa con las condiciones climáticas y a lo largo del día) es necesaria la utilización de **baterías**, que son elementos en los que se almacena la energía eléctrica generada por los módulos fotovoltaicos para su posterior utilización (por la noche). El dispositivo **regulador** es el que controla el proceso de carga y, en ocasiones, el encargado de la descarga de la batería. Finalmente en ocasiones es necesario de un **inversor** el que transforma la corriente continua en corriente alterna a 220 V y 50Hz.

Es importante tener en cuenta que para **realizar la transformación de energía solar en energía eléctrica se necesita de un sistema fotovoltaico apropiado**, y que por lo tanto el costo de utilizar la energía solar no es más que el costo de la adquisición, instalación y mantenimiento adecuado del sistema fotovoltaico a través de compañías especializadas como BFi OPTiLAS que goza de la experiencia adecuada en su unidad de negocio **BFI SOLAR** para dotar a las instalaciones de **seguridad** y **comunicaciones** de los sistemas fotovoltaicos que necesiten.

## El Efecto Fotovoltaico

La conversión directa de la energía solar (**luz**) en energía eléctrica (**electricidad**) se debe al fenómeno físico conocido como **efecto fotoeléctrico o fotovoltaico**.



De la interacción de los **fotones** de la radiación luminosa, con los electrones en ciertos materiales **semiconductores** (que tienen la propiedad de absorber fotones y emitir electrones) se obtiene la energía eléctrica.

## Ventajas de los Sistemas Fotovoltaicos

Aunque la red convencional de suministro eléctrico se encuentra muy extendida, quedan muchos casos en los que un sistema de generación eléctrica por un sistema fotovoltaico

puede competir con ella.

La tecnología fotovoltaica permite realizar instalaciones que alimenten a sistemas de seguridad y comunicaciones alejados de la red de distribución como ocurre en numerosas ocasiones en los despliegues **WIMAX** diseñados por BFi OPTiLAS o en el control remoto de dispositivos con **arquitecturas wireless** a través de la solución **OPTIMIZAWIRELESS**. Incluso se pueden realizar sistemas de generación de forma distribuida de tal forma que se genere la energía necesaria en lugares próximos a los puntos de consumo, y yendo más allá, la formación de una pequeña red de distribución local.

## Ventajas de la energía solar fotovoltaica:

- No produce polución ni contaminación ambiental.
- Silenciosa.
- Tiene una vida útil superior a 20 años.
- Resistente a condiciones climáticas extremas: granizo, viento, etc.
- No requiere mantenimiento complejo, sólo limpieza del módulo solar y estado de baterías.
- Se puede aumentar la potencia instalada y la autonomía de la instalación, incorporando nuevos módulos y baterías respectivamente.



## Descripción de Sistemas Fotovoltaicos Aislados de BFi OPTiLAS

Tienen como objeto satisfacer total o parcialmente la demanda de energía eléctrica de aquellos **lugares donde no existe red eléctrica** de distribución o ésta es de **difícil acceso**.

Los sistemas aislados **normalmente están equipados con sistemas de acumulación** de energía, ya que sólo pueden proporcionar energía durante el día y la demanda se produce a lo largo del día y de la noche. Esto implica que el sistema fotovoltaico ha de estar dimensionado de forma que permita, durante las horas de insolación, la alimentación de la carga y la recarga de las baterías de acumulación.

Un **sistema fotovoltaico bajo el diseño de BFi OPTiLAS**, es el conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren para captar la energía solar disponible y transformarla en utilizable como energía eléctrica.

## Componentes de los Sistemas Aislados

El sector fotovoltaico es un sector dinámico en el que continuamente se abren nuevas líneas de investigación en los procesos de producción para hacerlos más competitivos, eficientes y disminuir su coste. Hay diferentes opciones para construir un sistema fotovoltaico, pero **esencialmente tiene los siguientes componentes**:



- **Paneles fotovoltaicos:** encargados de captar y convertir la radiación solar en corriente eléctrica. También denominado generador fotovoltaico.
- **Baterías o acumuladores:** almacenan la energía eléctrica producida por el generador fotovoltaico para poder utilizarla en periodos en los que la demanda exceda la capacidad de producción del generador fotovoltaico.
- **Regulador de carga:** encargado de proteger y garantizar el correcto mantenimiento de la carga de la batería y evitar sobretensiones que puedan destruirla.

- **Inversor o acondicionador** de la energía eléctrica: encargado de transformar la corriente continua producida por el generador fotovoltaico en corriente alterna necesaria para alimentar algunas cargas, o para introducir la energía producida en la red de distribución eléctrica.
- **Elementos de protección del circuito:** como interruptores de desconexión, diodos de bloqueo, etc., dispuestos entre diferentes elementos del sistema para proteger la descarga y derivación de elementos en caso de fallo o situaciones de sobrecarga.

## Panel Solar Fotovoltaico

### Tipos de Células Fotovoltaicas

Una célula fotovoltaica es una unidad formada por materiales semiconductores capaces de producir, mediante una unión p-n, una barrera de potencial que haga posible el efecto fotovoltaico.



El tamaño de cada célula, que depende fundamentalmente del proceso de fabricación, llega hasta más de 100 cm<sup>2</sup>, y su forma es circular o cuadrada o derivada de estas dos geometrías.

La parte más importante de una célula son las capas formadas por el semiconductor. En estas es donde se liberan los electrones y donde se produce la corriente eléctrica.

Atendiendo a la naturaleza y característica de los materiales semiconductores que las forman, las células se clasifican en: **Monocristalinas**, formadas por silicio puro monocristalino obtenido por el método Czchralsky; y **Policristalinas** se forman al dejar enfriar lentamente una colada de silicio.

Una célula suelta solamente es capaz de proporcionar una tensión de algunas décimas de voltio (en corriente continua) y una potencia máxima de uno o dos vatios.

### El Panel Solar o Módulo Fotovoltaico

Un **módulo fotovoltaico** es un elemento formado por varias capas que recubren a las células tanto por arriba como por abajo (estas capas consisten en una lámina de vidrio templado, otra de un material orgánico adecuado, por ejemplo acetato de etilen-vinilo (EVA), las propias células interconexionadas, otra capa de un sustrato orgánico y, por último, una cubierta posterior formada por varias láminas de polímeros u otro vidrio), una vez que todas las capas forman un bloque compacto, se aplica a este conjunto un marco de soporte (normalmente de aluminio) con un polímero que permitirá soportar las dilataciones en el conjunto.

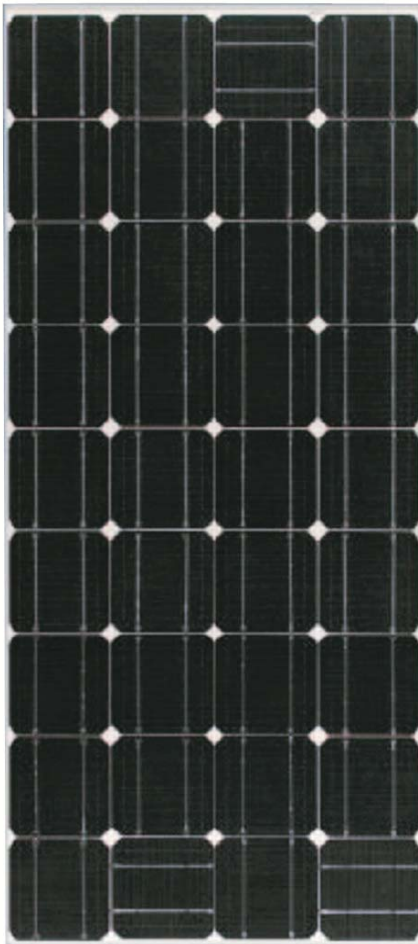
El conjunto así formado, **módulo**, proporciona a las células de: protección mecánica, protección contra agentes ambientales, aislamiento eléctrico que garantiza su duración y seguridad y, protección contra el agua que causaría la oxidación de los contactos y inutilizarían las células.

Como hemos indicado anteriormente, una célula proporciona una tensión de algunas décimas y una potencia máxima de uno o dos vatios. Por este motivo las células se han de interconexionar.

Las conexiones de la célula pueden ser serie o serie-paralelo. Al conectar en serie las células se suman las tensiones de cada célula y se mantiene la corriente; mientras que al conectar en paralelo las células se suman las corrientes de cada una de ellas y se mantiene la tensión. El fin es el de lograr una diferencia de potencial adecuada para producir tensiones de 6, 12 ó 24 voltios con la que alimentar a los equipos situados en un circuito exterior.

Como ejemplo: Para conseguir que un panel sea capaz de cargar una batería de por ejemplo 12 V; en cualquier condición de temperatura e irradiancia, es necesaria la asociación en serie de entre 33 y 36 células.

### Características eléctricas.



La respuesta de un panel frente a la radiación solar vendrá determinada por la de las células que lo forman, pudiendo ser descrita mediante los siguientes parámetros:

**Corriente de cortocircuito:** intensidad máxima de la corriente que se puede obtener de un panel bajo unas determinadas condiciones (generalmente normalizadas).

**Voltaje a circuito abierto:** es el voltaje máximo que se podría medir con un voltímetro sin permitir que pase corriente alguna entre los bornes de un panel (resistencia entre bornes infinita).

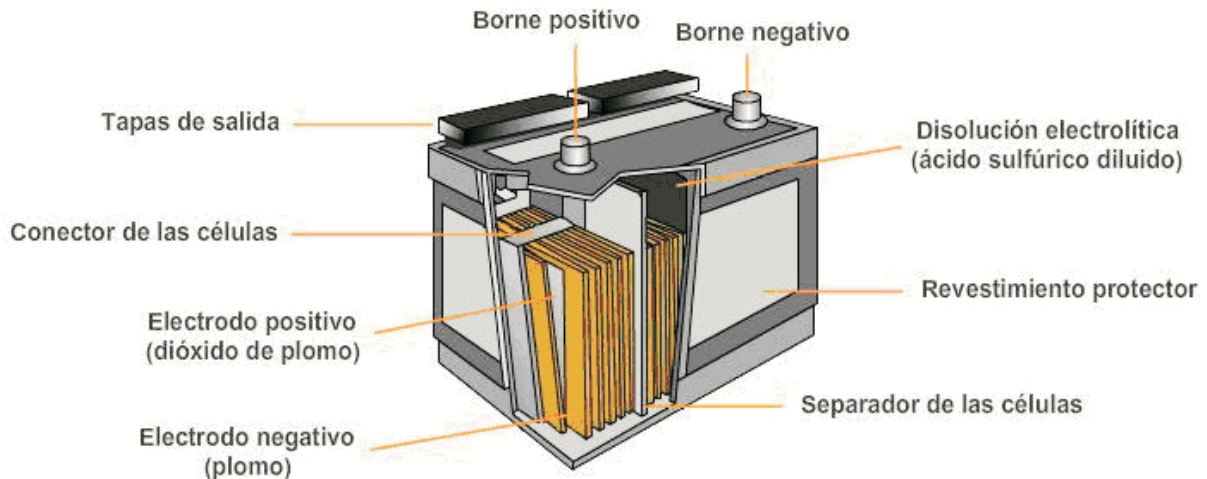
**Corriente a un determinado voltaje:** las dos definiciones anteriores corresponden a casos extremos. En la práctica, lo usual es que un panel produzca una determinada corriente eléctrica que fluye a través del circuito externo que une los bornes del mismo y que posee una determinada resistencia  $R$ , que define la característica eléctrica del circuito.

**Potencia máxima o Potencia Pico:** Aquella en el que la célula produce la máxima potencia, siendo su magnitud igual al producto de la intensidad y tensión máximas. La potencia máxima que puede alcanzar la célula en condiciones estándar se le denomina potencia pico, y su unidad de medida es el Vatio pico (Wp).

**Eficiencia total del panel:** es el cociente entre la potencia eléctrica producida por éste y la potencia de la radiación incidente sobre el mismo.

## Baterías (Almacenamiento Eléctrico)

Dada la aleatoriedad de la intensidad de la radiación solar, y que la demanda de energía eléctrica no tiene porqué coincidir temporalmente con las horas de radiación solar, es imprescindible disponer de un acumulador de energía o batería que almacene la energía eléctrica generada por el campo fotovoltaico, asegurando así el suministro para la demanda para la que se haya dimensionado la



instalación. Este componente sólo se encuentra en las instalaciones aisladas de la red eléctrica, ya que las instalaciones conectadas a red inyectan toda la energía producida a la red en el momento de generación, y por tanto este componente carece de utilidad.

La capacidad de almacenamiento de las baterías es variable y puede proporcionar la autonomía necesaria para los días sin radiación solar.

Además las baterías cumplen dos importantes misiones:

- Suministrar a los equipos una potencia instantánea o de tiempo limitado, superior a la que el campo de paneles podría generar, aún en los momentos más favorables.
- Mantener un nivel de tensión estable y constante independientemente de las condiciones de incidencia luminosa. La tensión de salida del panel varía en función de la intensidad radiante, lo cual puede no ser adecuado para el funcionamiento de los aparatos.

### **Partes de una batería tipo monoblock (vasos unidos en un sólo cuerpo)**

#### **Batería Estacionaria tipo OPzS (Vaso independiente)**

Características generales

- Placas tubulares.
- Capacidad nominal de 70 a 4.600 Ah.
- Elementos de 2 V
- 2.000 ciclos, según IEC B96-1.
- Bajo mantenimiento.
- Reciclables.

### Características eléctricas.

Las características que definen el comportamiento de una batería son fundamentalmente:

- **Capacidad de descarga:**

Se define la capacidad como la cantidad de electricidad que puede obtenerse durante una descarga completa de la batería plenamente cargada. Es el producto de la intensidad de descarga por el tiempo que actúa. Se expresa en Amperios hora (Ah). Así una batería de 250 Ah puede suministrar 250 A durante 1 hora, ó 50 A durante 5 horas, etc.

- **Tiempo de descarga:**

Los tiempos de descarga de diseño se refieren a 10, 20, 100 ó 120 h principalmente. En consecuencia se define la capacidad de descarga de una batería esta asociada a un tiempo establecido. Comercialmente se utiliza la siguiente nomenclatura XXX Ah CYYY donde: XXX es la capacidad de la batería e YYY el tiempo de descarga de la misma.

Cuanto mayor es el tiempo de descarga mayor es la capacidad de la batería.

Ejemplo para una batería OPzS 245, la capacidad sería: 240Ah C100 y también 245Ah C120. Esto implica que la batería es capaz de suministrar una corriente 2.4 A durante 100 horas o también podría suministrar una corriente de 2.04 A durante 120 horas.

- **Profundidad de descarga.**

Se denomina profundidad de descarga al porcentaje de la capacidad total de la batería que es utilizada durante un ciclo de carga / descarga. Siendo baterías de descarga:

Superficial: entre el 10-15 % de descarga media, pudiendo llegar hasta el 40-50 %.

Profunda: entre el 20-25 % de descarga media, pudiendo llegar hasta el 80 %.

Para las aplicaciones fotovoltaicas se emplean baterías que puedan llegar a descargas profundas.

- **Vida útil.**

La vida de una batería se expresa en ciclos, que se definen como el número de veces que se produce una carga / descarga.

Cuanto más profunda sea la descarga a la que se somete una batería, menor será el número de ciclos y por tanto menor será la vida útil de la batería.



## Regulador de Carga



Como su nombre indica, el regulador de carga tiene la misión de regular la corriente que absorbe la batería, con el fin de que en ningún momento pueda ésta sobrecargarse peligrosamente; al mismo tiempo evita en lo posible que la energía captada por los paneles deje de ser aprovechada.

Existen diferentes tecnologías, funcionamientos y tamaños de los reguladores. En

caso de usar acumuladores especiales (Gel, NiCd, etc.), hay que garantizar que el regulador es apto para dicho tipo de baterías.

Para un funcionamiento satisfactorio de una instalación fotovoltaica es preciso la utilización de un regulador como pieza angular que facilita la unión de los paneles solares, las baterías y la alimentación de los equipos. Este sistema es siempre necesario, salvo en el caso de los **paneles autorregulados**.

Un regulador de calidad protege la batería, prolongando la vida útil de la misma y por tanto la del sistema. Mediante la utilización de dispositivos electrónicos el regulador debe detectar y medir constantemente el voltaje, a fin de:

- Impedir que la batería continúe recibiendo energía del colector solar una vez que ha alcanzado su carga máxima. Si, una vez que se ha alcanzado la carga máxima, se intenta seguir introduciendo energía, se inicia en la batería procesos de gasificación (hidrólisis del agua en hidrógeno y oxígeno) o de calentamiento, que pueden llegar a ser peligroso y, en cualquier caso, acortaría sensiblemente la vida de la misma.
- La prevención del proceso de sobre descarga de la batería, de tal forma que no sobrepase un determinado valor y evitando así que se agote en exceso la carga de la batería. Éste un fenómeno, que como en el caso anterior, puede provocar una sensible disminución en la capacidad de carga de la batería en los sucesivos ciclos, e incluso llegar a su destrucción.
- Algunos reguladores incorporan una alarma sonora o luminosa previa a la desconexión para que el usuario pueda tomar medidas adecuadas, como reducción del consumo, u otras

La corriente mínima de carga se denomina "**de flotación**", y se dice que la batería se encuentra en dicho estado cuando sólo recibe la cantidad de energía justamente suficiente para mantenerse a plena carga.

Los reguladores seleccionados para los sistemas de **BFI SOLAR**, integran las funciones de prevención

de la sobrecarga y las sobre descargas en un mismo equipo, que además suministra información del estado de carga de la batería, la tensión existente en la misma a demás de ir provistos de sistemas de protección tales como fusibles, diodos, etc., para prevenir daños en los equipos debidos a excesivas cargas puntuales. Dependiendo de la intensidad regulada, también pueden incorporar sistemas que sustituyan a los diodos encargados de impedir el flujo de electricidad de la batería a los paneles solares en la oscuridad, con un costo energético mucho menor.

Cabe reseñar que los modernos modelos de reguladores utilizados por **BFI SOLAR** incorporan la regulación en tres etapas y que introducen modos de carga “en flotación”, lo cual permite una carga más completa de las baterías y un mejor aprovechamiento de la energía de los paneles.

Las características eléctricas que definen un regulador son su tensión nominal y la intensidad máxima que es capaz de disipar.

## El Inversor (y los Convertidores)

En este apartado, haremos referencia a los inversores y a los convertidores, los cuales son elementos cuya finalidad es adaptar las características de la corriente generada, por los paneles solares, a la demanda total o parcial para las aplicaciones.



En numerosos sistemas de seguridad y comunicaciones suministrados por BFI OPTILAS alimentados por BFI SOLAR, los dispositivos (por ejemplo la alimentación de la **cámara IP** con la del **suscriptor wimax** que integran este ecosistema trabajan en corriente continua pero no siempre a la misma tensión proporcionada por el acumulador con la solicitada por todos los elementos de consumo. En estos casos la mejor solución es un convertidor de tensión continua.

En otras aplicaciones, la utilización incluye elementos que trabajan en corriente alterna. Puesto que tanto los paneles como las baterías trabajan en corriente continua, es necesaria la utilización de un inversor cuya finalidad es la transformación de la corriente continua en alterna.

Un inversor viene caracterizado principalmente por la tensión de entrada, que se debe adaptar a la del generador (baterías), la potencia máxima que puede proporcionar y la eficiencia. Esta última se define como la relación entre la potencia eléctrica que el inversor entrega a la utilización (potencia de salida) y la potencia eléctrica que extrae del generador (potencia de entrada).

La eficiencia del inversor varía en función de la potencia consumida por la carga. Es necesario conocer esta variación, sobre todo si la carga en alterna es variable a fin de que el punto de trabajo del equipo se ajuste lo mejor posible a un valor promedio especificado.

Un inversor para una instalación fotovoltaica aislada debe cumplir:

- Alta eficiencia, pues en caso contrario puede ser necesario paneles adicionales para alimentar la carga.
- Suministrar una corriente alterna con forma senoidal a tensión y una frecuencia estable.
- Buen rendimiento de transformación en todo el rango de potencias menores que la nominal.
- Incorporar rearme y desconexión automáticos, con bajo autoconsumo en stand-by, cuando no se esté empleando ningún equipo de corriente alterna.
- Autoprotección contra sobrecargas, cortocircuitos y cambio de polaridad.
- Cumplir con los requisitos, que se establece el Reglamento de Baja Tensión.
- Cumplir con los estándares de Compatibilidad electromagnética.
- Poca existencia de armónicos superiores.
- Admitir demandas instantáneas de potencia mayores del 200% de su potencia máxima.

En el mercado los inversores suelen reunir todas estas características, pero sobre todo se diferencian en el **tipo de onda a la salida**. Unos son de tipo senoidal puro y otros son semisenoidal o incluso existen de onda cuadrada o trapezoidal. La elección de un tipo u otro dependerá de las exigencias de los equipos receptores de energía que van a ser alimentados.

En los diseños realizados por BFI OPTILAS, se eligen **siempre inversores de onda senoidal pura**, los cuales garantizan el correcto funcionamiento de los equipos electrónicos, que nuestra compañía suministra.