

Componentes y pautas de mantención de un sistema fotovoltaico para suministro eléctrico de invernaderos de pequeña escala

Editores: Marjorie Allende C., Rubén Negrón H., INIA Ururi; Reinhold Schmidt., Arica Solar

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO INIA LA PLATINA N° 122 - AÑO 2024

La crisis energética actual, en conjunto con los impactos del cambio climático, impone como desafío reducir el consumo de combustibles fósiles y aumentar la utilización de energías renovables. Equipos en base a combustible fósil como, por ejemplo, motobombas, presentan un alto costo de funcionamiento (económico, técnico y ambiental), caso contrario al uso de energías renovables.

Es así como un alto porcentaje de explotaciones agrícolas del norte de Chile aprovechan la energía solar para la energización de sus predios mediante paneles fotovoltaicos. INIA Ururi ha establecido doce módulos de validación para diferentes sistemas de cultivo desde 2017 a 2024, los cuales aún se encuentran operando en zonas del altiplano, precordillera y valles costeros (Figura 1).



Figura 1. Sistema fotovoltaico para invernadero en localidad de Putre.

En el diseño de sistemas fotovoltaicos se debe considerar una serie de elementos base. En términos generales, cualquier diseño debe tener un balance entre las

entradas y las salidas; para el caso de las aplicaciones fotovoltaicas, considerar aspectos del clima local como la radiación solar y temperatura ambiental como oferta, y el consumo de energía como demanda.

Para saber más sobre los elementos para el diseño de sistemas fotovoltaicos, escanea con tu teléfono el siguiente código QR.



Según aplicación, los sistemas fotovoltaicos se pueden clasificar en:

- Sistemas aislados (off-grid).
- Sistemas con conexión a la red (on-grid).
- Bombeo solar.

Para suministrar energía eléctrica a los invernaderos sin acceso a la red, se diseñaron e implementaron sistemas fotovoltaicos off-grid, considerando la siguiente demanda de energía:

- Bombas para riego de cultivos hidropónicos (el riego se realiza en horas de la noche).
- Automatización de riego y fertirrigación.
- Iluminación.
- Otros.

Descripción de los sistemas fotovoltaicos instalados

Los sistemas fotovoltaicos diseñados e implementados para el suministro energético de los invernaderos están compuestos por los siguientes componentes:

1. Generador fotovoltaico.
2. Inversor.
3. Baterías:
 - a. Baterías de plomo-ácido con regulador de carga.
 - b. Baterías de litio con regulador y BMS (Battery Management System).
4. Tablero eléctrico según norma vigente.

1. Generador fotovoltaico

Es el elemento más destacado de cualquier instalación solar fotovoltaica y su función es transformar la energía solar en energía eléctrica (corriente continua). En la actualidad, el mercado ofrece una gran variedad de paneles solares de distintos tamaños y capacidad; en su mayoría son fabricados con celdas de silicio, que corresponde a un material semiconductor. Este panel solar o un conjunto de varios paneles, se denomina generador fotovoltaico y su dimensión es variable, dependiendo de la demanda de electricidad que debe suplir. Cabe mencionar que la potencia indicada por el fabricante obedece a la potencia peak de generación en condiciones perfectas, por lo que en condiciones reales un panel solar produce diferentes potencias según la hora del día, ubicación geográfica y limpieza (Figura 2).



Figura 2. Ejemplo de generador fotovoltaico, Azapa km 21.

2. Inversor

Considerando que los paneles fotovoltaicos generan energía eléctrica de corriente continua y gran parte de los equipos requiere energía eléctrica en corriente

alterna, es indispensable contar con un equipo que transforme la energía proveniente de los paneles y del banco de baterías a corriente alterna compatible con la mayoría de los equipos. Este proceso lo realiza el inversor, tratándose de un elemento clave en las instalaciones fotovoltaicas.

Existen en el mercado distintos tipos de inversores específicos para cada configuración de un sistema fotovoltaico (off-grid, on-grid, híbridos, inversores para bombeo). Además, es posible encontrar de diversos tamaños según la capacidad requerida por el diseño. Una alternativa cada vez más utilizada en instalaciones fotovoltaicas tipo off-grid, consiste en utilizar un inversor que lleva incorporado un regulador de carga (Figura 3).



Figura 3. Inversor con regulador de carga incorporado y batería de litio con medidor electrónico monofásico. Módulo de validación de Alto Azapa, km 34.

3. Baterías

La mayoría de los sistemas fotovoltaicos off-grid usan baterías para suministrar electricidad en horas de baja radiación solar y/o en horas de la noche. En la actualidad es frecuente encontrar sistemas de riego que necesariamente deben operar de noche, como es

el caso de la hidroponía o aeroponía, en los cuales se debe asegurar el suministro de agua (riego). En estos casos, se requiere un sistema de respaldo con baterías que permita almacenar el excedente de energía producido en el día por el generador solar.

Existen diferentes tipos de baterías en el mercado que se pueden diferenciar según la tecnología y material con la que están fabricadas (Figura 4). Es importante mencionar que las baterías, sean solares de plomo-ácido o de litio, son el elemento más caro y delicado, de ahí la importancia de hacer un correcto uso de estas.



Figura 4a. Banco de baterías solares de plomo-ácido. **4b.** Banco de baterías de litio.

A. Baterías plomo-ácido con regulador de carga

Existe una gran gama de baterías de plomo-ácido para la aplicación solar, siendo del tipo GEL o AGM. La vida útil de estas depende principalmente de la calidad de materiales y del uso que se les dé en términos de descargas. Al respecto, es necesario contar con un equipo denominado regulador o controlador que cumple la función de evitar descargas profundas. En la actualidad, el regulador de carga más utilizado es el del tipo MPPT que, además, optimiza el uso de los paneles solares para que trabajen en un punto de máxima potencia.

La Figura 5 muestra el esquema básico del sistema fotovoltaico off-grid usando baterías solares de plomo

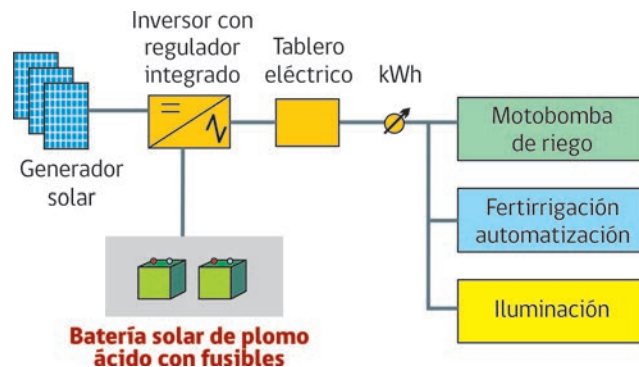


Figura 5. Esquema básico de funcionamiento del sistema fotovoltaico off-grid con baterías de plomo-ácido. Fuente INIA.

ácido. El inversor instalado es un inversor con regulador integrado, al cual en las entradas de corriente continua se conecta el generador solar y el banco de baterías, y en la salida de corriente alterna se instala un tablero eléctrico con las protecciones eléctricas necesarias y se conectan a los diferentes artefactos de consumo.

B. Baterías de litio con regulador de carga y BMS

Desde 2019, el mercado ofrece también baterías de litio que presentan algunas ventajas en comparación con baterías de plomo-ácido, sobre todo en relación a una vida útil más larga. No obstante, las baterías de litio requieren más control y protección, por lo tanto, se deben operar con un equipo integrado denominado BMS (Battery Management System), el cual controla el equilibrio entre la carga, descarga y temperatura interna de las celdas.

La Figura 6 muestra el esquema básico del sistema fotovoltaico off-grid, usando baterías de litio con la unidad de BMS integrada descrita.

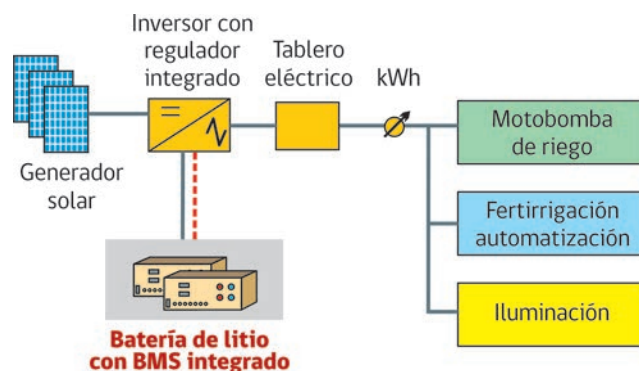


Figura 6. Esquema básico de funcionamiento del sistema fotovoltaico off-grid con baterías de litio y BMS integrado.

Recomendaciones de uso y pautas de mantenimiento

Todos los componentes de un módulo fotovoltaico requieren un uso recomendado, además de una mantención periódica para asegurar su correcto funcionamiento. A continuación, se detallan sugerencias de uso y mantención mínima para cada componente:

1. Generador fotovoltaico

- Se recomienda operar el sistema siempre con paneles fotovoltaicos limpios, de manera de garantizar su máxima captación solar eliminando malezas y/o sombras que pudieran interferir.
- Se debe realizar una mantención mediante limpieza periódica y procurar que, al momento de efectuarla, el sistema no esté operando, siendo recomendado en horas de sombra con paneles fríos.
- Realizar limpieza de paneles mediante lavado solo con agua a temperatura ambiente (ojalá agua desmineralizada) y paño suave. Secar con otro paño seco para evitar manchas.
- Chequeo de conexiones, para garantizar su firmeza y limpiar indicios de corrosión y óxido.
- Realizar mantenimiento de la estructura de montaje, con el apriete de pernos y reparación de deformaciones, grietas o formación de óxido.

2. Inversor

- Se recomienda un chequeo por un especialista cada un año y mantención de limpieza preventiva cada seis meses.
- Realizar limpieza de polvo, suciedad y/o humedad en el interior del inversor. Además de la limpieza de rejillas protectoras de entradas y salidas de aire.
- Revisar la firmeza de las conexiones de cableados eléctricos. Si bien todo el cableado debe estar conducido por tuberías tipo Conduit, es importante chequear que las zonas abiertas no estén en mal estado (cortadas y/o mordidas).

3. Baterías

- La vida útil de una batería está dada por el número de ciclos que puede soportar conservando una capacidad residual por encima del 80 % de su capacidad nominal. Esta vida útil se mide con el número de ciclos de carga/descarga. Por lo tanto, la batería durará mucho menos tiempo si sufre descargas profundas de manera frecuente.
- Nunca se debe dejar que la carga de una batería solar se agote completamente. En caso que esto ocurra, se recomienda su llenado completo antes de volver a empezar los ciclos habituales de carga y descarga.
- Chequear que el lugar destinado para las baterías mantenga una buena ventilación.
- Realizar labores de mantención con limpieza periódica de bornes, con un paño seco y limpio.



Figura 7. Sistema fotovoltaico para invernadero de cultivo de berries, localidad de Lupica.

INIA

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando fuente y autor. La mención o publicidad de productos no implica recomendación INIA. Más información: Marjorie Allende C. mallende@inia.cl, +56 58 2313676, INIA Ururi, Magallanes 1865, Arica, Región de Arica y Parinacota.

www.inia.cl

