



Organización de los
Estados Americanos



Alianza de Energía y
Clima de las Américas

**Organización de Estados Americanos
Universidad Nacional Agraria
Laboratorio de Innovación y Desarrollo de Energías Renovables
(LIDER)**

**Proyecto:
Sistemas fotovoltaicos aislados para electrificación rural en
comunidades de las micro cuencas Las Jaguas, Orocuina y El Espinal**



MANUAL

**Operación y Mantenimiento de Sistemas Fotovoltaicos Aislados para
Beneficiarios del Proyecto**



Información recopilada y elaborada por:

Ing. Yader Barrera ybarrera@una.edu.ni Coordinador LIDER-UNA y docente investigador UNA

Ing. César Aguirre, Docente Investigador UNA. caguirre@una.edu.ni

Septiembre, 2013



Prólogo.

La Universidad Nacional Agraria (UNA), en el proceso de cumplimiento con sus tres ejes fundamentales (Docencia – Investigación - Extensión), de su quehacer como institución académica superior, a través del Laboratorio de Innovación y Desarrollo de Energías Renovables (LIDER), ejecuta el presente proyecto con el propósito de contribuir al desarrollo de las energías renovables a nivel rural, principalmente con las familias más alejadas de los sectores urbanos y con menos acceso a la capacitación técnica en diversos ámbitos.

En este sentido el proyecto UNA – OEA, pretende no solo llevar la energía a 30 familias sino que sean estos beneficiarios capaces de manejar los sistemas instalados en sus viviendas, sin necesidad de verse en la obligación de buscar un técnico local que les pueda realizar el monitoreo de los componentes que implica el sistema.

La idea de este manual es que sea una herramienta permanente para el monitoreo de los sistemas fotovoltaicos brindados por la Organización de Estados Americanos, a través de la iniciativa comunidades sostenibles. Es así que hemos considerado la creación de capacidades locales en las comunidades como la mejor alternativa para hacerle frente a los problemas que se enfrenten una vez terminado el proyecto y que los beneficiarios puedan garantizar la sostenibilidad a largo plazo y puedan tener acceso a la energía a lo largo del tiempo.

OEA.



Índice de contenidos.

Sección	Contenido	Pág.
I.	Introducción	1
II.	Objetivos del Manual	
III.	Sistemas Fotovoltaicos	
3.1	Células fotovoltaicas y paneles	
3.2	Controlador de Carga	
3.2.1	Apagadores	
3.2.2	Alambre	
3.3	Batería	
3.3.1	Cuido de la batería	
3.3.2	Seguridad de la batería	
3.4	Inversores	
3.5	Como saber si hay fallas?	
IV	Bibliografía	



I. Introducción

Un sistema fotovoltaico (FV), más familiarmente conocido como paneles solares, captura la energía abundante del sol y la convierte en electricidad aprovechable para diferentes equipos del hogar. La instalación de un sistema FV permite producir energía eléctrica silenciosa y respetuosa con el medio ambiente, ya que es una acción ecológica y permite alcanzar en cierta medida el desarrollo sostenible de familias rurales.

La energía de estos sistemas debe ser utilizada únicamente cuando se necesita y además se deben usar equipos eficientes en el consumo de energía, desconectar los mismos cuando no se esté utilizando la energía. ¡La energía más económica y ecológica es la que no se consume!

II. Objetivos del Manual

Brindar herramientas a usuarios sobre la operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos aislados en comunidades rurales, con el propósito de lograr la sostenibilidad de los componentes a largo plazo

III. Sistemas Fotovoltaicos

a. Cómo funciona un sistema FV: descripción general

Los sistemas fotovoltaicos (FV) convierten la luz solar directamente en electricidad, mediante el uso de lo que es conocido como “células solares”.

b. Componentes del sistema FV

Los componentes principales de un sistema FV se presentan en la figura 1, el panel, el controlador de carga, la batería, el inversor y las cargas (lámparas y equipos de electrónicos como radio, televisión, celulares, etc.); además del sistema de conexión donde se utilizan alambres, apagadores

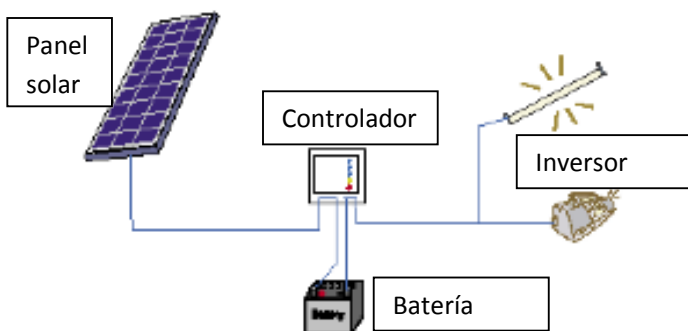


Figura 1. Componentes de un sistema fotovoltaico aislado.



3.1. Células fotovoltaicas y paneles

Son las encargadas de convertir la luz solar en electricidad. La cantidad de energía eléctrica que un sistema fotovoltaico produce depende principalmente de dos cosas:

- Cuanta luz solar llega al panel.
- La eficiencia del panel para convertir esa luz en electricidad.
- La inclinación del panel con respecto a la posición geográfica del sitio

Electricidad del panel: Los paneles están contruidos con marcos adecuados para su montaje. La energía que puede generar cada panel está determinada por el voltaje y la corriente que el panel puede producir la cual se puede sacar utilizando la siguiente formula:

$$\text{Energía (W=vatios)} = \text{Corriente (A)} * \text{Voltaje (V)}$$

La energía se mide en vatios (W)

El voltaje se mide en voltios (V)

La corriente se mide en amperios (A)

Estas medidas se pueden realizar utilizando un multímetro digital y así obtener la potencia que está generando el sistema. Por ejemplo, si un panel solar genera 3 **amperios** de corriente a 12 **voltios** de tensión, el panel entonces puede generar 36 **vatios** de energía total.

$$\begin{array}{l} \mathbf{3 \text{ Amperios} \times 12 \text{ voltios} = 36 \text{ vatios}} \\ \text{(corriente)} \quad \text{(voltaje)} \quad \text{(energía)} \end{array}$$

Por lo tanto, si se tienen 2 paneles que generan 3 amperios a 12 voltios, la energía total generada es de 72 vatios.

$$\mathbf{3 \text{ Amperios} \times 12 \text{ voltios} = 36 \text{ vatios} \times 2 \text{ paneles} = 72 \text{ vatios}}$$

El cuido del panel.

- Evitar sombras; no sembrar árboles que con el tiempo pueden reducir la incidencia de la luz y su producción de energía.
- No tirar piedras sobre el panel o cualquier objetos que los puedan dañar
- Evitar jugar pelota cerca del panel
- Lavarlos con agua y secarlos con un trapo al menos cada 15 días principalmente en la época seca



Orientación del panel (Nicaragua 12° mirando al sur)

Es importante montar el panel correctamente para aprovechar al máximo la luz solar. Los paneles producen más electricidad cuando les llega mayor luz solar. Debido a que el sol se mueve todo el día, no es práctico mover el panel.

Hay que instalar el panel en un montaje fuerte para que su orientación se mantenga como fue diseñado, y para que no se rompa. Muchas veces se pone el panel en el techo; esto funciona bien solo cuando el techo es fuerte y está orientado en la dirección apropiado. Si esto no es el caso, es mejor montar el panel en sus propios soportes.

3.2. Controlador de Carga

El control de Carga es el cerebro del sistema. Por el pasan los alambres que vienen del panel, los que van a la batería y los que van a los equipos. El controlador de carga regula la corriente de electricidad de los paneles a las baterías, y de las baterías al panel. Tiene 3 funciones:

- Proteger la batería de la sobre carga y sobre descarga
- Protege la batería de la descarga desconectando las cargas, cuando el voltaje de la batería está demasiado bajo
- Da información del estado de carga de la batería.

El controlador necesita ser montado en una ubicación donde no exista mucha actividad, para evitar la posibilidad de choques con objetos o personas. Necesita ser montado bien sujeto a la pared (ver figura 2), en un lugar donde los cables que entran y salen pueden ser pegados a las paredes.

3.2.1. Apagadores

Hay que pensar la ubicación de los apagadores. Primero, intenta instalar un apagador para cada lámpara, de manera que si solo se necesita una lámpara, se pueden apagar los otros.

Es bueno instalar los apagadores cerca del controlador, porque esto reduce el número de terminaciones y conexiones y



Figura 2. Apagadores individuales para cada equipo del sistema

puntos de falla potencial. En el caso de las lámparas, todas deben ir conectadas directamente al controlador.



No es recomendable hacer conexiones de apagadores lejos del controlador, ya que hay pérdida de energía.

3.2.2. Alambre

Alambre es lo que trae la electricidad de los paneles al controlador de carga, a las baterías y de las baterías a controlador y de este a los equipos del hogar. Los cables del panel al controlador deben ser número 12 y de tamaño suficiente, se deben de pegar a la pared evitando que queden tensos ni tampoco muy largo para que no haya peligro o riesgo de que los jalen o cuelguen objetos sobre él. Se debe cuidar que en la conexión con el panel y en la vivienda se ajuste bien el cable para que:

- No haya tensión en la caja del panel
- Se eviten dobleces donde el cable entra en la vivienda.

Evitar pelar, enroscar y pegar con cinta porque esto puede provocar accidentes. Todo el alambre a las lámparas debería ser conectado a través del controlador de carga. El alambre debe terminar en la batería, excepto por el alambre al controlador de carga.

3.2.2.1. Terminaciones

Para hacer las terminaciones correctas, toda la conexión de alambre tiene que ser limpio y ajustado. No se debe dejar alambre colgando después de la conexión, ya que puede provocar pérdidas de energía.

3.3. Baterías

La batería almacena la energía producida por el panel para ser utilizada por la noche cuando no hay sol (ver figura 3). Se pueden conectar equipos de la batería que utilicen corriente continua y para conectar un equipo que utiliza corriente alterna es necesario conectar un inversor entre las baterías y la carga.



Figura 3. Batería

Las baterías almacenan la energía de la misma manera que un tanque de un vehículo almacena combustible. Cuando el tanque se está vaciando, se lo llena de combustible. El sistema solar funciona de la misma manera. Durante el día las baterías se cargan por el sol. Durante la noche, la energía almacenada en las baterías se usa para iluminación, radio, etc.

La batería se instala cerca del controlador para limitar la distancia de los alambres, y reducir las pérdidas de energía. No se deben conectar equipos directamente a la batería, ya que en este caso el controlador de carga no



cumple su papel de proteger la batería de sobre descarga y por tanto se reducirá su vida útil.

3.3.1. Cuido de la batería

- Solo debe ser utilizada en sistemas solares FV
- Protegerla en una caja de madera
- Ubicarla en un sitio ventilado
- Evitar que le dé la luz solar
- No fume cerca de la batería
- No se sienta sobre la batería
- No coloque objetos metálicos sobre la batería
- Mantenga la batería limpia
- Los bordes deben estar engrasados para evitar sulfatación y asegurar un buen contacto con las conexiones que se realicen
- No use las baterías del sistema para encender autos, u otros artefactos. Puede dañar la batería
- Nunca desconectar la batería del sistema, se puede dañar al regulador
- Verificar el nivel del líquido de la batería y rellenarla si hace falta, con agua destilada, hasta el nivel superior
- Solo se debe añadir agua destilada. Comprar agua destilada de las tiendas de baterías

Como sabemos si la batería está cargada?, Una manera es medir el voltaje usando un multímetro digital. Se puede hacer las mediciones cuando:

1. La batería es desconectada del controlador de carga.
2. Se espera 30 minutos de no actividad de la batería.

3.3.2. Seguridad con Baterías

Las baterías pueden ser extremadamente peligrosas. Hay tres maneras que una batería puede causar daño a las personas:

1. Químicos – El ácido en la batería es dañino tanto para las personas como para el medio ambiente. Si se riega ácido en la piel, puede quemarla. En caso de que esto suceda, aplicar harina de trigo para detener la acción del ácido. No botar baterías usadas en bosques y fuentes de agua, ya que contamina el agua y puede matar plantas y animales. Devuelva la batería al lugar donde la compró. Utilice gafas protectoras y guantes de caucho para protegerse de los químicos
2. Gases – Las baterías emiten un gas que es sumamente inflamable. Nunca almacene baterías en un lugar cerrado; permita ventilación para los gases emanados y nunca fume o utilice fuego cerca de una batería.



3. Electrocutación- Las baterías contienen mucha electricidad y pueden fácilmente electrocutar una persona. Utilice estanterías de madera para almacenar baterías, ya que el metal conduce la electricidad. Aísle los mangos de sus herramientas con taípe, dejando expuesta solamente la parte que se utiliza

3.4. Inversores

Un inversor es un aparato que transforma la corriente continua en corriente alterna (ver figura 4). Para su mayor duración es importante no enchufar equipos de mayor potencia a la del inversor; también es importante hacer la conexión tomando en cuenta la polaridad, ya que si se conecta el positivo del inversor con el negativo de la batería el inversor puede quedar inutilizable. El cable rojo en el positivo (+) y el cable negro en el negativo (-) como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Inversos de 250 W

3.5. Como saber si hay fallas?

Todas las partes de un sistema tienen que funcionar bien. Entonces, cuando encontramos que “la lámpara no funciona”, puede ser que el problema sea con cualquiera de las partes. Hay que encontrar donde está el problema, empezando con las cosas simples; a veces hay unas luces en el controlador que muestra donde está el problema.

Revise primero el controlador.

Algunos controladores muestran unas luces que se apagan y encienden cuando hay un corto circuito en el alambre que va a los equipos. Esto te mostrará rápidamente donde está el problema. Si todo parece que está funcionando correctamente pero la lámpara no enciende, chequea la lámpara ya que puede estar quebrada o fundida.

Si el problema es con un equipo que tiene garantía, como un controlador o panel solar, entonces se puede contactar al fabricante para que arreglen o reemplacen el equipo.

Si no hay problemas visibles con el controlador, los problemas pueden ser en orden de probabilidad los siguientes:

- Conexión de Alambre
- Batería maltratada
- Problema con panel solar



a. Conexiones de Alambre

Vea todas las conexiones de alambre y chequear que todo está bien ajustado, y que no haya suelo o corrosión. Muchas veces se encontraran conexiones sueltas, y al arreglarlas esto resolverá el problema.

Si las terminaciones del alambre a la batería se están corroyendo o si la batería está sucia, desmontarlas, limpiar los terminales y ajustarlos.

b. Batería

Tienes que chequear el estado de la batería; hay que desconectarla del Sistema y esperar por media hora y luego usar un multi-metro para chequear el voltaje, que indica el estado de carga de la batería.

Si el voltaje de la batería es bajo (menor de 11.4 voltios) y piensas que no hay razón para esto, ya que había sol por muchas horas del día, entonces el problema puede ser:

- La batería no está cargando apropiadamente; puede ser que una mala conexión del panel al controlador, el panel puede estar sucio o afectado por sombra
- La batería fue descargada completamente que su voltaje es tan bajo que ya no puede ser recargada por el panel. Una causa de esto es que los equipos fueron conectados directamente a la batería, y no al controlador de carga.

Para determinar si el controlador de carga está permitiendo el paso de energía del panel a la batería, entonces, con la batería desconectada, se debe medir el voltaje donde los alambres del panel se conectan al Controlador de carga; lo normal es que la medición en el multímetro sea de 17 a 20 voltios.

Después de hacer esta medición, se conecta la batería al controlador de carga y se verifica el voltaje en las terminales de los alambres conectados a la batería; lo normal es que la medición indique más o menos 14 voltios.

c. Panel Solar

Si no aparece que el panel solar está produciendo la energía requerida para cargar la batería, podemos chequear el voltaje en el alambre que va del panel al controlador (circuito abierto) y directamente en la caja del panel (circuito cerrado). Se debe hacer la medición con el alambre del panel completamente desconectado del controlador de carga.

Antes de chequear el voltaje y corriente, es bueno chequear adentro de la caja de distribución (si es accesible) para asegurarse que un diodo no está



quemado. A veces esto pasa si la batería está conectada en polaridad inversa y la corriente inversa pasa por el controlador de carga y al panel. Si el diodo está quemado, sáquelo, ya que en una instalación con un panel, el diodo no es necesario.

c. Terminales de Carga

Si el voltaje a la conexión del panel y al controlador de carga es correcto, y si no se manda voltaje a la batería o a los equipos, puede ser que el controlador está malo. Sin embargo, algunos controladores requieren un nivel de voltaje mínimo de la batería para encenderse. Si el voltaje de la batería es tan bajo que es menor que el voltaje mínimo requerido por el controlador, entonces tiene que reemplazar la batería con una batería buena para probar el sistema.

IV. Bibliografía

- Green Empowerment, International Technology Development Group. 2005. Manual de Capacitación, Sistemas Fotovoltaicos. Perú.
- Abella, M. CIEMA. 2011. Módulo III: Energía Solar Fotovoltaica. 2da Edición. España.
- Asociación de la Industria Fotovoltaica. 2003. Energía Solar Fotovoltaica en la comunidad de Madrid. 3ra Edición. España.