
Mantenimiento de la instalación solar fotovoltaica

**unidad
didáctica 9**

1. Mantenimiento de los componentes de un sistema fotovoltaico

Las tareas de mantenimiento de los sistemas FV que pueden ser realizadas directamente en el propio lugar de operación son: limpieza de los módulos fotovoltaicos, modificaciones del cableado, relleno de agua de las baterías, y reemplazo de fusibles, lámparas y reguladores de carga.

Las instalaciones fotovoltaicas requieren un mantenimiento mínimo y sencillo. Si son de grandes dimensiones, los mismos fabricantes o los distribuidores pueden ofrecer a sus clientes un servicio de mantenimiento y reparación. En otros casos, el mantenimiento se reduce a las operaciones que vamos a ver a continuación. De cualquier forma, no está de más pedir al suministrador un calendario de mantenimiento adaptado al sistema y a su emplazamiento.

1.1. Paneles

Los paneles requieren un mantenimiento nulo o muy escaso, debido a su propia configuración: no tienen partes móviles, y las células y sus conexiones internas están encapsuladas entre varias capas de material protector. Es conveniente hacer una inspección general 1 ó 2 veces al año para asegurarse que las conexiones entre paneles y el regulador están bien ajustadas y libres de corrosión. En la mayoría de los casos, la acción de la lluvia elimina la necesidad de limpieza de los paneles; en caso de ser necesario, utilizar simplemente agua y algún detergente no abrasivo. Debe hacerse en las horas frescas del día, no cuando el sol incide sobre los paneles, o estos están aun caldeados.

Las estructuras de soporte deben facilitar la limpieza de los módulos fotovoltaicos y la inspección de las cajas de conexión.

También entran dentro de las operaciones de mantenimiento de los paneles aquellas labores de limpieza del terreno mediante las cuales se eliminan aquellas partes de árboles o arbustos que debido a su crecimiento puedan ocasionar sombras sobre los mismos.

1.2. Regulador

La simplicidad del equipo de regulación reduce sustancialmente el mantenimiento y hace que las averías sean muy escasas. Las operaciones que se pueden realizar son las siguientes:

- Observación visual del estado y funcionamiento del regulador.
- Comprobación del conexionado y cableado del equipo.
- Observación de los valores instantáneos del voltímetro y amperímetro: dan una idea del comportamiento de la instalación.

1.3. Acumulador

Es el elemento de la instalación que requiere una mayor atención. De su uso correcto y buen mantenimiento dependerá en gran medida su duración. Las operaciones usuales que deben realizarse son las siguientes:

- Comprobación del nivel del electrolito (cada 6 meses aproximadamente): debe mantenerse dentro del margen comprendido entre las marcas de "Máximo" y "Mínimo". Si no existen estas marcas, el nivel correcto del electrolito es de 20 mm por encima del protector de separadores. Si se observa un nivel inferior en alguno de los elementos, se deben rellenar con agua destilada o desmineralizada, pero sin llenarla demasiado, o podría derramarse. No debe rellenarse nunca con ácido sulfúrico, ya que éste no se evapora.

- Al realizar la operación anterior debe comprobarse también el estado de los terminales de la batería; deben limpiarse posibles depósitos de sulfato y cubrir con vaselina neutra todas las conexiones.
- Debe comprobarse el conexionado del sistema de acumulación, repasando el apriete de las conexiones.
- Medida de la densidad del electrolito (si se dispone de un densímetro): con el acumulador totalmente cargado, debe ser de $1,240 \pm 0,01$ a 20 °C. Las densidades deben ser similares en todos los vasos. Diferencias importantes en un elemento es señal de posible avería.

1.3.1. Sulfatación de las baterías de plomo-ácido

Si una batería de plomo-ácido se deja en un estado de descarga profunda durante un periodo prolongado de tiempo, se producirá su **sulfatación**. Parte del sulfuro del ácido se combinará con plomo procedente de las placas para formar sulfato de plomo. Si la batería no se rellena con agua periódicamente, parte de las placas quedarán expuestas al aire, y el proceso se verá acelerado.

El sulfato de plomo recubre las placas de forma que el electrolito no puede penetrar en ellas. Esto supone una pérdida irreversible de capacidad en la batería que, incluso con la adición de agua, no se puede recuperar.

Las causas más habituales de sulfatación de una batería son:

- Dejarla descargada durante mucho tiempo.
- Añadir ácido puro al electrolito.
- Sobrecargas demasiado frecuentes.
- No haber añadido agua destilada en el momento oportuno.
- El trasvase de electrolito de unos vasos a otros.

Cuando se deja mucho tiempo descargada una batería, el sulfato de plomo que cubre las placas se endurece cuando la batería se encuentra descargada; los poros, obstruidos, no dejan penetrar el electrolito y por lo tanto no pueden actuar en

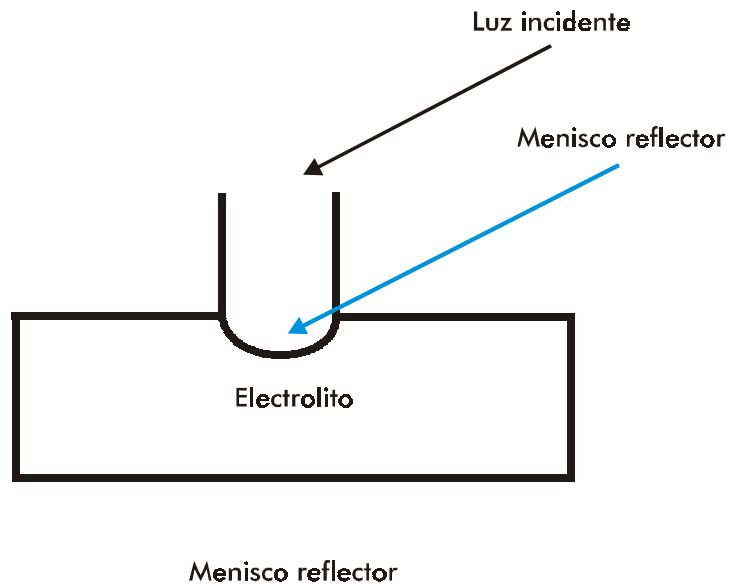
los elementos activos de las placas, reduciéndose la capacidad efectiva. Esto hace además que sea muy difícil recargar una batería que se ha dejado sulfatar.

Los síntomas más evidentes son:

- El densímetro registra siempre una densidad baja del electrolito, a pesar de que el elemento siempre se somete a la misma carga que los otros elementos.
- La tensión siempre es inferior a la de los elementos normales.
- Es imposible cargar la batería a toda su capacidad.
- El elemento sulfatado no permite el paso de la intensidad normal de la corriente debido a su gran aumento de resistencia eléctrica.
- Las dos placas, positiva y negativa, tienen un color claro.

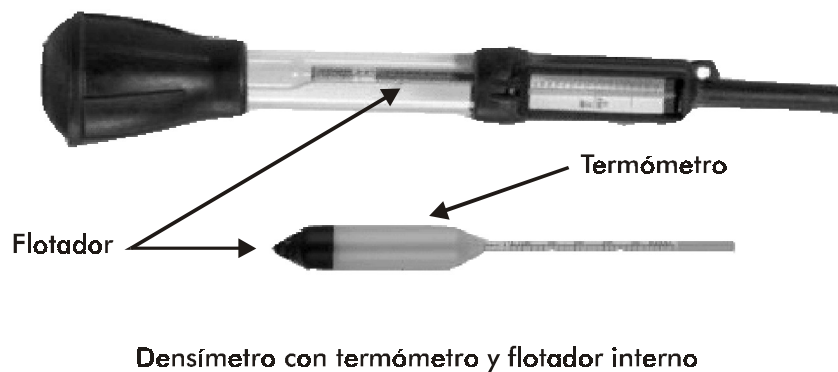
Rellenando la batería únicamente con agua destilada, o agua de lluvia en el momento oportuno y hasta el nivel adecuado, se evita la sulfatación. Este agua debe guardarse en recipientes de vidrio bien limpios. El agua de lluvia, aunque es la mejor, debe recogerse sin que se ponga en contacto con metales (techos de zinc, etc.), porque entonces adquiere impurezas. La recogida por un techo de tejas cerámicas o por una lona impermeable, por ejemplo, reúne buenas condiciones.

La cavidad en donde se inserta el tapón de una celda de batería está diseñada para que se cree un menisco (superficie cóncava), que actúa como una lente reflectora de la luz incidente, debido a la fuerza de capilaridad en los bordes de la cavidad. Su aparición es fácilmente detectada, e indica que no se debe agregar más agua destilada.



1.3.2. Comprobación del estado de carga de una batería

La forma más sencilla es a través de la medida de la densidad o gravedad específica del líquido contenido en el acumulador (electrolito). La densidad expresa cuánto pesa el electrolito en comparación con la misma cantidad de agua, y se mide con un densímetro o hidrómetro. El densímetro más común es el utilizado para automoción, que indica la carga en porcentaje. Presenta el inconveniente de que está calibrado para el electrolito utilizado en acumuladores de arranque y no estacionarios, por lo que marcará siempre menos de lo real (50% para un acumulador estacionario completamente cargado). Es mejor un densímetro de los usados en acumuladores estacionarios.



Cuanto mayor es la gravedad específica del electrolito, mayor es el estado de carga. El voltaje de cada vaso, y por tanto el de la batería, es también mayor. La medida de la densidad durante el proceso de descarga nos dará una buena indicación del estado de carga. Durante el proceso de carga, la densidad retrasará la medida del estado de carga debido a que la mezcla completa del electrolito no se producirá hasta el comienzo de la gasificación, cerca del final del periodo de carga. En todo caso, esto no debe ser considerado como una medida absoluta de la capacidad de la batería y debe ser combinado con otras técnicas.

1.3.3. Efectos de la descarga rápida sobre las baterías

Si se descarga rápidamente una batería, en primer lugar, no se obtiene toda la energía que ésta es capaz de proporcionar. Por ejemplo una batería descargada en 72 horas produce unas dos veces la energía que produciría si se descargase en sólo 8 horas.

Además las descargas rápidas producen deformaciones y la prematura desintegración de las placas de los elementos, que se depositan en el fondo de los recipientes en forma pulverulenta hasta llegar a cortocircuitar ambas placas, inutilizando la batería.

1.3.4. Efectos del calor en las baterías

La elevación de temperatura es sumamente perjudicial para las baterías. Si la temperatura de los recipientes es superior a unos 40 grados, es necesario disminuir el régimen de carga. También deben evitarse los lugares fríos o expuestos a las temperaturas bajas. Es preciso también evitar temperaturas inferiores a 0 grados ya que entonces la resistencia interna de las baterías aumenta mucho: para instalar las baterías, lo mejor es buscar un sitio donde la temperatura sea templada.

2. Mantenimiento de las instalaciones autónomas

El mantenimiento de una instalación fotovoltaica correctamente diseñada y montada, empleando siempre productos y materiales de primera calidad, es mínimo, bastando casi siempre una revisión anual y un control periódico del estado de carga de los acumuladores, elementos que hay que cuidar especialmente, ya que son quizás los componentes más sensibles de la instalación.

El propio usuario, con la ayuda de algunas recomendaciones, que los fabricantes e instaladores siempre deben proporcionar, puede ejercer un mínimo control de la instalación para garantizar su buena conservación, e incluso encargarse de las operaciones de mantenimiento más simples, como por ejemplo la limpieza de los paneles (sobre todo las caras expuestas al sol) y los bornes de la batería, la inspección visual del estado de los conductores y empalmes, y la medición de la densidad del electrolito.

Hay un aspecto sobre el que conviene alertar: si en las proximidades existen chimeneas es posible que se deposite hollín sobre los paneles, lo cual disminuye el rendimiento.

3. Mantenimiento de instalaciones conectadas a red

El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red es mínimo y de carácter preventivo: no tiene partes móviles sometidas a desgaste, ni requiere cambio de piezas ni lubricación. Entre otras cuestiones, se considera recomendable realizar revisiones periódicas de las instalaciones, para asegurar que todos los componentes funcionan correctamente. Dos aspectos a tener en cuenta son, por un lado, asegurar que ningún obstáculo haga sombra sobre los módulos; y por el otro, mantener limpios los módulos fotovoltaicos, concretamente las caras expuestas al sol. Normalmente la lluvia ya se encarga de hacerlo, pero es importante asegurarse de su limpieza. Las "pérdidas" (lo que se deja de generar) producidas por la suciedad pueden llegar a ser de un 5%, y se pueden evitar si se realiza una limpieza con agua (sin agentes abrasivos ni instrumentos metálicos) después de muchos días sin llover, después de un lluvia de fango o de una nevada. Es difícil pensar en una fuente de energía con un mantenimiento tan sencillo.

3.1. Reparaciones que puede necesitar un sistema fotovoltaico

La experiencia demuestra que los sistemas fotovoltaicos conectados a la red tienen muy pocas posibilidades de avería, especialmente si la instalación se ha realizado correctamente y si se realiza un mantenimiento preventivo. Básicamente las posibles reparaciones que puedan ser necesarias son las mismas que cualquier aparato o sistema eléctrico, y que están al alcance de cualquier electricista. En muchos casos se pueden prevenir las averías, mediante la instalación de elementos de protección como magnetotérmicos.

4. Mantenimiento de sistemas de bombeo fotovoltaico

Los sistemas FV de bombeo de agua bien diseñados y adecuadamente instalados son muy sencillos de manejar y mantener. Básicamente, el sistema tiene que arrancar y parar dependiendo de la demanda y disponibilidad de agua, así como también de la fuente solar. Con la utilización de interruptores (flotador y electrodo), la mayoría de los sistemas pueden automatizar sus funciones a un costo adicional relativamente bajo, especialmente cuando se usa un motor eléctrico. Cuando sea necesario, el interruptor del sistema se puede utilizar para apagar manualmente la bomba. El apagado manual es necesario para reparaciones o modificaciones del sistema de distribución de agua, cuando se realicen reparaciones al sistema eléctrico y cuando se extraiga la bomba para inspección, mantenimiento o reparación. El sistema comenzará a funcionar normalmente cuando se accione el interruptor a la posición de encendido.

El instalador del sistema de bombeo FV, debe proveer un *Manual de operación y mantenimiento*, en que se establezcan los principios de operación del sistema, el mantenimiento de rutina y los requerimientos de servicio. En él también debe estar incluida información referente a seguridad y a los problemas que comúnmente pueda presentar la instalación. La manera más efectiva para maximizar los beneficios de los sistemas de bombeo de agua es llevando a cabo un mantenimiento preventivo. El programa de mantenimiento preventivo debe estar diseñado para que esa vida útil sea lo más larga posible. Por supuesto, cada tipo de sistema tiene diferentes requisitos de mantenimiento. Las condiciones específicas de operación impondrán requisitos adicionales. En general, el mantenimiento de un sistema fotovoltaico de bombeo requiere lo siguiente:

- **Mantenimiento de rutina y reparaciones menores:** se incluye el monitoreo del funcionamiento del sistema, el nivel agua y su calidad. Una inspección visual puede detectar ruidos o vibraciones inusuales, corrosión, invasión de insectos, componentes o conexiones eléctricas sueltas, fugas de agua, algas, etc. La mayoría de estos problemas pueden ser corregidos sobre el terreno. El operador del sistema (típicamente el propietario) debe ser capaz de realizar todo el mantenimiento de rutina y las reparaciones menores. Este mantenimiento rutinario ayudará a detectar y corregir la mayoría de los pequeños problemas que con el tiempo podrían convertirse en graves problemas que dejaran inoperable el equipo.
- **Reparaciones preventivas y correctivas:** se incluyen los reemplazos o reparación de componentes tales como, reemplazo del diafragma o impulsores, y reemplazo de los componentes defectuosos. Este tipo de mantenimiento puede necesitar herramientas especiales y conocimientos específicos. En la mayoría de los casos, es necesario que personal especializado haga las reparaciones.

4.1. Bombas y motores

Desde el punto de vista operacional, el requisito más importante es evitar que una bomba trabaje en seco, ya que esto hará que el motor se sobrecaliente y se quemé. El agua es necesaria para la lubricación y disipación de calor. En el caso de las bombas centrífugas superficiales, es necesario comprobar que no existen fugas en la tubería de succión o en la válvula de aspiración si la bomba necesita cebado. Del mismo modo, nunca se debe permitir que la descarga de la bomba quede obstruida, lo cual puede provocar un sobrecalentamiento en el motor, y excesiva tensión mecánica. Las bombas centrífugas (superficiales o sumergibles) requieren de poco mantenimiento. La mayoría de los problemas que se presentan son debidos al exceso de arena, agua corrosiva y con alto contenido de mineral. Estos agentes atacan los impulsores y la cubierta de la bomba. Puede darse el caso que la bomba no falle completamente, pero su rendimiento sí puede disminuir bastante. Algunas bombas pueden ser reparadas reemplazando los impulsores y los sellos de agua; no obstante, puede ser más económica la substitución de la bomba completa.

Un registro adecuado de la producción de agua permite al propietario determinar cuándo se debe reemplazar la bomba.

Algas y otra materia orgánica pueden obstruir la entrada de la bomba. Las bombas sumergibles son de acero inoxidable, y deben funcionar un periodo de tiempo mayor. Las bombas de desplazamiento positivo poseen más componentes sujetos a desgaste. Por esta razón, necesitan más mantenimiento que otras clases de bombas. Bajo condiciones apropiadas de operación, los diafragmas necesitan ser reemplazados cada 2 ó 3 años (más frecuente en aguas arenosas). Los sellos de las bombas de pistón pueden durar entre 3 y 5 años. Los diafragmas y sellos fallan prematuramente cuando hay exceso de arena lo cual desgasta más rápido los componentes y cuando trabajan a presiones más altas. La mayoría de las bombas de desplazamiento positivo pueden ser reparadas varias veces antes de ser desechadas.

Los motores de CA y CC sin escobillas no requieren de mantenimiento y pueden durar entre 10 y 20 años bajo condiciones ideales de funcionamiento. Los motores con escobillas requieren reemplazo periódico de las mismas. Ésta es una operación muy sencilla en la mayoría de los diseños. Las escobillas deben ser reemplazadas con componentes suministrados por el fabricante para garantizar el buen funcionamiento del equipo. Los motores pequeños con escobillas pueden durar entre 4 y 8 años dependiendo del uso.