

6

UNIDAD



Mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas

En esta unidad

APRENDERÁS A

- Identificar los procedimientos de mantenimiento en las instalaciones fotovoltaicas.
- Mantener los elementos de la instalación: generador fotovoltaico, acumulador, regulador e inversor.
- Identificar averías en la instalación.

ESTUDIARÁS

- Los tipos de mantenimiento que se pueden realizar.
- Los parámetros que se deben considerar en una instalación.
- Los tipos de mantenimiento que hay que realizar en las instalaciones.
- Los principales tipos de averías y cómo solucionarlas.

Y SERÁS CAPAZ DE

- Mantener instalaciones solares fotovoltaicas aplicando técnicas de prevención y detección y relacionando la disfunción con la causa que la produce.



1. Introducción

Aunque los sistemas fotovoltaicos en general necesitan poco mantenimiento, dado que no presentan partes móviles, a excepción de los seguidores solares, ni requieren combustibles, etcétera., la fiabilidad, durabilidad y disponibilidad de servicio obliga a desarrollar un programa de revisiones y comprobaciones para mantener las instalaciones en perfecto estado de funcionamiento.

Para facilitar estas labores de mantenimiento, se suele establecer una guía con las actuaciones correspondientes, lo que facilitará al mantenedor la realización de las tareas.

Existen dos tipos de mantenimiento para esta clase de instalaciones:

1. Mantenimiento correctivo: se realiza cuando se produce una avería en la instalación, y tiene como fin solucionar el fallo. Se procede a reemplazar el elemento o elementos que se hayan estropeado, con el fin de restablecer el servicio de la instalación lo más pronto posible. Suele ser más barato que el mantenimiento preventivo, pero implica tener la instalación parada durante el tiempo que se tarda en resolver la incidencia.

2. Mantenimiento preventivo: se realiza con el fin de prevenir los fallos en la instalación. En este caso, la sustitución de los elementos de la instalación se realiza cuando se ha acabado su vida útil, antes de que lleguen a producir un fallo. La sustitución de las piezas antes de que fallen aumenta el coste de mantenimiento de la instalación más que si se cambian cuando ya se han estropeado, pero a cambio garantiza una disponibilidad de funcionamiento del cien por cien para la instalación.

Para asegurar su perfecto funcionamiento, en las instalaciones se suele tener un plan de mantenimiento preventivo. Si se suscribe un contrato de mantenimiento con una empresa, generalmente se incluirá en él, además, un plan de mantenimiento correctivo.

El plan de mantenimiento preventivo debe fijar las líneas de actuación: número de inspecciones periódicas, comprobaciones que deben llevarse a cabo, etc. El plan de mantenimiento correctivo fijará valores, como el tiempo de resolución de la avería desde que se produce el aviso o los costes asociados a la resolución de la avería [mano de obra, desplazamiento, coste del componente que se va a sustituir, etc.].

Aunque algunos de los elementos en las instalaciones fotovoltaicas autónomas y conectadas a red son comunes (como, por ejemplo, el generador fotovoltaico, los soportes de los paneles en algunos casos, etc.), vamos a distinguir entre las operaciones propias de mantenimiento para cada tipo de instalación.

Elemento que comprobar	Instalaciones autónomas	Instalaciones conectadas a red
Generador fotovoltaico (paneles + soportes)	Sí	Sí
Regulador	Sí	No
Acumulador	Sí	No
Inversor	Sí	Sí
Elementos de protección	Sí	Sí
Cableado	Sí	Sí
Conexión a red	No	Sí

Tabla 6.1. Elementos que comprobar en cada una de las instalaciones.

Además de los dos tipos de mantenimiento citados anteriormente, existe el **mantenimiento predictivo**, que consiste en sustituir las piezas antes de que lleguen al final de su vida útil, anticipándose a las posibles averías. En las instalaciones solares fotovoltaicas no se suele utilizar este tipo de mantenimiento debido a los escasos elementos con los que cuentan y a su larga vida útil.



Fig. 6.1. Operario comprobando el conexionado de la caja en el generador fotovoltaico.



En el siguiente enlace puedes conocer con más detalle en qué consiste el mantenimiento predictivo:

<https://goo.gl/9d49tm>

En los pliegos de condiciones técnicas del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) se definen los programas de mantenimiento preventivo de los dos tipos de instalaciones fotovoltaicas: autónomas y conectadas a red.

En las Tablas 6.2 y 6.3, y a modo de resumen, vamos a concretar las acciones que se van a realizar en este tipo de mantenimiento.



Fig. 6.2. La limpieza de los paneles de forma periódica o después de episodios de lluvia facilita el buen funcionamiento de la instalación fotovoltaica.

Instalaciones fotovoltaicas autónomas. Plan de mantenimiento preventivo		
Elemento	Operación	Periodicidad
Cableado	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del estado de los cables. • Inspección de conexiones, terminales y pletinas. • Comprobación de caídas de tensión en el cableado de continua. 	12 meses
Estado de los módulos	<ul style="list-style-type: none"> • Situación respecto al proyecto original. • Limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones. 	12 meses
Estructura soporte	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de daños en la estructura. • Deterioro por agentes ambientales. • Oxidación. 	12 meses
Baterías	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobación del nivel del electrolito. • Limpieza y engrasado de terminales. 	12 meses
Regulador de carga	<ul style="list-style-type: none"> • Medida de caídas de tensión entre terminales. • Inspección visual del funcionamiento de indicadores. 	12 meses
Inversores	<ul style="list-style-type: none"> • Estado de indicadores y alarmas. 	12 meses
Elementos de seguridad y protecciones	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de las tomas de tierra. • Comprobación de la actuación de interruptores de seguridad. • Verificación de fusibles. 	12 meses
Instalaciones monitorizadas	<ul style="list-style-type: none"> • Calibración y limpieza de los medidores. • Comprobación del funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos. • Verificación del sistema de almacenamiento de los datos. 	6 meses

Tabla 6.2. Plan de mantenimiento preventivo de instalaciones fotovoltaicas autónomas.

Es importante en las instalaciones autónomas implicar a sus usuarios en el mantenimiento preventivo. Hay determinadas acciones, como las comprobaciones de las alarmas en los seguidores, la comprobación del nivel del electrolito en los acumuladores e incluso, si están accesibles, la limpieza de los paneles, que las puede realizar el usuario sin problema y tener de esa forma la instalación en perfecto funcionamiento.

También es importante la revisión periódica del soporte del generador fotovoltaico. Si la estructura está en un lugar accesible desde el punto de vista del usuario, es importante que se vigilen posibles puntos de oxidación, tornillos que se hayan aflojado después de un vendaval, etc.



ACTIVIDADES

1. En el enlace <https://goo.gl/kgESkW> tienes un kit de una instalación fotovoltaica aislada. Detalla, en función de los elementos, cómo se debería hacer el mantenimiento de dicha instalación. Bázate en la tabla 6.1.

La periodicidad de las instalaciones conectadas a red depende de la potencia de la instalación, tal y como se refleja en la Tabla 6.3.

Instalaciones fotovoltaicas conectadas a red. Plan de mantenimiento preventivo			
Elemento	Operación	Periodicidad	
		< 5 kW	> 5 kW
Cableado	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del estado de los cables. • Inspección de conexiones, terminales y pletinas. • Comprobación de caídas de tensión en el cableado de continua. • Comprobación del cableado de las tomas de tierra. 	12 meses	6 meses
Estado de los módulos	<ul style="list-style-type: none"> • Situación respecto al proyecto original. • Limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y a las protecciones. • Verificación de las estructuras soporte. 	12 meses	6 meses
Inversores	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobación del funcionamiento. • Estado de indicadores y alarmas. 	12 meses	6 meses
Elementos de seguridad y protecciones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de las tomas de tierra. • Comprobación de la actuación de interruptores de seguridad. • Verificación de fusibles. 	12 meses	6 meses
Instalaciones monitorizadas	<ul style="list-style-type: none"> • Calibración y limpieza de los medidores. • Comprobación del funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos. • Verificación del sistema de almacenamiento de los datos. 	12 meses	



Fig. 6.3. El desbroce de la vegetación en un huerto solar es una tarea incluida dentro del plan de mantenimiento preventivo [cortesía de Solar Xintec S. L.].



UN RETO

¿Eres capaz de localizar dos sistemas de limpieza de paneles solares para centrales fotovoltaicas de grandes dimensiones y explicar su funcionamiento?

Tabla 6.3. Plan de mantenimiento preventivo de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.

Las operaciones de mantenimiento deben incluir:

- Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.
- Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

Es conveniente que la empresa encargada del mantenimiento realice programas específicos para cada uno de los elementos de la instalación, en el que se recojan con detalle los pasos que se han de dar en cada una de las visitas y la periodicidad de las comprobaciones.



ACTIVIDADES

2. Comprueba, consultando el pliego de condiciones técnicas (PCT) del IDAE para instalaciones conectadas a red, si hay que realizar alguna actividad más de las citadas en el apartado anterior. Elabora un documento en el que detalles estos nuevos elementos de mantenimiento, en caso de que los hubiera.
3. Prepara una ficha en la que puedas registrar las operaciones de mantenimiento realizadas en un generador fotovoltaico de una instalación conectada a red de 40 kW.

2. Mantenimiento de instalaciones autónomas

Entre los planes de mantenimiento para una instalación autónoma, cabe distinguir los implementados por el usuario (de tipo preventivo) y los realizados por un técnico. Analizaremos las acciones que puede llevar a cabo cada uno de ellos.

2.1. Mantenimiento de la instalación por el usuario

Normalmente, el mantenimiento de la instalación llevado a cabo por el usuario es de carácter preventivo, o programado, y abarca todas las comprobaciones y verificaciones que puede hacer sin necesidad de recurrir a un técnico. Los fines perseguidos son los siguientes:

- Mantener la instalación en buen estado de conservación y funcionamiento.
- Detectar a tiempo anomalías o defectos que influyan negativamente en el rendimiento general de la instalación fotovoltaica y en su servicio.

La presencia del usuario en la fase de puesta en marcha de las instalaciones favorece la realización de las tareas de mantenimiento de forma frecuente y ocasional, hasta que conozca cómo se comporta su instalación y vea la necesidad de las tareas de mantenimiento que precisa. Veremos a continuación el mantenimiento que el usuario puede realizar de cada elemento de la instalación fotovoltaica.

A. Mantenimiento del generador fotovoltaico

El usuario tiene un papel importante en el mantenimiento periódico del generador fotovoltaico.

CASO PRÁCTICO 1

Mantenimiento del generador fotovoltaico

Analiza las operaciones de mantenimiento que puede realizar el usuario sobre el generador de su instalación.

Solución

- Mantener la superficie del panel siempre limpia, realizando labores de limpieza como mínimo una vez al mes, salvo condiciones especiales (lluvia de barro, nevadas, etc.). Si es posible, comprobar que no existe ninguna rotura en los vidrios, etc.
- Si el generador está accesible de una manera cómoda, y sin riesgo para el usuario de la instalación, como en el caso de la pérgola de la fotografía, es conveniente comprobar visualmente el conexionado de los cables en el panel (en su parte trasera) con el fin de detectar posibles roturas en conectores, cajas estancas, etc.
- Además, debemos revisar los anclajes de la estructura de fijación del panel.
- El viento y las vibraciones que ocasiona pueden hacer que se aflojen algunos tornillos. Se debe verificar que están correctamente apretados, utilizando herramientas como llaves fijas, llaves de vaso, etc.
- También debemos comprobar visualmente:
 - Posibles deterioros en las estructuras de sujeción de los paneles: aparición de puntos de oxidación, pequeñas roturas, etc.
 - Si existe algún deterioro sobre el edificio en los lugares donde están ancladas la estructuras, como la aparición de grietas o posibles entradas de agua en el caso de que esas estructuras estén colocadas sobre el tejado, etc.



ACTIVIDADES

4. Busca en internet algún elemento que se pueda comprar para la limpieza de los paneles fotovoltaicos. Haz un resumen con su forma de utilización y sus características.

Valora diferentes posibilidades en función de la ubicación del generador fotovoltaico: si se encuentra en el tejado, si es accesible desde el suelo, etc.

En el caso práctico hemos mostrado algunas de las acciones de mantenimiento que el usuario de la instalación puede realizar sobre ella. Además de lo ya comentado, se deben tener en cuenta otras cosas:

- Evitar que se proyecten sombras sobre los paneles por la instalación de elementos adicionales, como, por ejemplo, antenas. Procurar que, si existe vegetación alrededor de los paneles que pueda proyectar sombras, se proceda a su poda para evitar disminuciones en el rendimiento de la instalación.
- El mantenimiento del usuario debe limitarse a inspecciones de tipo visual con el fin de detectar posibles anomalías; bajo ningún concepto debe manipular ninguno de los elementos.

B. Mantenimiento del acumulador

El sistema de acumulación es el elemento de los sistemas solares fotovoltaicos de pequeña potencia que representa mayor peligro para cualquier persona que lo manipula (aunque sea para un mantenimiento básico), tanto por sus características eléctricas como por las químicas.

En el Caso Práctico 2, se muestran las operaciones de mantenimiento que puede llevar a cabo el usuario de la instalación sobre el acumulador.

Los riesgos que pueden encontrarse al mantener el acumulador son los siguientes:

- **Eléctricos**, por cortocircuitos debidos al roce con elementos como anillos, pulseras, etc.
- **Posibles incendios**, si no se toman las medidas adecuadas de ventilación.

Deben adoptarse siempre las medidas adecuadas para evitar tener accidentes.

CASO PRÁCTICO 2

Mantenimiento del acumulador de la instalación

El acumulador de una instalación aislada tiene una configuración como la que se muestra en la figura. Analiza los principales puntos donde se debe actuar para un mantenimiento correcto.

Solución

Comprobar/reapretar las conexiones de las baterías.

Asegurarse de que el electrolito de las baterías se encuentra entre las dos marcas de máximo y mínimo.



Comprobar visualmente que no hay elementos encima que puedan provocar cortocircuitos.

Comprobar que los bornes de las baterías no sufren ningún proceso de sulfatación.

ACTIVIDADES

5. Haz una lista de las acciones que deberían realizarse para el mantenimiento de un conjunto de baterías de un acumulador situado en una instalación fotovoltaica para un repetidor de telefonía que está formado por baterías de gel. Elabora una ficha para el registro de las acciones realizadas.
6. ¿Qué acciones de mantenimiento podría hacer el usuario de la instalación reflejada en la Figura 6.4?
7. Se ha producido una tormenta de barro y granizo en el lugar donde hay instalado un sistema de bombeo de agua. ¿Qué acciones deberíamos realizar como mantenimiento preventivo?



Fig. 6.4. Instalación solar fotovoltaica en una vivienda aislada.

C. Mantenimiento del regulador de carga para el acumulador y del inversor

Muchas de las instalaciones autónomas llevan el inversor y el regulador de carga montados en el mismo equipo. Tanto si son un único equipo como si son dos separados, el usuario puede hacer una serie de comprobaciones que ayudarán a mantener la instalación en perfecto estado.

Es siempre recomendable atender a las informaciones que nos proporciona el fabricante, tanto de instalación como para el mantenimiento.

CASO PRÁCTICO 3

Mantenimiento del regulador-inversor

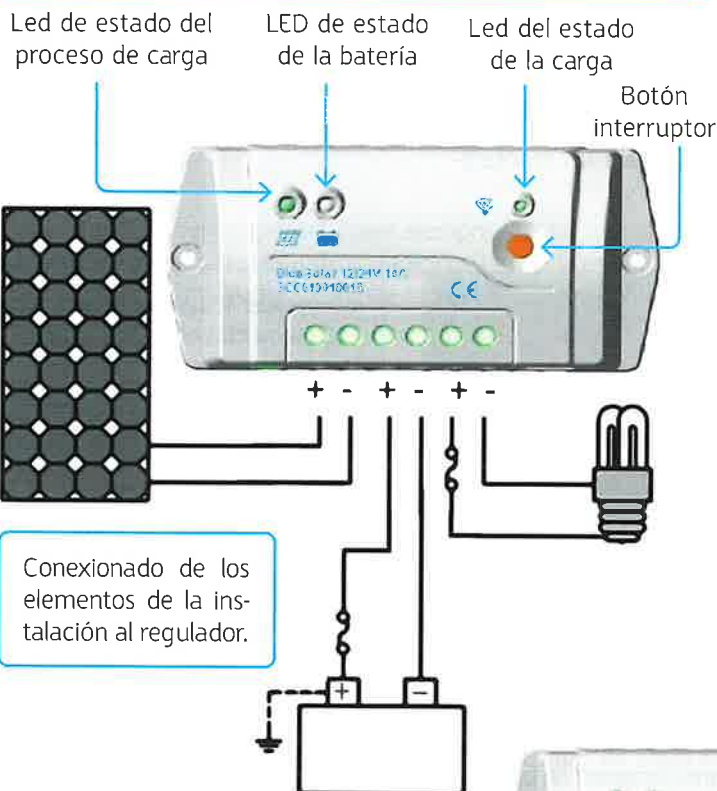
Una instalación fotovoltaica aislada tiene montado el regulador mostrado en la imagen. Haz una lista con las comprobaciones que puede hacer el usuario de la instalación para asegurarse de su correcto funcionamiento.

Solución

Es un elemento de alta precisión que no necesita mantenimiento. Únicamente se deberá comprobar la sujeción de las conexiones del regulador cada seis meses.



Los indicadores luminosos del regulador proporcionan información sobre el funcionamiento y el estado de las baterías y el campo fotovoltaico.



Conexión de los elementos de la instalación al regulador.

Existe la opción de conectar un panel remoto al regulador, a través de conector RJ45, que sirve tanto para programarlo como para monitorizarlo.



El panel deberá estar conectado al controlador con un cable RJ45 UTP estándar.

VICTRON BLUE SOLAR

RJ45

RJ45

REMOTE PANEL

	Verde	Apagado	Sin tensión proveniente de los paneles solares
	Verde	Encendido fijo	Poca tensión proveniente de los paneles
	Verde	Parpadeo lento	Cargando
	Verde	Encendido fijo	Normal ($V_{bat} > 12,1V$ y $24,2V$ resp.)
	Verde	Parpadeo rápido	Sobretensión ($V_{bat} > 5V$ y $30V$ resp.)
	Naranja	Encendido fijo	Subtensión ($V_{bat} < 12,5V$ y $23V$ resp.)
	Rojo	Encendido fijo	Batería descargada en exceso ($V_{bat} < 10V$ y $20V$)
	Rojo	Parpadeo	Sobrecalentamiento de la batería (si tiene el sensor de temp. instalado) ($T_{bat} > 45^{\circ}C$)
	Rojo	Encendido fijo	Normal
	Rojo	Parpadeo lento	Sobrecarga
	Rojo	Parpadeo rápido	Cortocircuito
Indicadores de proceso de carga, carga conectada y batería parpadeando (en rojo)			Error de tensión del sistema
Indicadores de proceso de carga, carga conectada y batería parpadeando (en rojo)			Sobretensión

[Cortesía de Victron Energy B.V.]

D. Mantenimiento de los elementos de protección de la instalación

La instalación fotovoltaica debe contar con un cuadro de protección. Es conveniente que el usuario compruebe el correcto funcionamiento de este.



CASO PRÁCTICO 4

Comprobación del cuadro de protección de la instalación

Verifica el correcto funcionamiento del cuadro de protección de la instalación.

Solución

Las comprobaciones que deberán realizarse son las siguientes:

Comprobar el funcionamiento correcto de los interruptores magnetotérmicos del cuadro.

Inspeccionar visualmente posibles anomalías, como, por ejemplo, el sobrecalentamiento de los conductores (que habrá deteriorado el aislante).



Comprobar el funcionamiento correcto del interruptor diferencial, accionándolo.

Comprobar visualmente el estado del cableado que llega al cuadro de protección.

Este mantenimiento es igual que el que pueda realizar el técnico.

E. Mantenimiento de equipos de consumo y cables

Para que la instalación pueda funcionar correctamente, el usuario debe mantener en perfecto estado todos aquellos aparatos que estén conectados a la red.

Es conveniente también comprobar el cableado. En función de por dónde esté colocado, puede verse sometido a averías ocasionadas por roedores, animales de compañía, etc., así como sufrir deterioro de los aislantes por estar a la intemperie y otras causas. Es conveniente realizar revisiones periódicas de estos elementos.

2.2. Mantenimiento de la instalación por el técnico

Además del mantenimiento que realiza el usuario en la instalación, se debe tener un plan de mantenimiento que debe ser realizado por un técnico de este tipo de instalaciones.

El mantenimiento que realizará el técnico puede ser de dos tipos:

- **Preventivo:** a través de visitas periódicas a la instalación en los plazos acordados con el usuario de esta. Es conveniente que se realice al menos una visita anual a la instalación, y se aconseja una visita semestral, coincidiendo con las épocas de verano y de invierno.
- **Correctivo:** siempre que sea requerido por el usuario, tiene por objeto solucionar una posible avería en la instalación.

Analizaremos las posibles acciones de mantenimiento preventivo que realizará el técnico en la instalación.

VÍDEO

En el enlace <https://goo.gl/G6MMra> puedes ver cómo limpiar los paneles fotovoltaicos de un huerto solar.



ACTIVIDADES

8. Explica brevemente qué problemas pueden ocasionar los roedores y los animales de compañía sobre el cableado de una instalación, y cuáles pueden ser las medidas para evitarlos.
9. ¿Qué mantenimiento habría que realizar sobre el cableado exterior en una instalación después de un gran vendaval?

A. Mantenimiento del generador fotovoltaico

Además de las comprobaciones que realiza el usuario, es conveniente que el técnico compruebe, al menos una vez al año, los valores de tensión e intensidad que proporciona el generador.

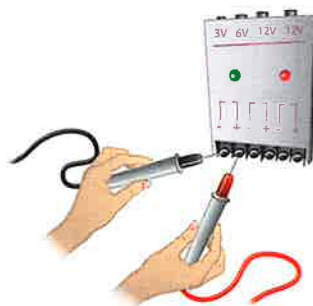
CASO PRÁCTICO 5

Mantenimiento preventivo en el generador

Detalla las acciones que debe realizar el técnico en el generador en las visitas programadas de mantenimiento:

Solución

- Comprobar la estanqueidad de las cajas de conexión de los paneles y, ante cualquier anomalía, solucionarla adecuadamente. En el caso del tejado, puede ser necesario levantar los módulos del soporte con el fin de comprobarlo.
 - Asegurarse de que la estructura soporte no tiene ningún deterioro. Reapretar los tornillos.
 - Utilizando el polímetro, verificar la tensión que proporciona el generador. Para ello, actuamos en el punto de la instalación donde se encuentra la conexión del generador, es decir, en la conexión del regulador.
- Esta medida se realiza en corriente continua, y debe coincidir con la dada en la documentación técnica de la instalación [aproximadamente, ya que va a depender de la hora del día en la que se haga, el tiempo meteorológico, etc.].
- Igualmente, podemos comprobar con la pinza amperimétrica la intensidad que está proporcionando el generador. Necesitaremos también un medidor de radiación solar, para ver si está dentro de los valores previstos según las características proporcionadas por la documentación de la instalación.
 - Comprobar el estado de los diodos de protección de los paneles.



Polímetro



Medidor de radiación solar



Pinza amperímetro



Diodos de protección de los paneles.

ACTIVIDADES

10. Busca en internet un medidor de radiación solar. Elabora un pequeño documento en el que aparezca esta información:
 - Modelo del medidor.
 - Características principales.
 - Modo de funcionamiento.
11. ¿Valen todas las pinzas amperimétricas para realizar la medida que se explica en el caso práctico? Justifica la respuesta.
12. Explica los diferentes tipos de medidas que puede realizar con un polímetro el técnico que realiza el mantenimiento de la instalación. Detalla el modo de conexión para cada una de ellas.

B. Mantenimiento del acumulador

Es conveniente, al menos una vez al año, realizar una comprobación exhaustiva del sistema de acumulación a cargo del técnico, para comprobar su correcto funcionamiento.

CASO PRÁCTICO 6

Mantenimiento del acumulador

Detalla las comprobaciones que se deben realizar sobre el sistema de acumulación.

Solución

Se debe proceder a la limpieza del sistema de acumulación, tanto en su parte superior (restos de polvo, humedad, salpicaduras del electrolito, etc.) como en los terminales. Los terminales sulfatados se limpian con una disolución de bicarbonato sódico en agua. Una vez eliminados los restos, se realiza el engrase del terminal.

De manera general:

Comprobar los terminales, para ver si están sin sulfatación. Limpiar y engrasar adecuadamente.

Una vez realizadas las operaciones de limpieza y engrase, conectar todos los elementos asegurándose del perfecto contacto de cada terminal.



Comprobación visual del nivel de electrolito en cada uno de los vasos.

Comprobación del electrolito mediante un densímetro. Se medirá su densidad en cada una de las baterías del acumulador.



Conviene realizar dos medidas:

- En la parte de salida del acumulador, la tensión total que proporciona.
- En cada una de las baterías, la tensión que hay en sus bornes.

Otras comprobaciones

Comprobar el estado de las bancadas sobre las que se apoyan las baterías (si las hubiese). Hay que tener en cuenta que se producen vapores ácidos en el funcionamiento de la instalación y puede haber corrosiones sobre los soportes.



ACTIVIDADES

13. ¿Qué puede ocurrir si se produce un cortocircuito en el banco de baterías?
14. Busca en internet dos modelos distintos de densímetros y explica cómo deben utilizarse y cuál es su funcionamiento.
15. Investiga qué elementos o compuestos se utilizan en los terminales de las baterías de plomo ácido para evitar el sulfatamiento de estos.

C. Mantenimiento del regulador y el inversor

Las tareas de mantenimiento de estos dos elementos se limitan a comprobar su correcto funcionamiento si no se tiene noticia de una disfunción. Es importante también realizar una limpieza del aparato, o del armario donde se encuentre conectado, para que las rejillas de ventilación puedan evacuar sin ningún problema el calor que se produce durante la actividad.

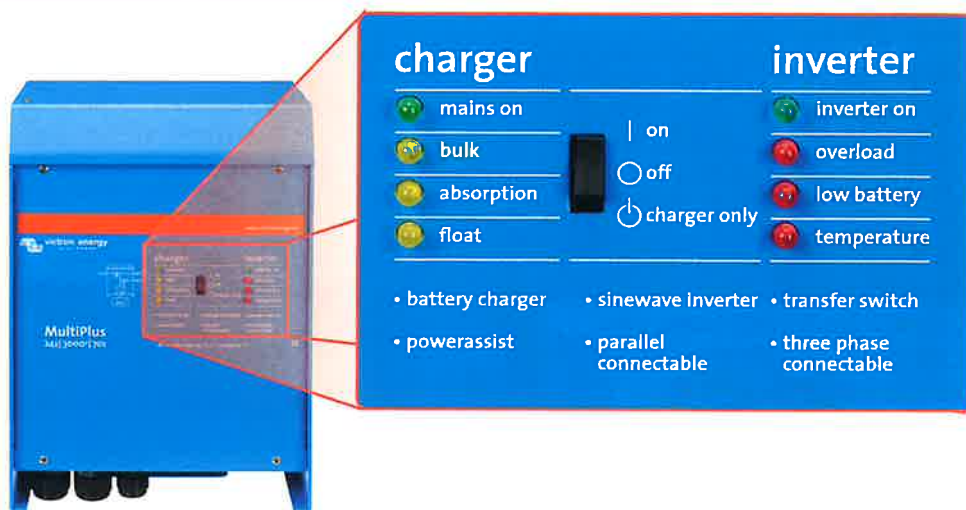
CASO PRÁCTICO 7

Mantenimiento del inversor

Detalla las operaciones que hay que realizar sobre el inversor.

Solución

- Comprobar las sujeciones del aparato y el conexionado de los cables. Reapretar las conexiones si fuese necesario.
- Chequear el funcionamiento del aparato a través del panel de señalización, verificando si existe algún tipo de alarma u otra circunstancia:
- Verificar la ventilación del aparato, limpiando, si fuese necesario, su sistema de refrigeración (filtros de ventilación, disipador de calor, etc.).



(Cortesía de Victron Energy B. V.)

En el caso del regulador, el proceso es similar al que hemos visto para el inversor. De manera general, estos serán los pasos que se deben seguir:

- Verificar que el regulador esté montado de manera segura en un ambiente limpio y seco.
- Verificar que el flujo de aire y la ventilación alrededor del regulador no esté bloqueado. Limpiar toda la suciedad en el disipador de calor.
- Comprobar los cables exteriores: que el aislamiento de los cables no esté dañado por el sol, el desgaste o la fricción, la sequedad, los insectos o las ratas, etc. Sustituir los cables si es necesario.
- Apretar todos los terminales. Inspeccionar si hay conexiones sueltas, cables rotos o quemados.
- Verificar y confirmar que el **display** led digital marca correctamente.
- Comprobar que ninguno de los terminales tiene corrosión, daños en el aislamiento por temperatura alta o idescolorido por iniciarse quemado en el mismo.

@ WEB

En el siguiente enlace se pueden visualizar algunas soluciones que se ofrecen comercialmente en relación con las protecciones de los sistemas fotovoltaicos:

<https://goo.gl/xM9esK>

D. Mantenimiento del cuadro de protecciones

El técnico realizará una inspección similar para asegurarse de que todo funciona correctamente. Deberá comprobar también las tomas de tierra de la instalación, con el fin de asegurarse de su correcto funcionamiento.

Ante cualquier duda de posible defecto en un elemento de protección, este debe ser cambiado inmediatamente.



ACTIVIDADES

16. Elige un modelo comercial de inversor (por ejemplo, en una tienda **on-line** de productos para instalaciones fotovoltaicas) y, a partir de su hoja de características, elabora un documento con una explicación sobre la información que podemos obtener de sus leds de alarma.

3. Mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red

Muchos de los aspectos, medidas y maniobras que hemos visto en el apartado anterior sobre el mantenimiento de las instalaciones autónomas son aplicables a las instalaciones conectadas a red, aunque, por las propias características de este tipo de instalaciones, existirán diferencias en el proceso de mantenimiento.

Sobre todo en grandes instalaciones es recomendable que el mantenimiento lo realice la empresa instaladora u otra empresa especializada en estos temas.

Analizaremos los aspectos que deben considerarse en el mantenimiento de estas instalaciones.

3.1. Mantenimiento de las estructuras de soporte de los paneles

En el caso de las instalaciones conectadas a la red, del tipo huerto solar, los generadores suelen tener un tamaño mayor que en las instalaciones autónomas, lo que hace necesario que los soportes sean especiales en cuanto a dimensiones.

Generalmente, nos vamos a encontrar con dos tipos de soporte: los fijos y los seguidores solares, tal y como vimos en la Unidad 4. En el Caso Práctico 8 analizamos algunos de los puntos que cabe considerar en su mantenimiento.

! IMPORTANTE

Las operaciones de mantenimiento efectuadas por el técnico implicarán normalmente la interrupción del suministro eléctrico de la instalación. Esta circunstancia debe ser advertida al usuario con el fin de ocasionarle los menores problemas posibles.

CASO PRÁCTICO 8

Sobre las imágenes de la figura, correspondientes a un soporte fijo y a un seguidor, analiza los principales aspectos que se han de considerar en el mantenimiento de la instalación.

Solución

Soporte fijo



- Verificar que toda la tornillería está correctamente apretada.
- Buscar posibles deterioros en la estructura (oxidaciones, etc.).
- Comprobar que el ángulo de inclinación se puede modificar.

Seguidor solar



- Asegurarse de que los anclajes tienen todos los tornillos bien apretados.
- Lubricar las partes móviles del soporte para evitar fricciones que puedan provocar un mal funcionamiento del sistema.

Además de los puntos comentados, en el caso de los seguidores solares es conveniente lo siguiente:

- Comprobar el anclaje de los motores que proporcionan el movimiento.
- Comprobar la carcasa del motor por si tiene algún deterioro.
- Inspeccionar los carriles para que no haya ningún obstáculo en ellos.

3.2. Mantenimiento de los generadores fotovoltaicos

Requieren el mismo mantenimiento que los generadores de las instalaciones autónomas, con la salvedad de que, al ser de mayor tamaño, es imprescindible contar con los esquemas de conexión para conocer qué elementos están conectados en serie y cuáles están conectados en paralelo.

En el mantenimiento preventivo de los generadores es importante realizar la limpieza periódica de los paneles, al igual que ocurría en las instalaciones autónomas. La diferencia con estas son los métodos utilizados. En las imágenes se pueden ver algunos de ellos:



Fig. 6.5. Máquina para la limpieza de paneles solares (cortesía de Hymach SRL) y robot limpiador. (cortesía de SunPower Corporation).

El resto de las operaciones que hay que realizar serán las siguientes:

- Comprobar el cableado que llega desde los paneles a la caja de conexión.
- Asegurarse de la estanqueidad de las cajas de conexión.
- Comprobar el cableado de los módulos en el generador, así como las cajas de conexión.



Fig. 6.6. Cableado en las cajas de conexiones generales y en los módulos fotovoltaicos.

3.3. Mantenimiento del inversor

Los pasos que hay que seguir en el mantenimiento de los inversores conectados a red son los siguientes:

- **Inspección visual**, con el fin de detectar posibles anomalías y deterioros en las carcasas, los elementos de medida y control del equipo, etc.
- **Comprobación del conexionado**: comprobar e inspeccionar todas las conexiones, guardando las medidas de seguridad al respecto, con el fin de evitar cualquier posible riesgo de accidente eléctrico. Asegurarse de que los cables no están deteriorados por la acción de roedores, la humedad, etc.
- **Limpieza de las casetas** donde están alojados, con el fin de eliminar polvo y otros elementos que puedan entorpecer el buen funcionamiento del equipo.
- **Comprobación del sistema de refrigeración**, si existe en la caseta, o en el propio equipo (sobre todo, en los de elevada potencia). Una mala refrigeración puede ocasionar graves deterioros en los equipos.

VÍDEO

En el siguiente enlace puedes ver en funcionamiento un robot para la limpieza de paneles solares:

<https://goo.gl/z9az7V>

En la Figura 6.7, podemos observar una caseta donde están ubicados los inversores de la instalación a red. Cada fila del generador fotovoltaico está conectada a una de estas casetas.



Fig. 6.7. Casetas para la ubicación de los inversores.

En otras ocasiones, los inversores están ubicados a pie del generador, en un armario. Es importante comprobar el interior del armario, y que el inversor funciona correctamente.



Fig. 6.8. Ejemplo de inversor colocado a pie de generador.

VIDEO

En el siguiente enlace encontrarás un ejemplo en el que se explica la monitorización de varias plantas solares:

<https://goo.gl/pF95ua>

En las grandes instalaciones, los inversores suelen estar monitorizados con el fin de detectar lo antes posible cualquier anomalía en el funcionamiento. Dependiendo del modelo, nos ofrecen diferentes opciones:

- **Control de inversor mediante una conexión por Internet:** en algunos casos, los inversores llevan incorporado un servidor web, bajo protocolo TCP/IP, que, conectado a un ordenador en la misma red local, puede ser monitorizado a distancia. En la Figura 6.9 puede verse un ejemplo:

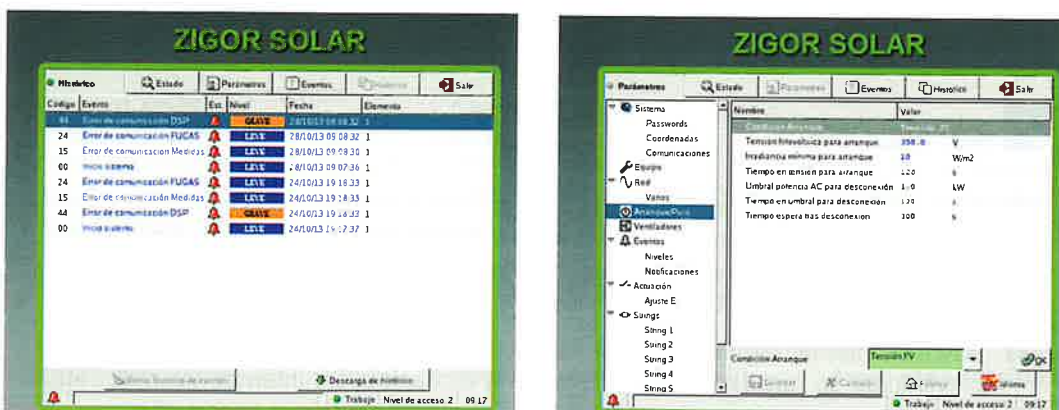


Fig. 6.9. Interfaz de un servidor web de la marca Zigor Solar.



Fig. 6.10. Monitorización por app (cortesía de Astrel Group).

! IMPORTANTE

En el punto de conexión a red, puede ser interesante medir los armónicos de la señal proporcionada por la instalación, en las labores de mantenimiento, para asegurarnos de que la señal que se está inyectando se halla dentro de los límites legales.

Esta medida se puede realizar con una pinza amperimétrica preparada para medidas de calidad eléctrica.

- Control mediante *app* y *smartphone*: en instalaciones de autoconsumo, por ejemplo, se pueden monitorizar los inversores a través de una *app* y un *smartphone*, conectando en la instalación un módulo de comunicación como el mostrado en la Figura 6.10.

Este tipo de conexiones facilita mucho las labores de mantenimiento correctivo, puesto que se puede actuar en cuanto se produce un fallo en el sistema.

3.4. Mantenimiento de los sistemas de protección y medida

Para una instalación fotovoltaica conectada a red, debemos tener en cuenta el mantenimiento de los elementos de protección y medida. Los pasos que se deben seguir son los siguientes:

- Inspección visual del cableado, comprobando si existen deterioros en los aislantes, etc.
- Comprobación del funcionamiento de los contadores, tanto de consumo como de inyección a red, verificando su correcta conexión.
- Comprobación de fusibles, interruptores magnetotérmicos, interruptores diferenciales, etc., en los cuadros de protección de la instalación.
- Asegurarse de que no existen falsos contactos y, si fuera necesario, proceder al reapriete de los bornes de conexión.



Fig. 6.11. Cuadro de contadores y protecciones de una instalación conectada a red.

La salida al mercado de los contadores para energía eléctrica con telemedida ha permitido desarrollar diversos métodos de mantenimiento preventivo, además de permitir la comprobación de una manera sencilla de que la instalación está produciendo energía de la manera esperada, sin la necesidad de tener que monitorizar sus inversores.



ACTIVIDADES

17. Busca en Internet un ejemplo de un inversor para autoconsumo que se pueda monitorizar desde el teléfono móvil y explica sus principales características. Explica cómo se puede conseguir la aplicación de monitorización: si es gratis, si la proporciona el fabricante, si vale para Android e iPhone, etc.
18. Busca en internet algún método de monitorización de parques fotovoltaicos y explica brevemente su funcionamiento (cómo es la comunicación: internet, vía radio, etc.), desde dónde se controla y otros aspectos que puedas considerar importantes.

4. Pruebas y averías de los componentes fotovoltaicos

Las instalaciones fotovoltaicas no suelen presentar muchas averías. La mayoría de las veces, las pocas averías que ocurren se deben a defectos producidos en las fases de diseño o instalación de los equipos. Entre las posibles causas de avería, tenemos las siguientes:

- Proceso de instalación realizado de forma deficiente: cableado desordenado y sin marcar, falta de elementos de desconexión de la instalación, etc.
- Ausencia de planos, esquemas y manuales de la instalación, así como de las características de los elementos utilizados en ella.
- Aparatos sin indicadores de funcionamiento, falta de monitorización de la instalación, etc.
- Falta de un registro de las acciones llevadas a cabo en el plan de mantenimiento de la instalación, para poder analizar las intervenciones realizadas en ella.

Es importante detectar y corregir una avería, pero también lo es corregir y detectar las causas de esta y prevenir su aparición.

En este tipo de acciones es muy importante contar con un plan de calidad en la empresa que se dedica al mantenimiento, ya que, si este existe, habrá un registro de averías y los correspondientes procedimientos para su solución, lo que hará ganar mucho tiempo a la hora de realizar las actuaciones sobre la instalación.

En la Tabla 6.4 se recogen algunas de las averías más típicas sobre los elementos de la instalación y cómo se manifiestan.



Fig. 6.12. Comprobación por parte del técnico de la presencia de tensión en la rama del generador fotovoltaico.

ELEMENTO	AVERÍA	CAUSA	DESENCADENANTE	EFEECTO
GENERADOR FOTOVOLTAICO	Panel solar	Deterioro en la superficie	Caída de un objeto	Falta de producción de electricidad en el generador Fallo en la recarga de los acumuladores
			Golpe fortuito	
			Vandalismo	
	Célula del panel	Penetración de agua	Rotura de la cubierta del panel	
		Sobrecalentamiento	Sombreado parcial	
		Potencia disipada excesiva	Inexistencia o fallo de elementos de protección en el generador	
	Diodos de bypass	Rotura	Caída de un rayo	
ACUMULADOR	Deterioro de las placas	Sobrecargas excesivas y descargas demasiado profundas	Regulador mal ajustado	Disminución de la capacidad del acumulador y acortamiento de su vida útil
		Carga de ecualización realizada de manera deficiente	Falta de mantenimiento preventivo	
		Nivel de electrolito insuficiente	Falta de mantenimiento preventivo	
REGULADOR INVERSOR	Fallo interno	Inversión de la polaridad	Error en el montaje	Corte en el suministro eléctrico
			Mala colocación de las tomas de corriente para consumo	
		Sobrecarga o cortocircuito	No existen medidas de protección	

Continúa

ELEMENTO	AVERÍA	CAUSA	DESENCADENANTE	EFEECTO
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	Problemas en las conexiones: corrosión, aflojamiento, cortocircuito, etc.	Montaje defectuoso	Mala estanqueidad de las cajas de conexión, fallos en las conexiones, etcétera	Interrupción en el suministro eléctrico Posibilidad de que ocurran accidentes eléctricos
	Puesta a tierra defectuosa	Montaje deficiente	Ausencia de la pica de puesta a tierra, mala continuidad en la instalación, etc.	
	Aislante del cableado deteriorado	Montaje o canalizaciones inadecuadas	Elementos no protegidos contra la intemperie, acción de roedores, etcétera	
	Sobrecalentamiento del cableado	Dimensionado inadecuado	Cables de sección menor a la que sería necesaria	

Tabla 6.4. Averías más habituales de los elementos de la instalación.

Es importante que quede constancia de todas las acciones de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, que se llevan a cabo en la instalación. Para ello se debe rellenar un parte o ficha de la intervención realizada, y archivarla para poder tener constancia de todas las actuaciones.

Un ejemplo de un parte de averías puede ser el siguiente:

DATOS DEL CLIENTE		NÚMERO DE PARTE
NOMBRE Y APELLIDOS:		1
DIRECCIÓN:		
DESCRIPCIÓN DE LA AVERÍA / OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO		
Realización del mantenimiento preventivo sobre el acumulador de la instalación.		
ACTUACIONES REALIZADAS		
Medición de la densidad del electrolito. Comprobación de las conexiones. Relleno de los vasos de agua destilada. Comprobación de las tensiones.		
COSTE TOTAL	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD
MATERIALES:		
MANO DE OBRA:		
DATOS DEL TÉCNICO		CONFORME EL CLIENTE
NOMBRE Y APELLIDOS:		FDO::
FIRMA:		

Fig. 6.13. Modelo de un parte de averías o de mantenimiento.



ACTIVIDADES

19. Diseña un parte de averías que puedas utilizar en un futuro tomando como modelo el ejemplo que tienes en la parte superior. Añade a dicho parte de averías una tabla en la que se pueda llevar un control histórico de estas.
20. Prepara un documento para llevar el mantenimiento preventivo de una instalación, en el que se reflejen las fechas de las inspecciones y los elementos inspeccionados.

@ WEB

Existen aplicaciones informáticas que sirven de ayuda a la gestión de los mantenimientos.

En el enlace siguiente, tienes un ejemplo de una aplicación de este tipo:

<https://goo.gl/BkK8fE>

5. Instrumentos y herramientas para el mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas

A modo de recopilación, mostramos algunos de los elementos necesarios para la realización de un correcto mantenimiento de las instalaciones (Tabla 6.5).

Densímetro	Pinza amperímetro	
		
Para comprobar el electrolito de los acumuladores.	Permite realizar medidas de intensidad y, en algunos casos, de los armónicos en la red.	
Polímetro	Piranómetro	
		
Aparato para medir tensiones, corrientes, resistencias, etc.	Medidor de radiación solar	
Juego de destornilladores	Juego de llaves de vaso	Juego de llaves fijas
		
Deben llevar los mangos protegidos con aislantes eléctricos. Serán de varias medidas y de tipo plano, Philips, etc.	Permiten la fijación y apriete de tuercas y tornillos con cabeza hexagonal.	

Tabla 6.5. Elementos necesarios para el mantenimiento de instalaciones.



ACTIVIDADES

- Haz una lista con los instrumentos que necesitará un técnico para realizar el mantenimiento de una instalación autónoma, y explica brevemente para qué se usaría cada uno de ellos.
- Investiga cuántos tipos de medidores para radiación solar podemos encontrar en el mercado, y comenta en un documento sus principales características.

! IMPORTANTE

En España, la principal entidad que se encarga de las certificaciones de calidad es AENOR. A partir de 2017, la Asociación Española de Normalización (UNE) se desvincula de AENOR para continuar realizando su trabajo, que es el desarrollo de las normas UNE que rigen todas las actividades profesionales.

6. Gestión de la calidad aplicada al mantenimiento

Aunque a ninguna empresa se le exige tener implantado un sistema de gestión de la calidad, muchas empresas del sector disponen de dicho sistema y están certificadas por AENOR.

La gestión de la calidad se aplica a todos los ámbitos en los que interviene la empresa. En este apartado vamos a dar algunas nociones de cómo se puede aplicar un sistema de gestión de la calidad al ámbito del mantenimiento.

6.1. Herramientas de calidad aplicadas al mantenimiento

Hay una serie de herramientas de uso común en la gestión de la calidad: diagrama causa-efecto (también llamado de espina de pescado), histogramas, diagramas de dispersión, diagrama de Pareto y gráfica ABC, etc. En todos ellos lo que se persigue es analizar las causas que producen los fallos en el sistema, por lo que pueden ser útiles en el caso de que se apliquen al mantenimiento.

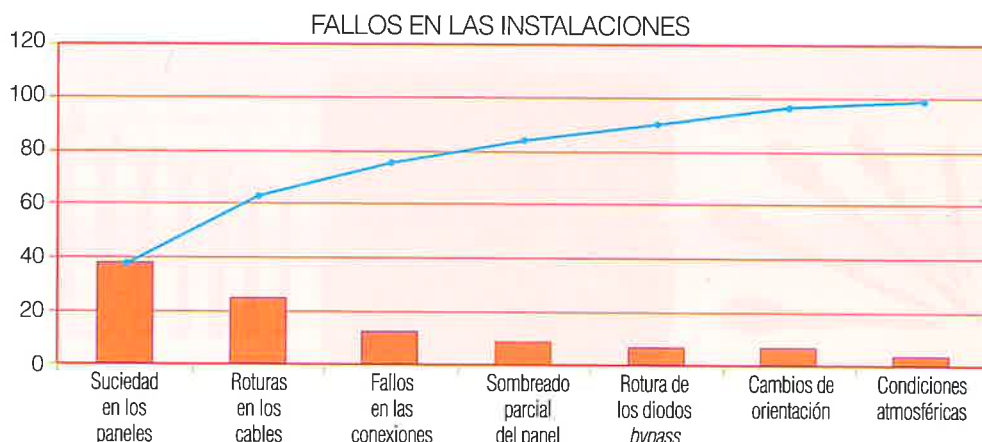
CASO PRÁCTICO 9

Aplicación de las técnicas de calidad al mantenimiento de una instalación

En una instalación fotovoltaica se ha comprobado que se producen cortes en el suministro con una determinada frecuencia. Hecho el seguimiento de esta durante seis meses, se ha tomado nota de las posibles causas de estos cortes. Se desea hacer una representación gráfica en la que se pueda analizar la importancia de cada una de las causas sobre los cortes de suministro.

Solución

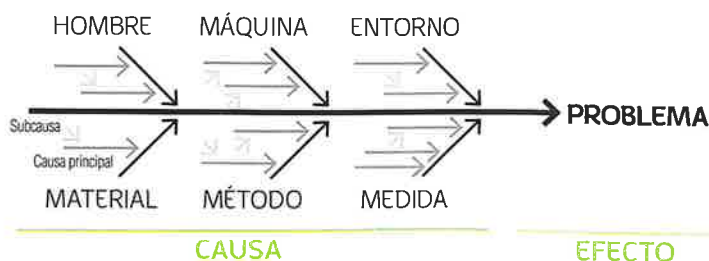
Una de las herramientas más utilizadas para este tipo de resultados es el **análisis de Pareto**. En él se muestra en un gráfico de barras, ordenado de mayor a menor, el porcentaje sobre el total de fallos que tiene cada una de las causas que los producen, con lo que es bastante fácil hacerse una idea de la importancia de cada uno de ellos.



ACTIVIDADES

23. En la figura tienes un ejemplo de un diagrama causa-efecto. Rellena un diagrama de este tipo para representar gráficamente el problema que tiene lugar en un huerto solar en estas situaciones:

- No se mide tensión a la salida de un grupo de paneles solares.
- No hay tensión en la salida de uno de los inversores de la instalación.



6.2. Manual de procedimientos de mantenimiento

En él se recogen todos los procesos relacionados con las operaciones de mantenimiento, de tal forma que pueda ser consultado por cualquier operario para saber lo que tiene que hacer. A continuación, proponemos un ejemplo de un procedimiento [Tabla 6.6].

PROCEDIMIENTO N.º 091113-01 Comprobación del rendimiento de un panel fotovoltaico	
Descripción	Se realizará el control de las características eléctricas de un panel fotovoltaico.
Equipos necesarios	Medidor de radiación solar W/m^2 . Amperímetro.
Información técnica necesaria	Curvas características I-V correspondientes al panel (facilitadas por el fabricante).
Procedimiento de medida	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desconectar el panel. 2. Conectar el amperímetro a los bornes del panel y registrar la intensidad medida I_1 [A]. 3. Medir la radiación solar situándolo sobre el panel solar. Registrar la indicación del medidor R_s [W/m^2]. 4. Determinar, en la gráfica de característica I-V, facilitada por el fabricante, la intensidad de cortocircuito I_0 correspondiente a $1000 W/m^2$. 5. Obtener la intensidad de cortocircuito en las condiciones de radiación registradas [$I_2 = R_s \cdot I_0$]. 6. Comprobar que esta intensidad I_2 no difiere en $\pm 10\%$ del valor I_1 registrado por el amperímetro; en caso contrario, el panel tiene alguna anomalía.

Tabla 6.6. Ejemplo de procedimiento de mantenimiento.

6.3. Manual de mantenimiento

Es un conjunto de fichas que detallan las operaciones de mantenimiento que han de llevarse a cabo en la instalación. En la Tabla 6.7 encontramos un ejemplo de una ficha de este tipo:

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Instalaciones fotovoltaicas autónomas			
ELEMENTO		OPERACIÓN	PERIODICIDAD
GENERADOR FOTOVOLTAICO	Paneles fotovoltaicos	• Inspección visual de diferencias sobre la situación original.	Cada 6 meses
		• Limpieza.	Cada 6 meses
		• Inspección visual de daños que afecten a la seguridad.	Cada 12 meses
	Carcasas	• Inspección visual de deformación, oscilaciones y estado de la conexión de tierra.	Cada 12 meses
	Conexiones	• Inspección visual del apriete de bornes y conexiones y estado de los diodos de protección.	Cada 12 meses
	Estructura	• Inspección visual de degradación, corrosión y apriete de tornillos. • Se debe proponer este programa de mantenimiento.	Cada 12 meses

Tabla 6.7. Ejemplo de ficha de manual de mantenimiento.



IMPORTANTE

Algunos de los documentos de gestión de la calidad según las normas ISO 9008:2000 son los siguientes:

- **Manual de calidad:** en él se define la política de calidad de la empresa, el alcance del sistema de gestión, etc.
- **Manual de procedimientos:** recoge todos los procedimientos de los diferentes ámbitos que se utilizan en la empresa.
- **Registros de control:** cada empresa utilizará un sistema distinto. Se trata de documentos en donde se recogen las acciones realizadas en el quehacer diario de la empresa.



ACTIVIDADES

24. El diagrama causa-efecto y el gráfico de dispersión son herramientas de calidad, como la del Caso Práctico 10. Averigua para

qué se podrían utilizar en el mantenimiento de las instalaciones fotovoltaicas.

PRÁCTICA FINAL

El objetivo de la práctica es aplicar los pasos que hemos visto sobre el mantenimiento de una instalación fotovoltaica. Para ello vamos a comprobar cómo deberíamos hacer estas operaciones sobre todos los elementos de dicha instalación.

Elementos necesarios:

- Panel solar sobre un soporte que se pueda desplazar.
- Hoja de características del panel solar.
- Batería.
- Polímetro.
- Densímetro.
- Manta para cubrir el panel.

Realización de la práctica

1.ª parte: Mantenimiento del generador y el acumulador de la instalación

a) Sobre el panel solar:

Comprobar visualmente el estado de limpieza de la superficie.

Comprobar la inexistencia de roturas sobre el vidrio del panel.

Verificar el estado de las conexiones en la caja trasera del panel y, si fuese necesario, proceder a su reapriete.



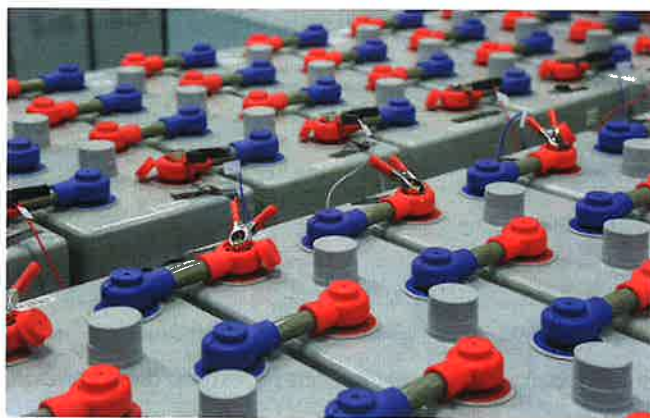
En horas centrales del día: comprobar la corriente de cortocircuito y la corriente de circuito abierto para verificar que coincide con la hoja de características del panel. Para realizar las medidas, utilizar el polímetro.

Comprobar la incidencia del sombreado sobre el panel cubriéndolo con la manta, total y parcialmente, y realizando medidas de tensión sobre él con el polímetro.

b) Realización sobre la batería:

Comprobación visual del sulfatamiento de los bornes de conexión. En caso de que exista, proceder a su limpieza y posterior engrase para evitar que se produzca en el futuro.

Medida, con el polímetro, de la tensión e intensidad en los bornes de la batería.



Comprobación visual del nivel del electrolito, para ver si se encuentra en la zona en la que debe estar.

Medición de la densidad del electrolito de la batería con el densímetro. Comprobar que se encuentra dentro de los valores correctos.

2.ª parte: Mantenimiento del regulador y el inversor de la instalación

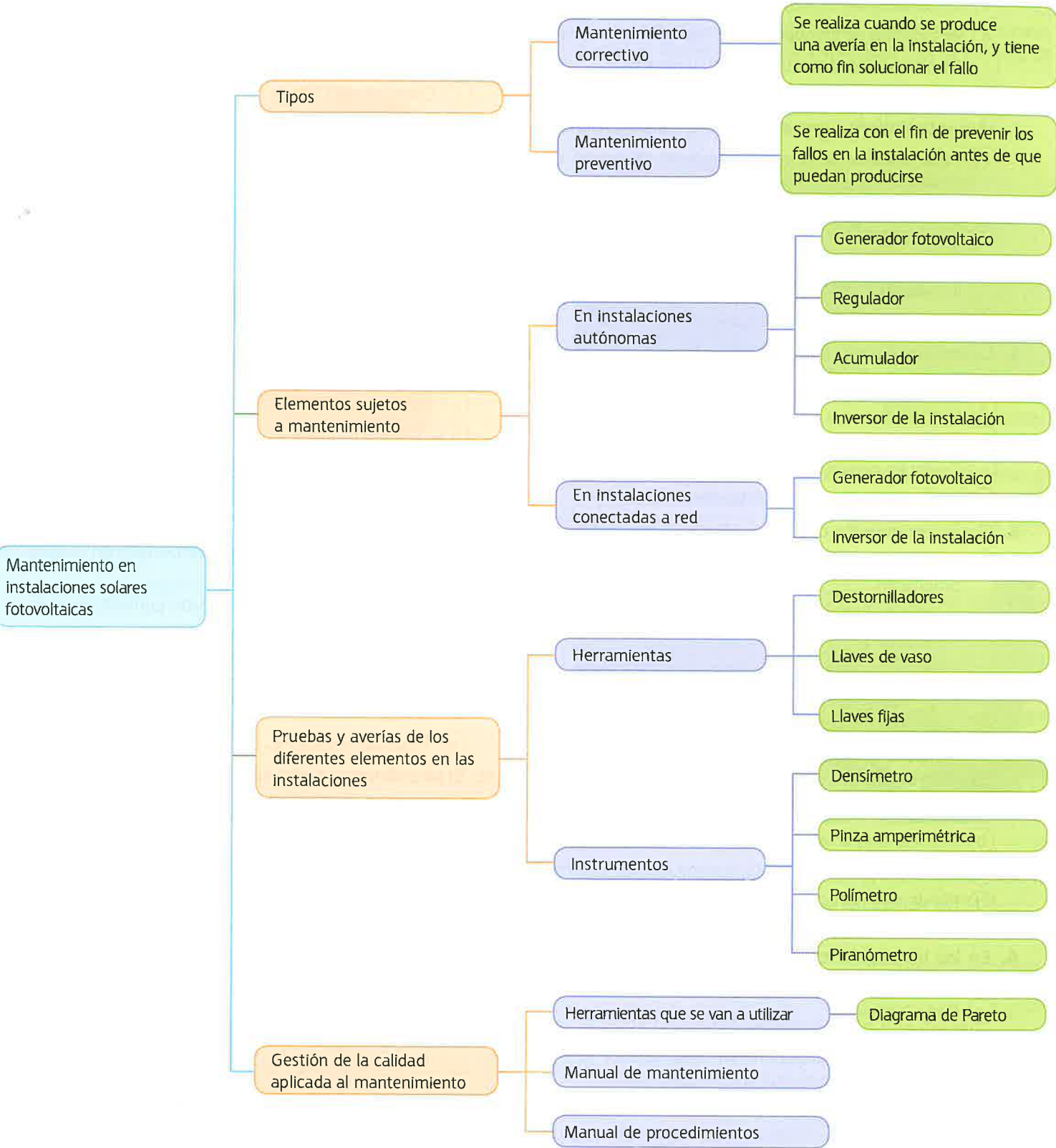
Monta una instalación autónoma con los elementos que tengas en el taller de instalaciones fotovoltaicas en la que se encuentren, conectados, el regulador y el inversor.

- Consulta la hoja del fabricante del regulador y comprueba que se ha realizado correctamente la instalación.
- Analiza el panel de leds, el *display* o los indicadores que tenga el dispositivo y comprueba su funcionamiento consultando la guía dada por el fabricante para tal efecto.
- Repite la operación con el inversor.
- Realiza una memoria de la práctica con los datos obtenidos.



IMPORTANTE

Utiliza los equipos de protección individual adecuados para la realización de las operaciones descritas. Consulta para ello la unidad 8 del libro.





1. Una de las acciones como parte del mantenimiento del acumulador de una instalación autónoma es...
 - (a) Comprobación de la sulfatación de los bornes.
 - (b) Verificación de los soportes de sujeción del regulador.
 - (c) Comprobación del cableado del generador.
 - (d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.
2. El mantenimiento preventivo tiene como misión...
 - (a) Evitar los fallos de la instalación antes de que se produzcan.
 - (b) Cambiar los elementos que se han estropeado en la instalación.
 - (c) Comprar los elementos que hay que sustituir en la instalación.
 - (d) Buscar las averías de la instalación.
3. La comprobación de la estanqueidad de las cajas de conexión de un panel solar debe ser realizada por...
 - (a) El usuario.
 - (b) El técnico de mantenimiento de la instalación.
 - (c) Cualquier persona.
 - (d) No es necesario realizar esta comprobación.
4. El mantenimiento correctivo tiene como misión...
 - (a) Evitar los fallos de la instalación antes de que se produzcan.
 - (b) Cambiar los elementos que se han estropeado en la instalación.
 - (c) Comprar los elementos que hay que sustituir en la instalación.
 - (d) Sustituir los componentes al final de su vida útil.
5. En el mantenimiento de los soportes fijos de un hueco solar se debe...
 - (a) Comprobar que no se ha movido el ángulo de inclinación.
 - (b) Lubricar las partes móviles.
 - (c) Comprobar los tacos de plástico que fijan los soportes.
 - (d) No se necesita ningún mantenimiento después de realizar la instalación.
6. En las instalaciones autónomas, el mantenimiento del acumulador debe realizarse...
 - (a) Cada 3 meses.
 - (b) Cada 6 meses.
 - (c) Cada 9 meses.
 - (d) Cada 12 meses.
7. Una de las operaciones en el mantenimiento de una instalación conectada a red es...
 - (a) Medir la intensidad de salida de la instalación.
 - (b) Medir los armónicos con una pinza amperimétrica.
 - (c) Comprobar el estado del acumulador de la instalación.
 - (d) Comprobar el funcionamiento del regulador de la instalación.
8. ¿Qué elemento no precisa de mantenimiento en una instalación conectada a red?
 - (a) El generador.
 - (b) El acumulador.
 - (c) El inversor.
 - (d) Todas las respuestas anteriores son correctas.
9. El mantenimiento que puede hacer un usuario de una instalación fotovoltaica autónoma sobre el generador consiste en:
 - (a) Verificar que no hay roturas en el vidrio de los paneles.
 - (b) Limpiar los paneles solares.
 - (c) Verificar los anclajes de los soportes de sujeción de los paneles.
 - (d) Todas las respuestas anteriores son correctas.
10. ¿Qué herramientas son de uso común en la gestión de la calidad?
 - (a) Diagrama causa-efecto (llamado también *de espina de pescado*).
 - (b) Histogramas.
 - (c) Diagramas de dispersión, diagrama de Pareto y gráfica ABC.
 - (d) Todas las respuestas anteriores son correctas.
11. El piranómetro será utilizado por el técnico para...
 - (a) Medir la tensión de la instalación.
 - (b) Medir la intensidad de la instalación.
 - (c) Medir la radiación solar.
 - (d) Medir el valor de la energía producida.
12. Para comprobar el estado del electrolito de los acumuladores se utiliza...
 - (a) El polímetro.
 - (b) La pinza amperimétrica.
 - (c) El piranómetro.
 - (d) El densímetro.

COMPRUEBA TU APRENDIZAJE

Identificar los procedimientos de mantenimiento en las instalaciones fotovoltaicas

1. En una vivienda que solo se utiliza los fines de semana, se ha instalado el siguiente kit:



[Cortesía de AutoSolar Energy Solutions SLU]

La información la tienes en el siguiente enlace web:
<https://goo.gl/iADQMY>

Elabora un manual de mantenimiento, en forma de fichas, de tal modo que el usuario pueda realizar el mantenimiento preventivo de la instalación.

Este manual debe contener, al menos, el mantenimiento de los siguientes elementos:

- Generador fotovoltaico.
- Banco de baterías.
- Regulador e inversor de la instalación.

Para ello ten en cuenta lo explicado en la unidad.

2. ¿Qué mantenimiento habría que hacer para la instalación mostrada en la siguiente figura? Explica el porqué de las acciones que se deban realizar.



Mantener los elementos de la instalación: generador fotovoltaico, acumulador, regulador e inversor.

3. Explica el funcionamiento de un densímetro, y las medidas de seguridad que se deben tomar a la hora de utilizarlo. Busca un modelo comercial e investiga cuál es el coste de dicho aparato.
4. En una instalación fotovoltaica, hay montado un acumulador como el mostrado en la figura:



Indica las operaciones de mantenimiento que deberíamos realizar para asegurarnos de que funciona correctamente.

5. La siguiente figura muestra una instalación de bombeo fotovoltaica. En la zona se ha producido una fuerte tormenta de granizo y lluvia de barro. ¿Qué operaciones deberíamos realizar en la instalación si queremos asegurarnos de que sigue funcionando correctamente?



[Cortesía de Bio Energéticos]

En el siguiente enlace, encontrarás la información sobre los elementos de la instalación: <https://goo.gl/n74hzS>.

Identificar averías en la instalación

6. En una instalación fotovoltaica, se comprueba que no llega tensión a la salida del generador fotovoltaico.
 - a) ¿Qué causas han podido producir esta avería?
 - b) Realiza para ello un diagrama causa-efecto [que ya has investigado en una actividad anterior] de la manera más detallada posible.
7. Las normas ISO son internacionales y cada país las adapta a sus necesidades. En España, son las normas UNE. Busca en Internet alguna relacionada con las instalaciones fotovoltaicas y comenta brevemente qué tema trata.