

MF2051_1
OPERACIONES BÁSICAS
EN EL MONTAJE
Y MANTENIMIENTO
DE INSTALACIONES SOLARES
FOTOVOLTAICAS

 **Hispanamérica**
EDITORIAL

**MF2051_1 Operaciones básicas en el montaje y mantenimiento
de instalaciones solares fotovoltaicas**

© Desarrollos didácticos S.A de C.V.

© HISPAMERICA BOOKS, S.L. (2023)

Telef. (00 34) 91 028 28 51

Madrid, España

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, grabación o cualquier otro medio sea cual fuere sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (artículo 270 y siguientes del Código Penal).

ISBN 978-84-17958-64-0

Impreso en Madrid (España) – Printed in Madrid (Spain)

**ENAE0111 OPERACIONES BÁSICAS
EN EL MONTAJE Y MANTENIMIENTO
DE ENERGÍAS RENOVABLES (540 h.)**

(RD 1038/2011, de 15 de julio de 2015)

MF0620_1: (Transversal) Mecanizado básico (90 h.)

MF2050_1: Operaciones básicas en el montaje y mantenimiento
de instalaciones solares térmicas (150 h.)

UF2265: Operaciones básicas de montaje mecánico,
hidráulico y eléctrico de instalaciones solares térmicas.
(90 h.)

UF2266: Operaciones básicas de puesta en servicio y
mantenimiento de instalaciones solares térmicas (60h.)

**MF2051_1: Operaciones básicas en el montaje y mantenimiento
de instalaciones solares fotovoltaicas (90 h.)**

MF2052_1: Operaciones básicas en el montaje y mantenimiento
de instalaciones eólicas de pequeña potencia (90 h.)

MP0469: Módulo de prácticas profesionales no laborales
de operaciones básicas en el montaje y mantenimiento
de instalaciones de energías renovables (120 h.)

MF2051_1
OPERACIONES BÁSICAS
EN EL MONTAJE
Y MANTENIMIENTO
DE INSTALACIONES SOLARES
FOTOVOLTAICAS

ÍNDICE

MF2051_1 OPERACIONES BÁSICAS EN EL MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS

1. Configuración general de instalaciones solares fotovoltaicas.....	13
1.1 Configuración y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas. Instalaciones aisladas. Instalaciones conectadas a red.....	16
1.2 Electrotecnia básica relacionada con las instalaciones solares fotovoltaicas.....	20
1.3 Conceptos básicos de radiación solar.....	47
1.4 Conceptos básicos sobre sistemas de almacenamiento y acumulación: pilas y acumuladores.....	69
1.5 Equipos y elementos constituyentes de las instalaciones solares fotovoltaicas: soportes y anclajes, paneles, inversores, acumuladores, equipos de regulación y control. Descripción y función.....	95
1.6 Conceptos básicos sobre aparatos de protección en los circuitos eléctricos.....	137
1.7 Interpretación de esquemas y diagramas básicos de instalaciones. Simbología y representación grafica.....	152

2. Operaciones básicas de montaje de estructuras y paneles de instalaciones solares fotovoltaicas.....	163
2.1 Montaje de estructuras principales y auxiliares de instalaciones solares fotovoltaicas: Tipos. Materiales. Soportes y anclajes. Impermeabilización y tratamientos anticorrosión.....	166
2.2 Montaje de paneles. Tipos. Materiales. Sistemas de agrupamiento y conexión.....	183
2.3 Orientación e inclinación. Sombras. Seguimiento solar.....	188
2.4 Desplazamiento e izado de equipos y materiales.....	194
2.5 Útiles, herramientas y medios empleados en el montaje. Técnicas de utilización.....	209
3. Operaciones básicas de montaje de circuitos y equipos eléctricos de instalaciones solares fotovoltaicas.....	221
3.1 Canalizaciones y conducciones. Conductores. Operaciones básicas de montaje.....	224
3.2 Conceptos básicos sobre acometidas, cuadros de protección, protecciones y equipos eléctricos y electrónicos de protección, maniobra y seguridad. Tipos, características y montaje.....	243
3.3 Interconexión de los diferentes subsistemas de las instalaciones solares fotovoltaicas.....	278
3.4 Maniobras de puesta en servicio de instalaciones solares fotovoltaicas.....	280
3.5 Útiles, herramientas y medios empleados en el montaje. Técnicas de utilización.....	295
4. Operaciones básicas de mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas.....	311
4.1 Maniobras de operación. Sistemas manuales y automáticos.....	314
4.2 Operaciones básicas de mantenimiento mecánico y eléctrico de instalaciones solares fotovoltaicas. Útiles, herramientas y medios empleados en el mantenimiento. Técnicas de utilización.....	318
4.3 Procedimientos de limpieza, engrase, relleno de fluidos electrolíticos y otras operaciones básicas de mantenimiento preventivo.....	327
4.4 Procedimientos y operaciones para la toma de medidas de magnitudes.....	331
4.5 Técnicas de diagnóstico de averías no complejas.....	348
4.6 Procedimientos para aislar eléctricamente los diferentes componentes.....	358

4.7 Procedimientos de desmontaje y reparación o reposición de elementos eléctricos y mecánicos.....	363
4.8 Conceptos básicos acerca de programas y manuales de mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas.....	377
5. Normativa de aplicación a las operaciones básicas de montaje y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas.....	383
5.1 Nociones básicas de la normativa de aplicación: Código Técnico de la edificación (CTE), Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).....	386
5.2 Nociones básicas de la normativa de gestión de residuos aplicable.....	391
5.3 Nociones básicas de normativa de prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos aplicable. Equipos de protección individual.....	396
Bibliografía.....	417

1 Configuración general de instalaciones solares fotovoltaicas

**MF2051_1 Operaciones básicas
en el montaje y mantenimiento
de instalaciones solares fotovoltaicas**

1. Configuración general de instalaciones solares fotovoltaicas

Las energías renovables son fuentes de energía limpia, inagotable y crecientemente competitiva. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero ni emisiones contaminantes.

La gran diferencia entre la energía solar térmica y fotovoltaica es el funcionamiento y el uso que tiene:

- La energía solar térmica permite aprovechar el calor del sol para calentar el agua.
- La energía solar fotovoltaica permite generar electricidad a través de la luz solar.

Los objetivos a alcanzar en el primer capítulo de este módulo son:

- Explicar el funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red y las aisladas.
- Comprender la electrónica básica de las instalaciones solares fotovoltaicas.
- Entender los conceptos de radiación solar.

- Conocer los sistemas de acumulación.
- Exponer los equipos y elementos de las instalaciones fotovoltaicas.
- Estudiar la protección de los circuitos eléctricos.
- Interpretar esquemas y diagramas de las instalaciones.

1.1 Configuración y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas. Instalaciones aisladas. Instalaciones conectadas a red

Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica funcionan como si fueran un generador más, es decir, son una central de producción de electricidad que aporta energía a una red eléctrica.

Importante

Puede ser una instalación para venta de energía a red o una instalación para autoconsumo.

El consumo de energía de una vivienda con instalación fotovoltaica conectada a la red eléctrica, no se hace exclusivamente de los paneles solares. ¿Qué quiere decir esto? Que la energía generada por los paneles fotovoltaicos de nuestro sistema de consumo normalmente no es suficiente para cubrir todos los consumos y por tanto, la vivienda también se alimentará de la energía que llega de la red de suministro, pagando a la empresa generadora los kWh que consuma de la misma.

Se pueden encontrar sistemas de autoconsumo con conexión a red de cualquier tipo de potencia, pero las más habituales se encuentran en el rango de entre 1,5kW y los 100 kW.

Contemplando instalaciones de paneles solares fotovoltaicos en multitud de espacios que se pueden instalar (tejados, terrazas, suelo, etc.) en viviendas, almacenes, naves industriales, plantas de producción, integración de edificios y más, ya podemos ver que las aplicaciones que se puede dar a una instalación de autoconsumo fotovoltaico son muy distintas y variadas, eso sí, para que sean instalaciones de autoconsumo con conexión a red todas deberán estar conectadas a la red eléctrica.

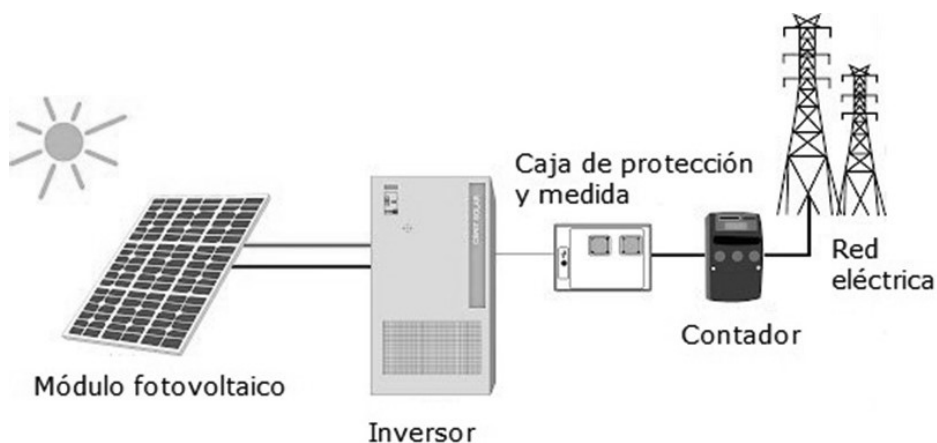
Definición

Venta a red consiste en que la energía que producimos y no consumimos en ese momento se vierte a la red y a cambio la comercializadora descuenta de la parte de consumo de la factura la cantidad correspondiente. El límite está en que el consumo de la factura sea cero, es decir si se vierte más de lo que consumimos no ganaremos dinero.

En las instalaciones fotovoltaica a red, la energía que se consigue de la captación en lugar de acumularla se vuelca a la red eléctrica donde será distribuida.

Por lo que las instalaciones fotovoltaicas a red se caracterizan por:

- No necesitar acumuladores (baterías).
- Se garantiza la continuidad del suministro.



Un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica está compuesto principalmente por dos elementos:

- El primero de ellos es el grupo de paneles solares fotovoltaicos, pieza encargada de transformar la radiación solar en energía eléctrica, producida en corriente continua y cuya potencia generada depende mucho de la intensidad de la radiación solar y de la temperatura.
- El segundo elemento es el inversor. Este pequeño aparato tiene la tarea de transformar la energía eléctrica recibida por los paneles en corriente alterna perfectamente consumible, con las mismas características de la que existe en la red eléctrica.

Recuerde

El inversor es un elemento que podemos conseguir de diferentes potencias, tanto en monofásico como en trifásico y que deberemos elegir en función de nuestras necesidades.



Inversor

Cuando se plantea y planifica la instalación fotovoltaica aislada hay que diseñar y configurar el consumo medio diario de dicha instalación, ya que cada instalación es distinta. Por lo que hay que medir la potencia invertida en función del tiempo de los aparatos de alumbrado.

Ejemplo

Una forma sencilla de mejorar la eficiencia de consumo de las instalaciones es empleando aparatos de bajo consumo.

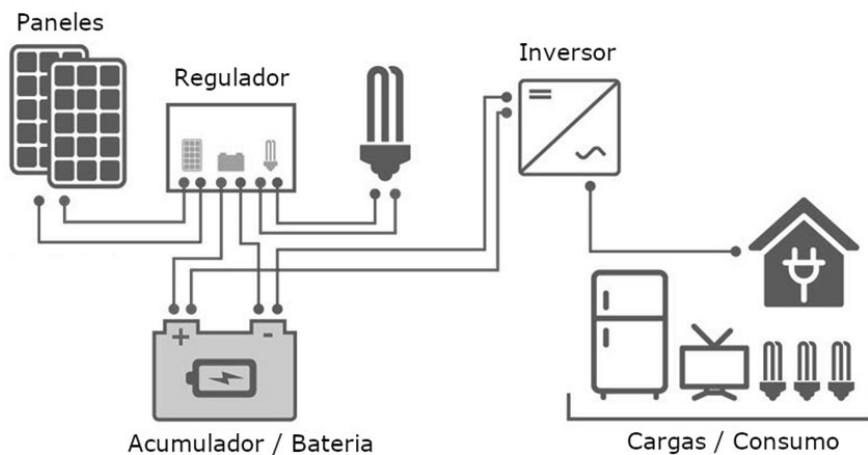
La estructura de los sistemas fotovoltaicos aislados varía según los componentes que presenten. Hay de siguientes tipos:

- Conectado al generador a una carga directamente.
- Conectado el generador a una batería.
- Con regulador de carga, batería e inversor (en corriente alterna).

Importante

Mediante una instalación fotovoltaica aislada podemos producir electricidad, durante el día, almacenarla y consumirla posteriormente.

Una instalación fotovoltaica está compuesta por un grupo generador, formado por una extensión de paneles solares fotovoltaicos, un regulador de carga, un grupo acumulador y un inversor.



Estás instalaciones, y de forma genérica, las podemos dividir en:

- Instalaciones sobre una edificación: se compone de un campo de paneles y un inversor de características especiales y, que es el elemento clave de la conexión.
- Instalaciones en el suelo: son centrales solares fotovoltaicas, generalmente son grandes extensiones y con sistemas de seguimiento solar a fin de optimizar la captación.

1.2 Electrotecnia básica relacionada con las instalaciones solares fotovoltaicas

La electricidad es una fuente de energía intermedia que no puede ser usada por el hombre directamente. Para poder hacer un uso práctico de ella necesita transformarla en otro tipo de energía como el calor, la iluminación, energía mecánica, etc. y partir de la puesta en funcionamiento de multitud de aparatos y dispositivos, cubrir sus necesidades reales. De esta forma, el hombre no puede usarla directamente ni para calentarse, ni para cubrir sus necesidades de iluminación, ni alimentarse, pero sin duda, cuenta con aparatos que satisfacen esas necesidades y que, a su vez, requieren de energía eléctrica para su funcionamiento.

Aclaración

Decimos que es una fuente intermedia puesto que tampoco se encuentra disponible en la naturaleza directamente, sino que necesitamos de elementos que transformen recursos naturales en electricidad para cubrir nuestras necesidades de una forma limpia y cómoda para nuestro hábitat más cercano, nuestra casa.

De esta forma, se emplean fuentes primarias como el petróleo, el carbón, la propia luz que proviene del sol, el viento, sustancias con propiedades nucleares para que, mediante la intervención de transformaciones conocidas, convertirlas en energía eléctrica para nuestro consumo diario.

Al ser una fuente intermedia no visible, resulta difícil comprenderla y entender su origen y mecanismos de transporte, resultando de mucha utilidad el empleo del símil hidráulico para que, a través de la experimentación, seamos capaces de identificar las magnitudes eléctricas con otras que si comprendemos con más facilidad.

Definición

- Propiedad fundamental de la materia que se manifiesta por la atracción o repulsión entre sus partes, originada por la existencia de electrones, con carga negativa, o protones, con carga positiva.
- Forma de energía basada en esta propiedad, que puede manifestarse en reposo, como electricidad estática, o en movimiento, como corriente eléctrica, y que da lugar a luz, calor, campos magnéticos, etc.

(Definición académica Real Academia Española).

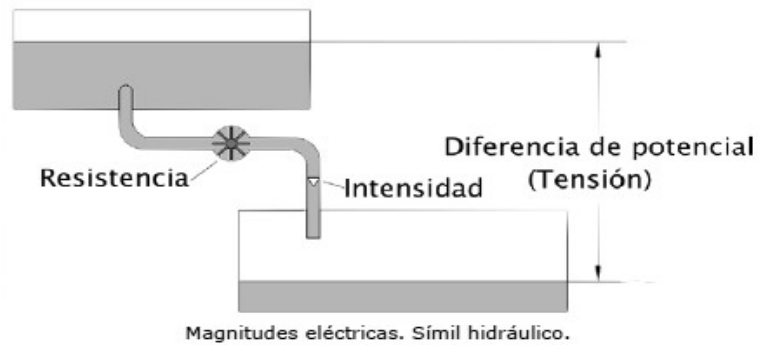
Tensión, voltaje o diferencia de potencial:

Para que en un circuito hidráulico haya un desplazamiento de agua entre dos puntos, es preciso que exista algo que la empuje desde un punto a otro.

El método más natural de visualizar esto es mediante la conexión de dos depósitos de agua. Mientras los depósitos mantengan los mismos niveles de agua y estén a la misma altura, nada provocará la corriente de agua desde uno a otro, ahora bien, si elevamos la altura de uno de ellos, inmediatamente surge el desplazamiento de agua desde aquel que se encuentra a mayor altura hasta el que se encuentra por debajo, intentando en todo momento que se igualen los niveles de agua.

Esa diferencia de altura es la fuerza motriz que produce el movimiento, y es equivalente a la que introduciría una bomba de desplazamiento para inducir el movimiento forzado del agua para elevarla desde un depósito o pozo de cabecera hasta otro punto cualquiera que puede ser nuestro piso o un punto de riego en una parcela.

Esta magnitud hidráulica es lo que en electricidad llamaremos tensión o voltaje, y será la que impulsará a los electrones a moverse por el circuito eléctrico. Su unidad de medida será el voltio (V).



Al igual que en el caso del agua, cuanto mayor sea la diferencia de altura entre los vasos, mayor será la tendencia del agua a bajar de un punto a otro. En el caso eléctrico, cuanto mayor sea la tensión, mayor será la tendencia a producir el flujo eléctrico entre dos puntos.

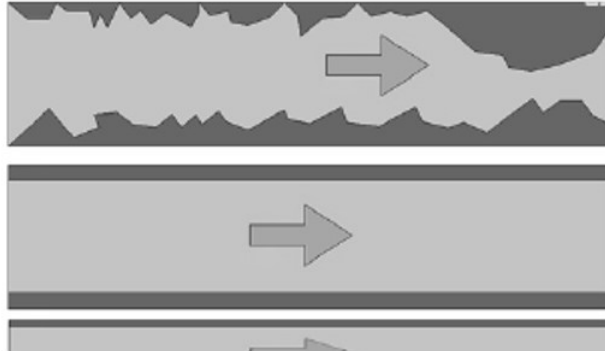
Otro fenómeno que se deriva de la observación del efecto anterior es el flujo de agua entre los dos vasos. La energía que origina el movimiento de agua desde un vaso a otro es la diferencia de altura, pero el efecto que se produce a consecuencia de esa diferencia de altura, y siempre que se permita la circulación de agua desde un punto a otro, es la corriente de agua que se genera.

Esa magnitud hidráulica es lo que en electricidad llamaremos intensidad o corriente eléctrica, y será la que mida la cantidad de electrones que se mueven por el circuito eléctrico y unidad de tiempo. Su unidad de medida es el Amperio (A).

Ya sabemos que hay un movimiento de electrones originado por un potencial, o diferencia de potencial para ser más exactos, y que esas magnitudes se denominan intensidad y tensión respectivamente. Ahora bien, ¿ese movimiento se produce libremente?

La respuesta a esa pregunta, como seguramente todos tengamos en la cabeza es no. Al igual que en el circuito hidráulico, pese a la diferencia de altura entre vasos, hay otros condicionantes que limitan el paso de agua de un punto a otro y que seguramente todos conocemos. A esa dificultad que se encuentra el agua para circular es a lo que llamamos resistencia, y recibe el mismo nombre en electricidad. Su unidad de medida es el ohmio (Ω).

Para determinar de qué depende esta nueva magnitud seguiremos empleando el símil hidráulico, pues refleja de una manera nítida el comportamiento de la electricidad.



Los parámetros de que depende la resistencia son:

- El diámetro o mejor dicho, la sección de la tubería que permite la circulación de agua. Es lógico pensar que cuanto mayor sea esa sección, antes se igualarán los niveles, o se vaciará el vaso que se encuentre a mayor altura.
- La longitud de la tubería. Esto que igual es más difícil asimilar con el agua, aunque se produce claramente, se entiende mejor si pensamos en lo que ocurre cuando soplamos a través de una manguera. Cuanto mayor es este elemento, mayor dificultad encontramos a que el aire salga con fuerza por el extremo opuesto, y esto es debido al rozamiento del mismo sobre las paredes del conducto. Cuanto más largo es, durante mayor distancia se produce dicho efecto de rozamiento, por lo que mayor es la resistencia que este ofrece al paso del fluido.
- La naturaleza del conducto o material. Quizás este es el parámetro más difícil de comprender, pero dependiendo del material, la superficie que este ofrece al paso del agua será más lisa o rugosa, y por tanto, ofrecerá mayor o menor resistencia al paso de agua.

En el caso del circuito eléctrico, esos tres parámetros se relacionan entre sí mediante la siguiente expresión para determinar el valor de la resistencia:

$$R = \rho$$

Donde:

R, representa el valor de la resistencia medida en Ohmios (Ω).

L, es la medida de la longitud del conductor, medida en metros(m).

S, es la medida de la sección del conductor, medida en metros cuadrados (m^2).

ρ , es la medida de la resistividad eléctrica del material, medida en Ohmios por metros (Ωm).

La resistividad del material representa la dependencia que hemos expresado entre resistencia y material, y los valores que adopta están tabulados:

Material	Resistividad (ρ) a 20 °C
Plata	$1.59 \cdot 10^{-8}$
Cobre	$1.72 \cdot 10^{-8}$
Oro	$2.40 \cdot 10^{-8}$
Hierro	$1.20 \cdot 10^{-7}$
Estaño	$1.15 \cdot 10^{-7}$
Constantán (60% Ni y 40% Cu)	$4.90 \cdot 10^{-7}$
Nicromo	$1.08 \cdot 10^{-6}$
Germanio	$4.50 \cdot 10^{-1}$
Silicio	$6.40 \cdot 10^2$
Madera	De 10^8 a 10^{14}
Vidrio	De 10^{10} a 10^{14}

Con esas tres magnitudes hemos definido de una manera muy sencilla algunos de los parámetros principales de la corriente eléctrica, pero ahora, volvamos al concepto de electricidad.

Recuerde

Tensión es la fuerza electromotriz que ejerce una fuente de suministro eléctrico para establecer una corriente eléctrica.

Intensidad es una medida del caudal de energía eléctrica que circula a través del circuito.

Resistencia es una magnitud que mide la oposición que muestra un objeto al paso de la corriente eléctrica.

Aclaración

Con esas tres magnitudes hemos definido de una manera muy sencilla algunos de los parámetros principales de la corriente eléctrica, pero ahora, volvamos al concepto de electricidad.

Si bien hemos empleado el agua como fluido visualmente asimilable a la electricidad de cara a entender bien los conceptos tratados hasta ahora, que elemento es el que la sustituye cuando hablamos de electricidad. Es decir, ¿qué es lo que circula por el conductor cuando se produce la corriente eléctrica?

Si dividimos la materia hasta su fracción más pequeña sin que deje de representar la misma sustancia, el elemento más pequeño que la constituye es el átomo, ahora bien, si perdemos esa esencia, el átomo está constituido por otros elementos subatómicos más pequeños que son los que originan la corriente eléctrica.

El átomo está constituido por tres elementos fundamentales:

- **Protones:** que son partículas que se caracterizan por tener carga positiva.
- **Neutrones:** que son partículas elementales sin carga que se sitúan en el núcleo del átomo junto a los protones.