

6. El regulador

Para un correcto funcionamiento de la instalación, hay que instalar un sistema de regulación de carga en la unión entre los paneles solares y las baterías. Este elemento recibe el nombre de **regulador** y tiene como misión evitar situaciones de carga y sobredescarga de la batería, con el fin de alargar su vida útil.

El regulador trabaja por tanto en las dos zonas. En la parte relacionada con la carga, su misión es la de garantizar una carga suficiente al acumulador y evitar las situaciones de sobrecarga, y en la parte de descarga se ocupará de asegurar el suministro eléctrico diario suficiente y evitar la descarga excesiva de la batería (Fig. 1.18).

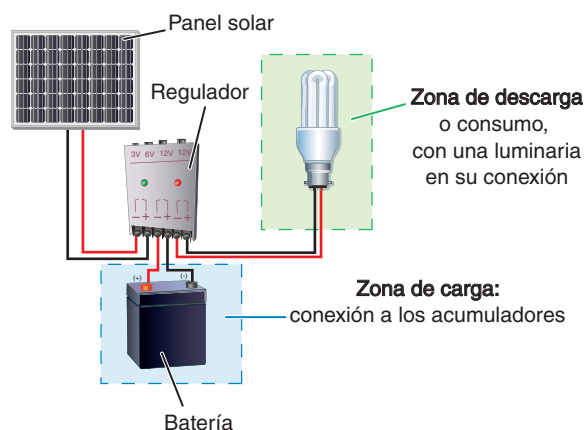


Fig. 1.18. Conexiones del regulador en una instalación fotovoltaica.

Dado que los módulos solares tienen una tensión nominal mayor que la de la batería, si no existiera regulador se podrían producir sobrecargas.

El motivo de que esta tensión nominal de los paneles sea así se debe fundamentalmente a dos razones:

- Atenuar posibles disminuciones de tensión por el aumento de la temperatura.
- Asegurar la carga correcta de la batería. Para ello la tensión V_{OC} del panel deberá ser mayor que la tensión nominal de la batería.

El dimensionado de la instalación solar se realiza de manera que se asegure el suministro de energía en las peores condiciones de luminosidad del sol. Por ello se toman como referencia los valores de irradiación en invierno. Esto puede provocar que en verano la energía aportada por los módulos solares sea en ocasiones casi el doble de los cálculos estimados, por lo que, si no se conecta el regulador entre los paneles y las baterías, el exceso de corriente podría llegar incluso a hacer hervir el electrolito de los acumuladores, con el riesgo que ello conlleva.

En la Tabla 1.2 se recogen posibles clasificaciones de los tipos de reguladores.

Los fabricantes nos proporcionarán los valores de trabajo del regulador sobre una hoja de características. En estas hojas aparecerán:

- Características físicas del regulador: peso, dimensiones, material empleado en su construcción, etc.
- Características eléctricas.
- Normas de seguridad que cumple.

También hay que considerar otro tipo de aspectos, como pueden ser medidas de seguridad, etc. El regulador debe proteger tanto la instalación como a las personas que lo manejen, por lo que deberá llevar sistemas que proporcionen las medidas de seguridad adecuadas para cada uno de los casos. Los fabricantes nos proporcionan también este tipo de información.

Elementos de una ISF

- Módulo fotovoltaico.
- Regulador de carga.
- Batería.
- Inversor.

Tipo de regulador

Según tecnología del interruptor	<ul style="list-style-type: none"> • Relé electromecánico. • Estado sólido (MOSFET, IGBT...).
Según estrategia de desconexión del consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Por tensión. • Por algoritmos de cálculo del estado de carga. • Por otros algoritmos de gestión de la energía.
Según posición del interruptor de control de generación	<ul style="list-style-type: none"> • Serie. • Paralelo.

Tabla 1.2. Posibles clasificaciones de los tipos de reguladores, según diversos conceptos.

Ten cuidado

En todos los equipos e instalaciones en los que se esté manejando corriente continua (DC) hay que tener cuidado con la polaridad. Este tipo de corriente tiene polo positivo y polo negativo, y una equivocación en la conexión puede provocar problemas importantes, como la rotura de equipos, etc.

Sugerencia

En una instalación autónoma, que trabaja a 12 V, queremos instalar unas bombillas de corriente continua cuyo consumo total es de 50 W. Consulta en Internet un catálogo de componentes para instalaciones solares y elige un regulador adecuado para la instalación (no tengas en cuenta las características para la carga de la batería).

En los catálogos se nos indica el tipo de regulación que lleva (si es serie o paralelo), el tipo de batería que podemos conectar a la salida del equipo, así como todas las alarmas que proporciona ante un mal funcionamiento, y las protecciones que lleva. Como en todos los equipos, se hace mención de la temperatura a la que va a trabajar el aparato y la posible influencia que pueda tener esta sobre el correcto funcionamiento del mismo (no es igual realizar una instalación en una zona de frío extremo que en una zona cálida).

El esquema de conexión del regulador en una instalación será el siguiente:

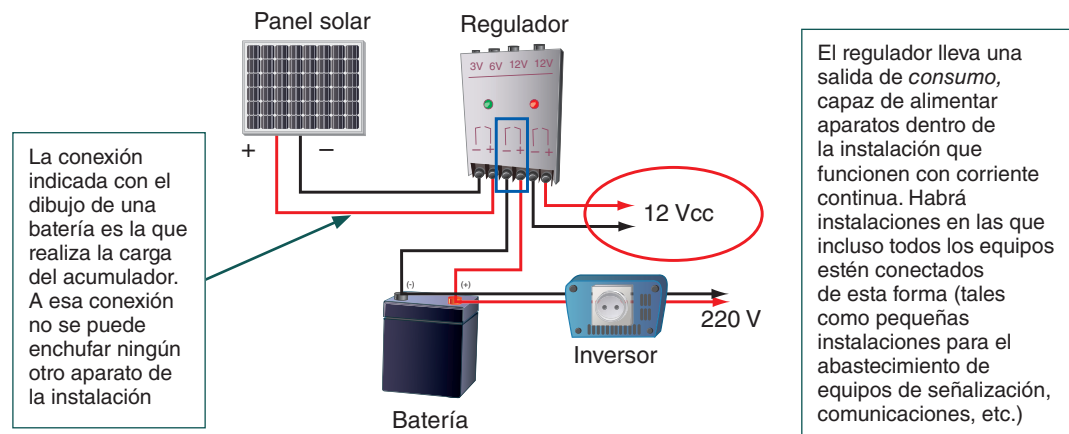


Fig. 1.19. Esquema de conexión del regulador en la instalación.

Análisis de la hoja de características de un regulador (Fabricante: Ecoesfera – Solener)

MODELO	DSS 30	DSD 30	DSD 50	
Dimensiones	172 x 105 x 24 mm.	172 x 160 x 24 mm.	172 x 160 x 24 mm.	Características del regulador modelo DSD 50
Peso	0,6 kg	0,7 kg.	0,7 kg.	
Caja	Chapa de acero galvanizada	Chapa de acero galvanizada	Chapa de acero galvanizada	Algunas de las características físicas del modelo elegido y normas de seguridad que cumple (en este caso IP 32)
Pintura	Epoxi al horno	Epoxi al horno	Epoxi al horno	
Grado de estanqueidad	IP 32	IP 32	IP 32	
Tensión nominal	Bitensión selección automática 12-24 V	Bitensión selección automática 12-24 V	Bitensión selección automática 12-24 V	
Intensidad máxima de generación	30 A	30 A	50 A	Tensión nominal: es la tensión de trabajo de la instalación, y se corresponde con la tensión nominal de las baterías. En el ejemplo se puede configurar para que trabaje a 12 o 24 voltios
Intensidad máxima de consumo	30 A	30 A	30 A	
Sobrecarga admisible	25%	25%	25%	Intensidad máxima en generación: será la recibida desde los módulos solares
Autoconsumo	< 30mA	< 30mA	< 30mA	Intensidad máxima de consumo: intensidad a proporcionar a la parte de la instalación donde se van a conectar los equipos del usuario
Pérdida máxima generación/consumo	< 1,8W/2,4W	< 3,6W/3,6W	< 2,5W/1,2W	Pérdida máxima generación/consumo: es un valor relacionado con las caídas de tensión internas. Es importante porque puede llegar a modificar las tensiones de trabajo y produce pérdidas de energía
Capacidad de las clemas	40 A	40 A	60 A	

Sobrecarga: porcentaje sobre el valor nominal que aguanta el regulador sin romperse

Autoconsumo: cantidad de energía que necesita el regulador para su propio funcionamiento. En el ejemplo viene dado en valores de intensidad (< 30 mA). Hay que tener en cuenta que este valor se debe considerar a la hora de hacer el dimensionado de la instalación, para que funcione de manera correcta

7. Acumuladores. Tipos de baterías

La llegada de la energía solar a los módulos fotovoltaicos no se produce de manera uniforme, sino que presenta variaciones por diferentes motivos. Algunas de estas variaciones son predecibles, como la duración de la noche o las estaciones del año, pero existen otras muchas causas que pueden producir alteraciones de manera aleatoria en la energía recibida, como puede ocurrir con un aumento de la nubosidad en un determinado instante.

Este hecho hace necesario utilizar algún sistema de almacenamiento de energía para aquellos momentos en que la radiación recibida sobre el generador fotovoltaico no sea capaz de hacer que la instalación funcione en los valores diseñados. Para ello se utilizarán las *baterías o acumuladores*.

Las **baterías** son dispositivos capaces de transformar la energía química en eléctrica. El funcionamiento en una instalación fotovoltaica será el siguiente:

Energía eléctrica (generación) \rightarrow **Energía química (almacenamiento)** \rightarrow Energía eléctrica (consumo)

Las baterías son recargadas desde la electricidad producida por los paneles solares, a través de un regulador de carga, y pueden entregar su energía a la salida de la instalación, donde será consumida.

Tres son las misiones que tienen las baterías en las instalaciones fotovoltaicas:

- Almacenar energía durante un determinado número de días.
- Proporcionar una potencia instantánea elevada.
- Fijar la tensión de trabajo de la instalación.

Uno de los parámetros más importantes que tener en cuenta a la hora de elegir un acumulador es la **capacidad**. Se define como la cantidad de electricidad que puede lograrse en una descarga completa del acumulador partiendo de un estado de carga total del mismo. Se mide en amperios hora (Ah), y se calcula como el producto de la intensidad de descarga del acumulador durante el tiempo en el que está actuando: $C = t I$.

Elementos de una ISF

- Módulo fotovoltaico.
- Regulador de carga.
- Batería.
- Inversor.

Prestar extrema atención

Cuando se dimensiona una instalación, los paneles solares deben tener siempre una tensión de trabajo superior a la fijada por las baterías, para que el proceso de carga de las mismas y el funcionamiento del regulador sean correctos.

Actividades

Analiza qué batería o banco de baterías necesitaríamos para una instalación fotovoltaica cuyo consumo es de 400 W durante 30 horas seguidas. La tensión de trabajo del sistema es de 24 voltios.

escuelas iade

Para analizar un caso que se te puede presentar...

Cálculo del tiempo de descarga de una batería solar

En una instalación fotovoltaica, cuya tensión de trabajo es de 12 voltios, se está utilizando un acumulador cuya capacidad es de 200 Ah. Calcular el tiempo que tarda en descargarse cuando se conecta a la salida un aparato cuya potencia consumida es de 120 vatios.

Solución

Lo primero que tenemos que calcular es la intensidad que va a circular por la instalación cuando esté conectado el

aparato. Si aplicamos la fórmula del cálculo de la potencia para obtener la intensidad:

$$P = V I \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{120}{12} = 10 \text{ A}$$

Según la definición dada de capacidad, la corriente de descarga será, por tanto, de 10 amperios. Dado que $C = 200 \text{ Ah}$, el tiempo en horas que tardará en descargarse el acumulador será:

$$t = \frac{C}{I} = \frac{200}{10} = 20 \text{ horas}$$

Además de la capacidad, debemos considerar otros parámetros en los acumuladores que vamos a utilizar en las instalaciones fotovoltaicas:

- **Eficiencia de carga:** relación entre la energía empleada para recargar la batería y la energía realmente almacenada. Interesa que sea un valor lo más alto posible (próximo al 100 %, lo que indicaría que toda la energía utilizada para la recarga es factible de ser empleada en la salida de la instalación). Si la eficiencia es baja, será necesario aumentar el número de paneles solares para obtener los resultados deseados.

- **Autodescarga:** proceso mediante el cual el acumulador, sin estar en uso, tiende a descargarse.
- **Profundidad de descarga:** cantidad de energía, en tanto por ciento, que se obtiene de la batería durante una determinada descarga, partiendo del acumulador totalmente cargado. Está relacionada con la duración o vida útil del acumulador. Si los ciclos de descargas son cortos (en torno al 20 %, por ejemplo), la duración del acumulador será mayor que si se le somete a descargas profundas (por ejemplo, del 80 %).

Caso práctico 8

La Profundidad de descarga (Depth of Discharge, DOD) es un método alternativo para indicar el estado de carga (SOC) de una batería. El DOD es el complemento del SOC: cuando uno aumenta, el otro disminuye. Mientras que las unidades del SOC son puntos porcentuales (0% = vacío; 100% = completo), las unidades de DOD pueden ser Ah (por ejemplo: 0 = lleno, 50 Ah = vacío) o puntos porcentuales (100% = vacío; 0% = completo). Como la batería puede llegar a tener una capacidad superior a su valor nominal, es posible que el valor DOD pueda exceder el valor total (por ejemplo: 55 Ah o 110%), algo que no es posible cuando se utiliza el SOC.

Fig. 1.20

Para tener en cuenta

El fabricante de las baterías suele proporcionar datos sobre el número de ciclos máximo (carga y descarga de la batería) durante la vida útil de la misma. Este valor está relacionado con la profundidad de descarga de la batería.

Además de los parámetros eléctricos, las características que serían deseables para las baterías a utilizar en las instalaciones solares son:

- Buena resistencia al ciclado (proceso de carga-descarga).
- Bajo mantenimiento.
- Buen funcionamiento con corrientes pequeñas.
- Amplia reserva de electrolito.
- Depósito para materiales desprendidos.
- Vasos transparentes.

Existen diferentes tecnologías en la fabricación de baterías, si bien unas son más adecuadas que otras para utilizarlas en las instalaciones solares.

7.1. Tipos de baterías

Las baterías se clasifican en función de la tecnología de fabricación y de los electrolitos utilizados. En la Tabla 1.3 podemos comparar los principales tipos de baterías que hay en el mercado, a través de sus características básicas.

Tipo de batería	Tensión por vaso (V)	Tiempo de recarga	Autodescarga por mes	N.º de ciclos	Capacidad (por tamaño)	Precio
Plomo-ácido	2	8-16 horas	< 5 %	Medio	30-50 Wh/kg	Bajo
Ni-Cd (níquel-cadmio)	1,2	1 hora	20 %	Elevado	50-80 Wh/kg	Medio
Ni-Mh (níquel-metal hydride)	1,2	2-4 horas	20 %	Medio	60-120 Wh/kg	Medio
Li ion (ión litio)	3,6	2-4 horas	6 %	Medio - bajo	110-160 Wh/kg	Alto

Tabla 1.3. Características de los principales tipos de baterías.

Las baterías más utilizadas en las instalaciones solares son las de plomo-ácido, por las características que presentan. Dentro de este tipo de baterías nos podemos encontrar diferentes modelos. Vamos a compararlos y analizar cuál es el más adecuado.

La siguiente tabla nos muestra diferentes modelos de baterías de plomo-ácido que se utilizan en la práctica (dependiendo de la aplicación de la instalación), con las ventajas e inconvenientes que pueden presentar.





TIPO	VENTAJAS	INCONVENIENTES	ASPECTO
Tubular estacionaria	<ul style="list-style-type: none">• Ciclado profundo.• Tiempos de vida largos.• Reserva de sedimentos.	<ul style="list-style-type: none">• Precio elevado.• Disponibilidad escasa en determinados lugares.	
Arranque (SLI, automóvil)	<ul style="list-style-type: none">• Precio.• Disponibilidad.	<ul style="list-style-type: none">• Mal funcionamiento ante ciclado profundo y bajas corrientes.• Tiempo de vida corto.• Escasa reserva de electrolito.	
Solar	<ul style="list-style-type: none">• Fabricación similar a SLI.• Amplia reserva de electrolito.• Buen funcionamiento en ciclos medios.	<ul style="list-style-type: none">• Tiempos de vida medios.• No recomendada para ciclos profundos y prolongados.	
Gel	<ul style="list-style-type: none">• Escaso mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none">• Deterioro rápido en condiciones de funcionamiento extremas de V-I.	

Tabla 1.4. Baterías utilizadas en instalaciones solares.

En aquellas instalaciones en las que vamos a tener *descargas profundas*, elegiremos baterías tubulares estacionarias, así como en las instalaciones en las que necesitemos una capacidad elevada. Es el caso que se da en las instalaciones autónomas de viviendas.

Si la instalación solar es de pequeña dimensión, o de muy difícil mantenimiento, deberemos elegir baterías de gel, vigilando que no se produzcan ciclos de descargas profundos. Un ejemplo puede ser una instalación solar que alimenta un pequeño repetidor en lo alto de un monte.

A la hora de elegir los acumuladores, es importante tener en cuenta el efecto de la temperatura sobre los mismos. La capacidad aumenta a medida que sube la temperatura, y al revés, disminuye cuando baja la temperatura del lugar donde se encuentra ubicado. Si prevemos la posibilidad de que existan temperaturas por debajo de 0 °C en el lugar de la instalación, deberemos elegir un acumulador de capacidad mayor que la calculada en el dimensionado de la instalación, con el fin de que no haya problemas en su funcionamiento.

La construcción del acumulador se realiza conectando vasos individuales hasta obtener las condiciones de tensión y capacidad requeridas en la instalación que estamos realizando, en el caso de la utilización de baterías tubulares estacionarias. En las baterías *monoblock*, deberemos elegir aquella que sea acorde con la tensión de trabajo de la instalación y la potencia que se va a consumir en la misma.

Vocabulario

Teniendo presente el concepto de *profundidad de descarga* de una batería, a las descargas muy acusadas se les llama **descargas profundas**, y a las ligeras, **descargas superficiales**.

Elementos de una ISF

- Módulo fotovoltaico.
- Regulador de carga.
- Batería.
- Inversor.

8. El inversor

El inversor se encarga de convertir la corriente continua de la instalación en corriente alterna, igual a la utilizada en la red eléctrica: 220 V de valor eficaz y una frecuencia de 50 Hz.

Es un elemento imprescindible en las instalaciones conectadas a red, y estará presente en la mayoría de instalaciones autónomas, sobre todo en aquellas destinadas a la electrificación de viviendas.

Un esquema de este tipo de instalaciones es el representado en la Fig. 1.21.

Importante

- La misión del **inversor** en las **instalaciones autónomas** es proporcionar una corriente alterna como la de la red eléctrica, con el fin de que se puedan conectar a la misma electrodomésticos de los utilizados habitualmente en las viviendas. En este caso, las variaciones que pueda sufrir la corriente no tienen la importancia que en el caso de los inversores de las instalaciones conectadas a la red.
- En el caso de las **instalaciones conectadas a red**, el inversor debe proporcionar una corriente alterna que sea de las mismas **características** de la **red eléctrica** a la que está conectado, tanto en forma (senoidal) como en valor eficaz (230 V) y sobre todo en la frecuencia (50 Hz); no se permiten prácticamente variaciones, con el fin de evitar perturbaciones sobre la red eléctrica de distribución.

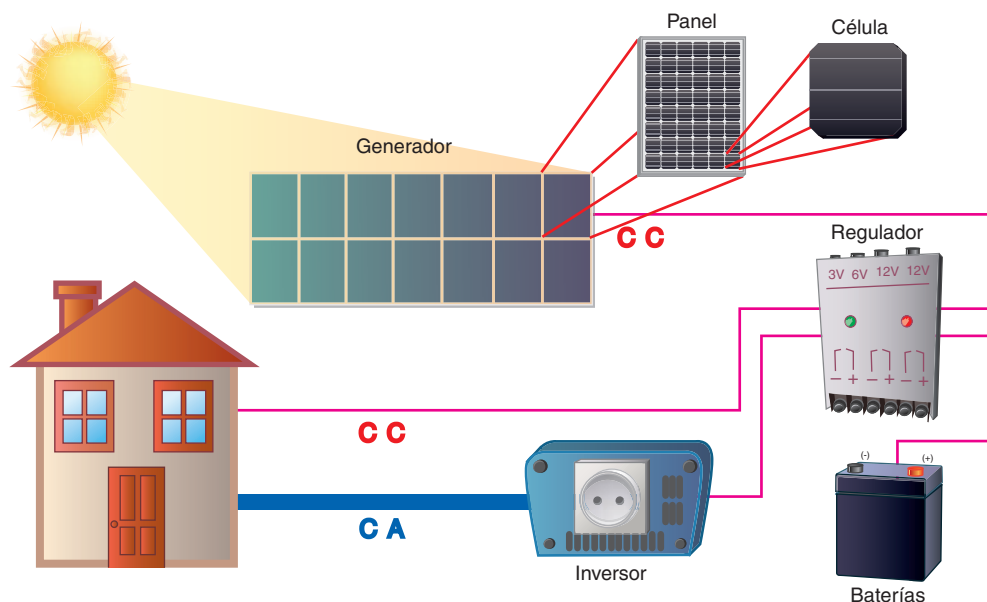


Fig. 1.21. Esquema general de una instalación autónoma con inversor.

En el caso de una instalación conectada a red, el esquema que se seguiría es el representado en la Fig. 1.22.

Instalación ON GRID

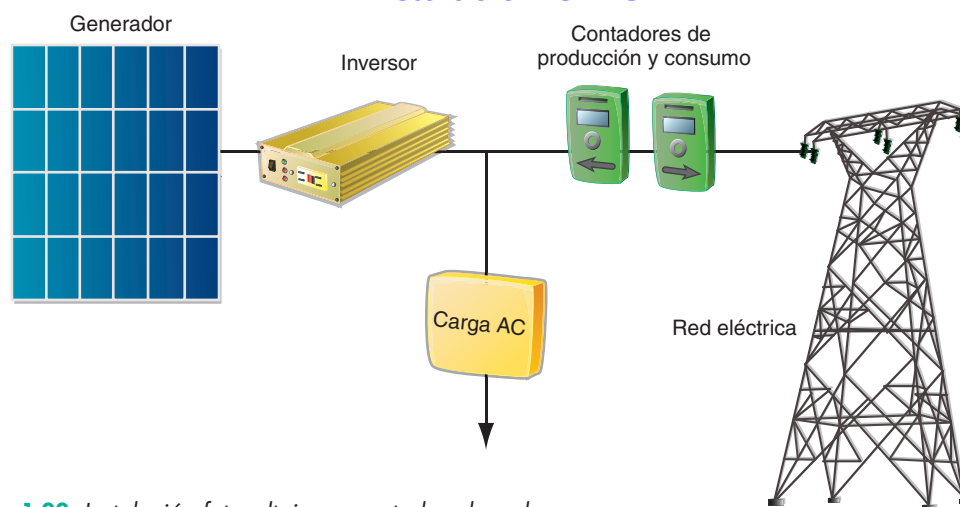


Fig. 1.22. Instalación fotovoltaica conectada a la red.

Como vemos, la principal diferencia entre las dos instalaciones es que en las autónomas se cuenta con los acumuladores para almacenar la energía y los reguladores de carga de los mismos, mientras que en las instalaciones conectadas a la red, la energía no siempre se almacena, sino que se pone a disposición de los usuarios a través de la red eléctrica según se produce. En este tipo de instalaciones existirán equipos de medida, tanto de la energía que se vende a la red eléctrica como del propio consumo de la instalación productora. Si vendes el servicio en Argentina, diseña y sugiere ON GRID con capacidad de cobertura total del consumo ante cortes de suministro.

Las características deseables para un inversor DC-AC las podemos resumir de la siguiente manera:

- **Alta eficiencia:** debe funcionar bien para un amplio rango de potencias.
- **Bajo consumo en vacío,** es decir, cuando no hay cargas conectadas.
- **Alta fiabilidad:** resistencia a los picos de arranque.
- **Protección contra cortocircuitos.**
- **Seguridad.**
- **Buena regulación de la tensión y frecuencia de salida,** que como ya hemos comentado debe ser compatible con la red eléctrica.

Algunos inversores funcionan también como reguladores de carga de las baterías. En este caso no sería necesario incluir el regulador en la instalación. Un ejemplo de una conexión de este tipo lo vemos en la Fig. 1.23.

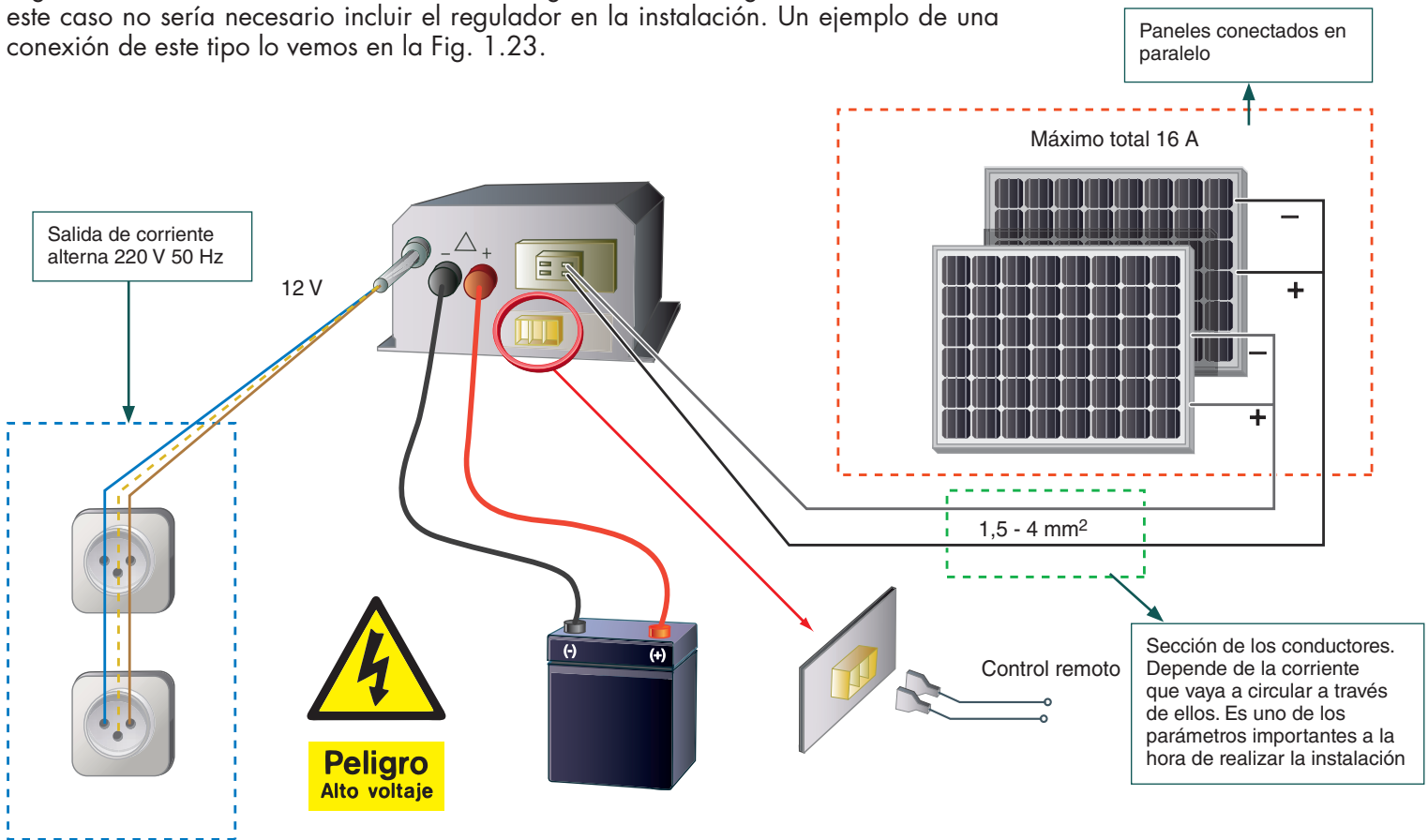


Fig. 1.23. Conexión de un inversor-regulador en una instalación autónoma a 12 voltios. Además de convertir DC en AC, puede cargar las baterías del sistema.

Podemos observar el cableado, y los colores estándares utilizados en las conexiones. Así, en la parte de continua, para el polo positivo utilizaremos cable de color rojo, y para el negativo, cable de color negro. En la parte de alterna, tendremos tres conductores:

- El de color amarillo-verde para la conexión a tierra.
- El de color azul para el neutro de la instalación.
- El de color marrón para la fase.

Análisis de características de un inversor

Model SI	612 624 648	812 824	1212 1224 1248	1624	2324 2348	3324	3548
Input voltage (Unom) [V]	12/24/48	12/24	12/24/48	24	24V/48	24	48
Nominal power [W]	600	800	1200	1600	2300	3300	3500
« Standby » current [mA]	25/21/10	25/21	25/21/12	21	25/17	25	30
Power « ON » no load [W]	2.6	2.8	4.8	5.8	9	13	17
Power « ON » no load [W] TWINPOWER system	-----	-----	< 0.5	< 0.5	< 0.6	< 0.7	< 0.8
Maximum efficiency [%]	91	92	93 - 95	93 - 95	95	95	95
Length L x 124 (H) x 215 (W) [mm]	276	276	391	391	591	636	791
Weight [kg]	6.9	10.4	13.2	15.2	27	30	38

Tensión de entrada: debe coincidir con la tensión nominal de las baterías

Potencia nominal: es la potencia que es capaz de entregar el inversor a la instalación. Siempre será mayor que la que hayamos calculado como consumo de los equipos que van a funcionar en alterna

Corriente en reposo

Rendimiento máximo: importante, porque nos indicará la potencia real entregada por el conversor, que siempre es menor que la potencia nominal del mismo. Es un factor a tener en cuenta cuando hagamos el dimensionado de la instalación

Potencia en vacío, cuando no hay carga conectada

Las características de la salida del inversor están referidas a la corriente alterna.

Algunos de los valores más importantes que el fabricante nos indicará son:

Output voltage	True sine 230 Vac $\pm 3\%$
Distortion	< 2% (at Pnom)
Dynamic behaviour	From 0% to 100% load change. Normalization: 0.5 ms
Frequency	50 Hz $\pm 0.01\%$ (Crystal control)

Forma de la onda: en este caso se trata de una onda senoidal de 230 V de valor eficaz, y que puede tener una variación del 3 %

Distorsión: indica la posible degradación de la onda. Es menor de un 2 % trabajando a la potencia nominal

Frecuencia de la señal: debe coincidir con la de la red eléctrica y ser muy estable (en este ejemplo solamente tiene variaciones de un 0,01 %)

Como hemos visto en el ejemplo, el fabricante nos da la descripción del tipo de onda que genera el equipo. Lo normal es utilizar inversores que den a la salida una onda senoidal, como en este caso, aunque los hay también de onda cuadrada. Estos últimos no pueden ser utilizados en las instalaciones conectadas a red.

El fabricante del inversor nos da también información sobre la posible variación que puede tener la frecuencia de salida (en el caso del ejemplo, nos indica que es de $\pm 0,01\%$ sobre el valor nominal).

En los inversores de instalaciones autónomas este factor puede no ser demasiado importante, pero en los inversores de instalaciones conectadas a la red es un parámetro que debe tenerse muy en cuenta; con seguridad existen normativas al respecto en las distintas provincias. Tampoco es para preocuparse mucho...a los últimos inversores de onda sólo les falta "saber hacer el café con leche o cebar mate".

8.1. Inversores en instalaciones conectadas a red

Este equipo electrónico es el elemento central de una instalación fotovoltaica conectada a la red eléctrica. Además de realizar la conversión de continua a alterna, el inversor debe sincronizar la onda eléctrica generada con la de la corriente eléctrica de la red, para que su compatibilidad sea total. El inversor dispone de funciones de protección, para garantizar tanto la calidad de la electricidad vertida a la red como la seguridad de la propia instalación y de las personas.

Los parámetros que determinan las características y prestaciones de un inversor son los siguientes:

- **Potencia:** determinará la potencia máxima que podrá suministrar a la red eléctrica en condiciones óptimas. La gama de potencias en el mercado es enorme; sin embargo, para los sistemas domésticos existen desde 50 W (miniinversor situado en cada placa) o 400 W (para pequeños campos fotovoltaicos) hasta potencias de varios kilovatios. Muchos modelos están pensados para poderlos *conectar en paralelo*, a fin de *permitir el crecimiento de la potencia total* de la instalación.
- **Fases:** normalmente, los inversores cuya potencia es inferior a 5 kW son monofásicos. Los mayores de 15 kW suelen ser trifásicos. Muchos modelos monofásicos pueden acoplarse entre sí para generar corriente trifásica.
- **Rendimiento energético:** debería ser alto en toda la gama de potencias a las que se trabajará. Los modelos actualmente en el mercado tienen un rendimiento medio situado en torno al 90 %. El rendimiento del inversor es mayor cuanto más próximos estamos a su potencia nominal y, con el fin de optimizar el balance energético, es primordial hacer coincidir la potencia pico del campo fotovoltaico y la potencia nominal del inversor. Si queremos tener un funcionamiento óptimo de la instalación, la potencia de pico del campo fotovoltaico nunca debe ser menor que la potencia nominal del inversor.
- **Protecciones:** el inversor debería incorporar algunas protecciones generales, que, como mínimo, serían las siguientes:
 - *Interruptor automático:* dispositivo de corte automático, sobre el cual actuarán los relés de mínima y máxima tensión que controlarán la fase de la red de distribución sobre la que está conectado el inversor. El rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica, será también automático una vez restablecido el servicio normal en la red.
 - *Funcionamiento «en isla»:* el inversor debe contar con un dispositivo para evitar la posibilidad de funcionamiento cuando ha fallado el suministro eléctrico o su tensión ha descendido por debajo de un determinado umbral.
 - *Limitador de la tensión máxima y mínima.*
 - *Limitador de la frecuencia máxima y mínima.* El margen indicado sería del 2 %.
 - *Protección contra contactos directos.*
 - *Protección contra sobrecarga.*
 - *Protección contra cortocircuito.*
 - *Bajos niveles de emisión e inmunidad de armónicos.*

Es deseable que el estado de funcionamiento del inversor quede reflejado en indicadores luminosos o en una pantalla (funcionamiento anómalo o averías, detención de producción por avería en la red, etc.). También sería conveniente que el inversor ofreciera la posibilidad de ser monitorizado desde un ordenador. Si en la instalación se incluyen determinados sensores, puede aportar datos de radiación, generación solar, energía transformada a corriente alterna, eficiencia, etc.

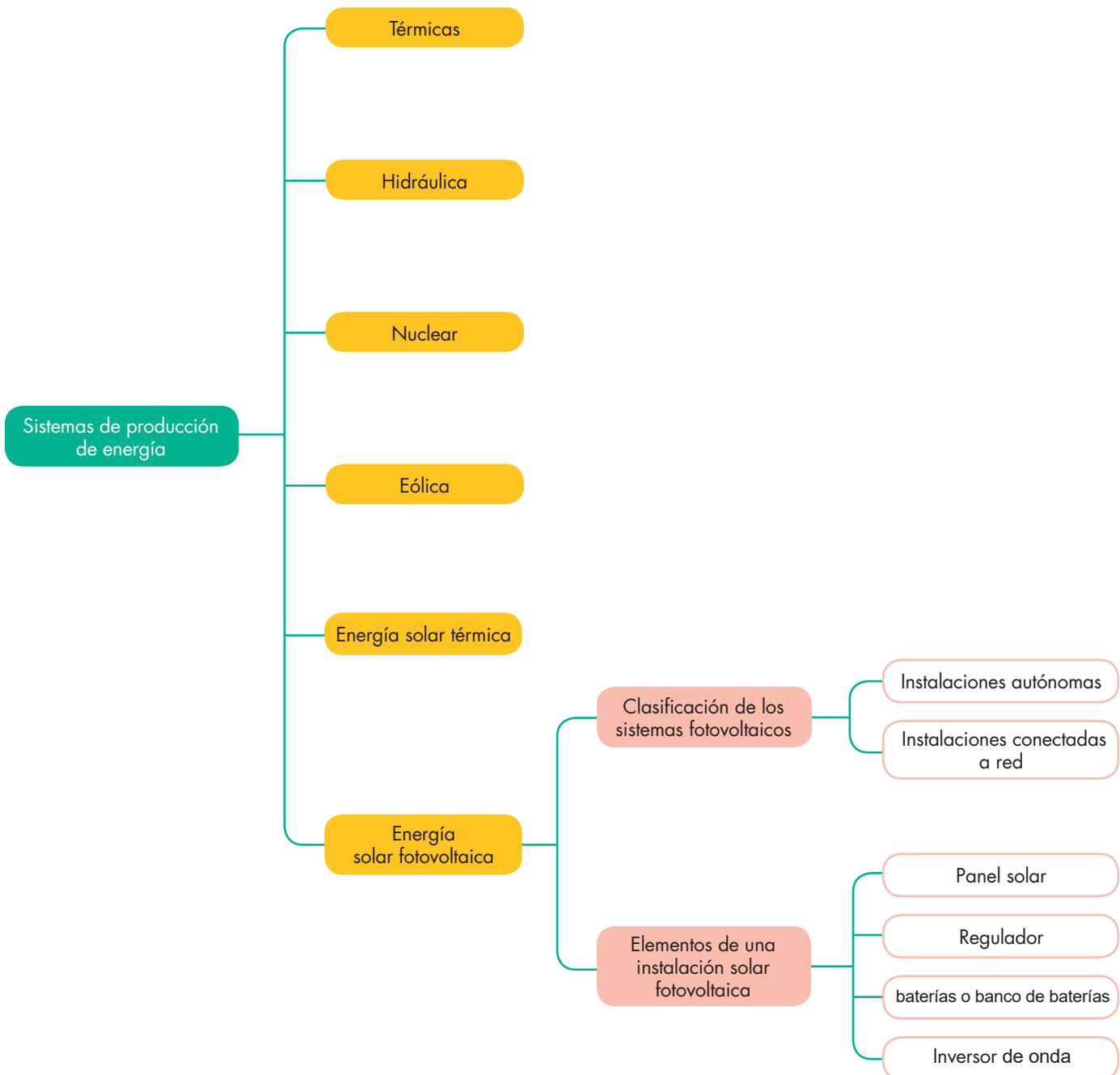


Leer con atención

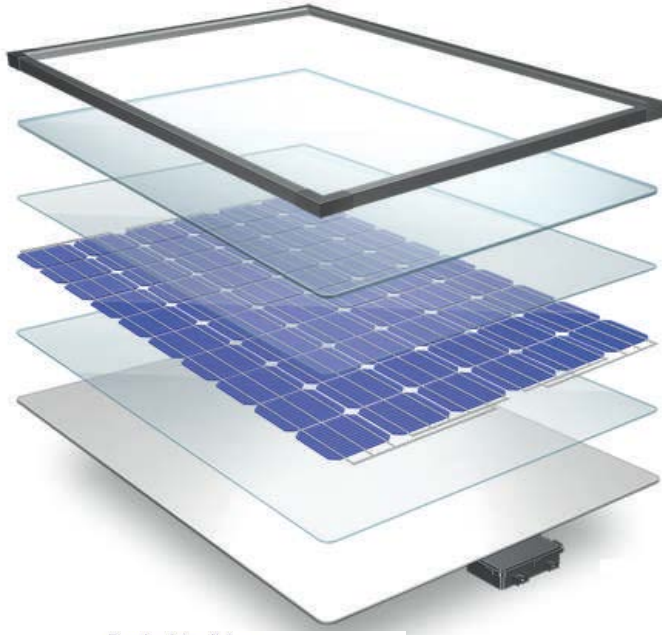
Consulta siempre el manual de instalación cuando vayas a conectar un equipo. En él el fabricante especifica modos de conexión, ajustes, etc., para que el funcionamiento sea el correcto.

Es imprescindible seguir paso a paso las pautas marcadas en el manual.

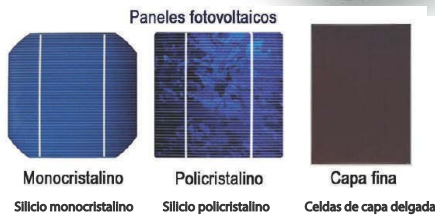
Síntesis



PARTES DE UN PANEL FOTOVOLTAICO



- _____ Marco
- _____ Vidrio Frontal
- _____ Encapsulante Frontal
- _____ Celdas Solares
- _____ Encapsulante Trasero
- _____ Recubrimiento Trasero
- _____ Caja de Conexiones



En el mercado se pueden encontrar 3 tipos de paneles fotovoltaicos:

MONOCRISTALINO

Se reconoce a simple vista, ya que su superficie es uniforme. Expuestas a la luz actúan como un espejo grisáceo.



EFICIENCIA: 18% - 22%

POLICRISTALINO

Refleja la luz en forma no uniforme, pudiéndose observar las imperfecciones del cristal. Presentan una coloración azulada.



EFICIENCIA: 14% - 17%

CAPA FINA (FLEXIBLE)

Como su nombre lo indica estas células no poseen una estructura cristalina. Son más económicos. Se usa línea de producción continua. (Paneles transparentes y flexibles).



EFICIENCIA: 8% - 12%



Índice

2A

Centrales generadoras de energía eléctrica	2
Clasificación de las instalaciones solares fotovoltaicas	4
Elementos de una ISF	6
La célula solar	6
Cálculo de la potencia máxima de una célula solar	7
El panel solar	8
Obtención de valores de tensión e intensidad de panel	10
Conexión de paneles	12

2B

El regulador	13
Baterías	15
Profundidad de descarga	16
El inversor	18
Inversores e instalaciones conectadas a la red	21



*Fin de los manuales y...
éxitos en tu Pyme*