

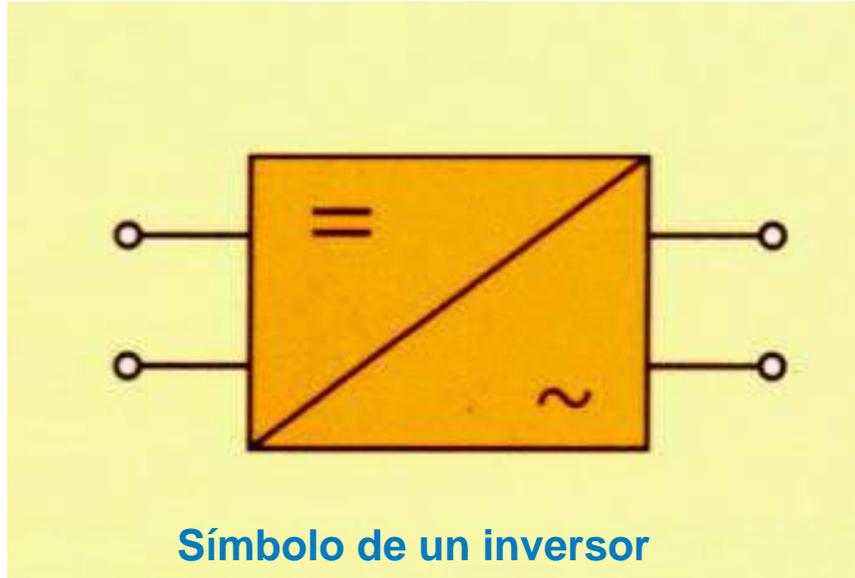
COMPONENTES DE UNA INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA

Índice

02 Inversores

- **Introducción**
- Inversores de conexión a red
- Inversores aislados

02 Inversores – Introducción



El inversor: es un dispositivo electrónico de potencia cuya función básica es transformar la corriente continua en corriente alterna, además de ajustarla en frecuencia y en tensión eficaz para su consumo. Algunas veces se le denomina convertidor CC-CA, (También denominado convertidor DC-AC, del inglés: direct current, DC, y alternating current, AC).

En las instalaciones fotovoltaicas existen dos grandes grupos de inversores, los que se utilizan para instalaciones **conectadas a la red** y los que se utilizan para **instalaciones fotovoltaicas aisladas**.

Índice

02 Inversores

- Introducción
- **Inversores de conexión a red**
- Inversores aislados

02 Inversores – Inversores de conexión a red

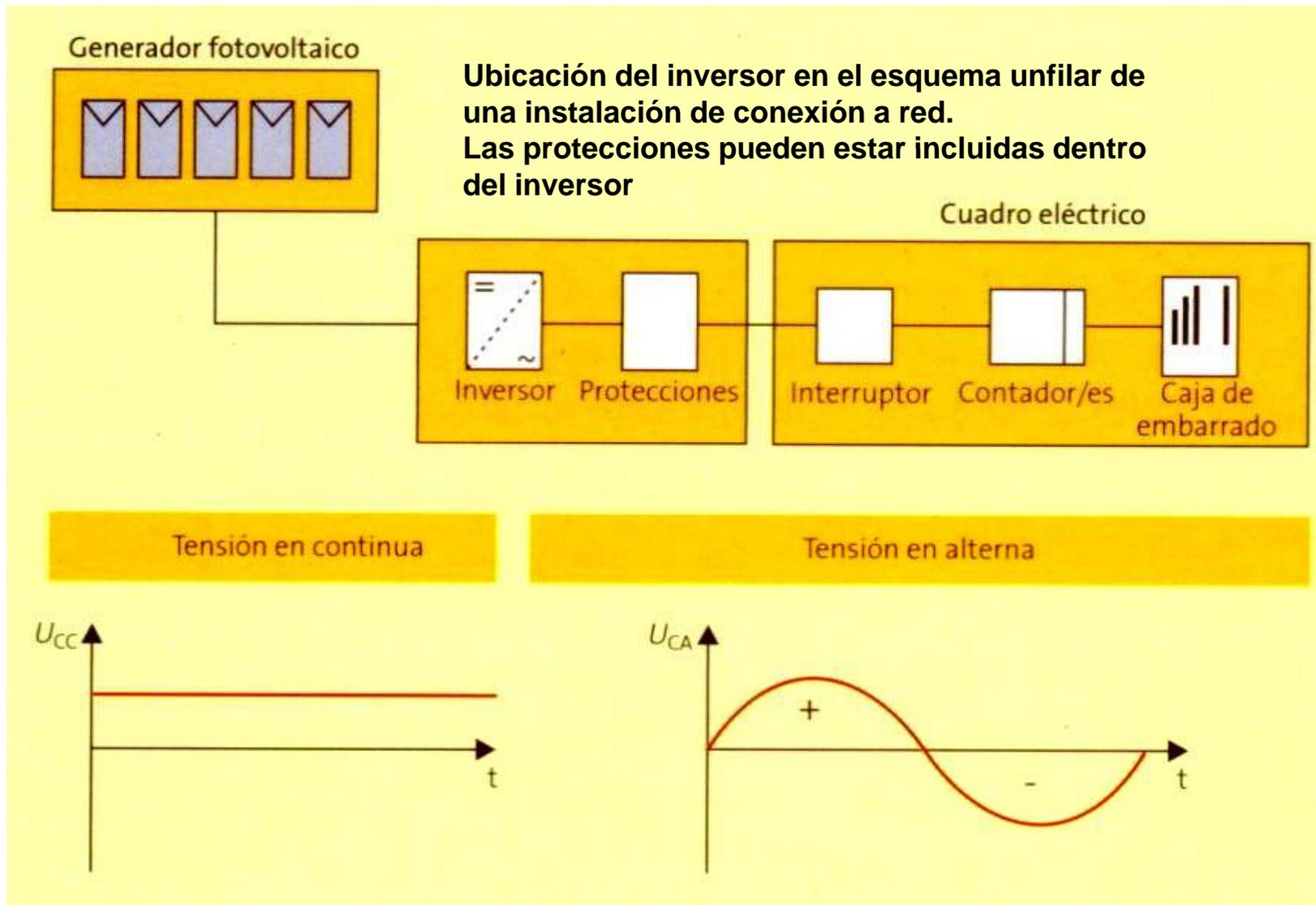
Inversores de conexión a red

En las instalaciones de conexión a red, la salida del inversor está conectada directamente a la red de distribución de la compañía, sin pasar por los equipos de consumo de la vivienda, estando prohibido por la legislación vigente la instalación de baterías.

En España, el R.D. 1663/00, indica que si la potencia nominal del inversor o suma de inversores es menor o igual de 5kW, la conexión con la red de distribución debe ser monofásica, cuando es mayor, es obligatorio hacerla en forma trifásica.

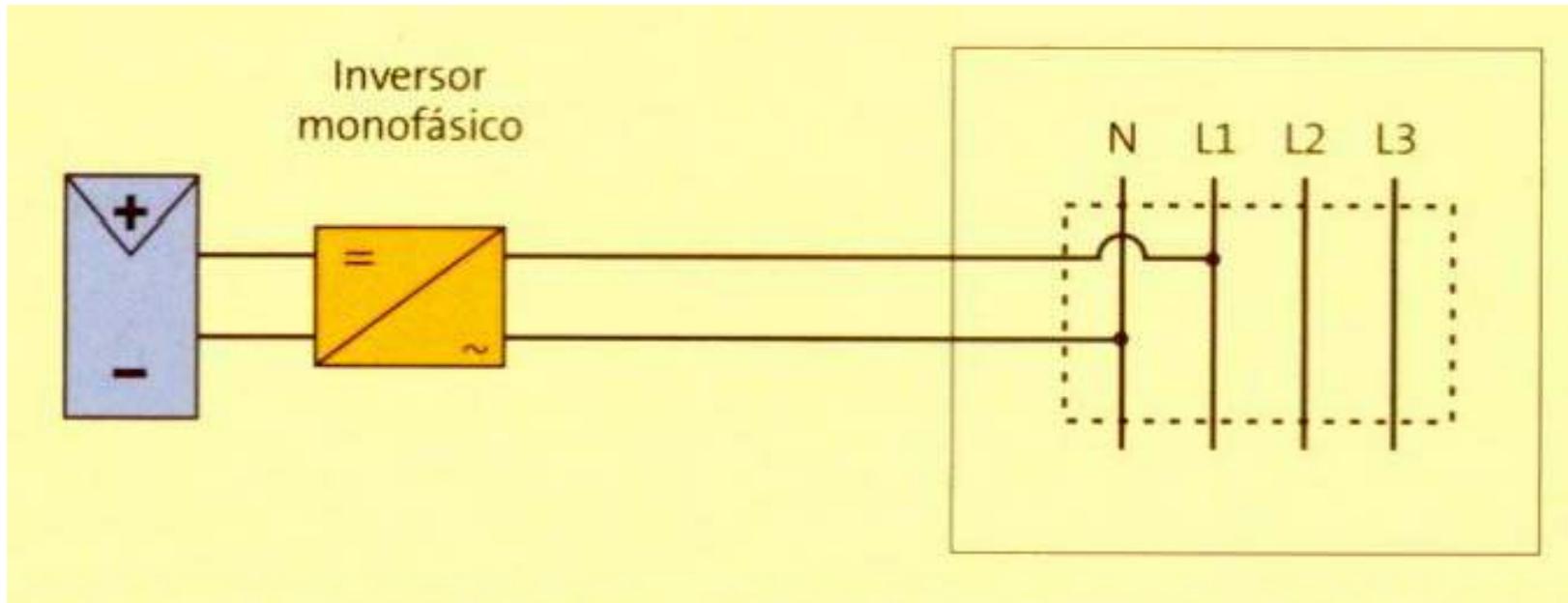
La conexión trifásica se puede realizar con un sólo inversor con salida trifásica o con tres inversores monofásicos conectados en paralelo

02 Inversores – Inversores de conexión a red



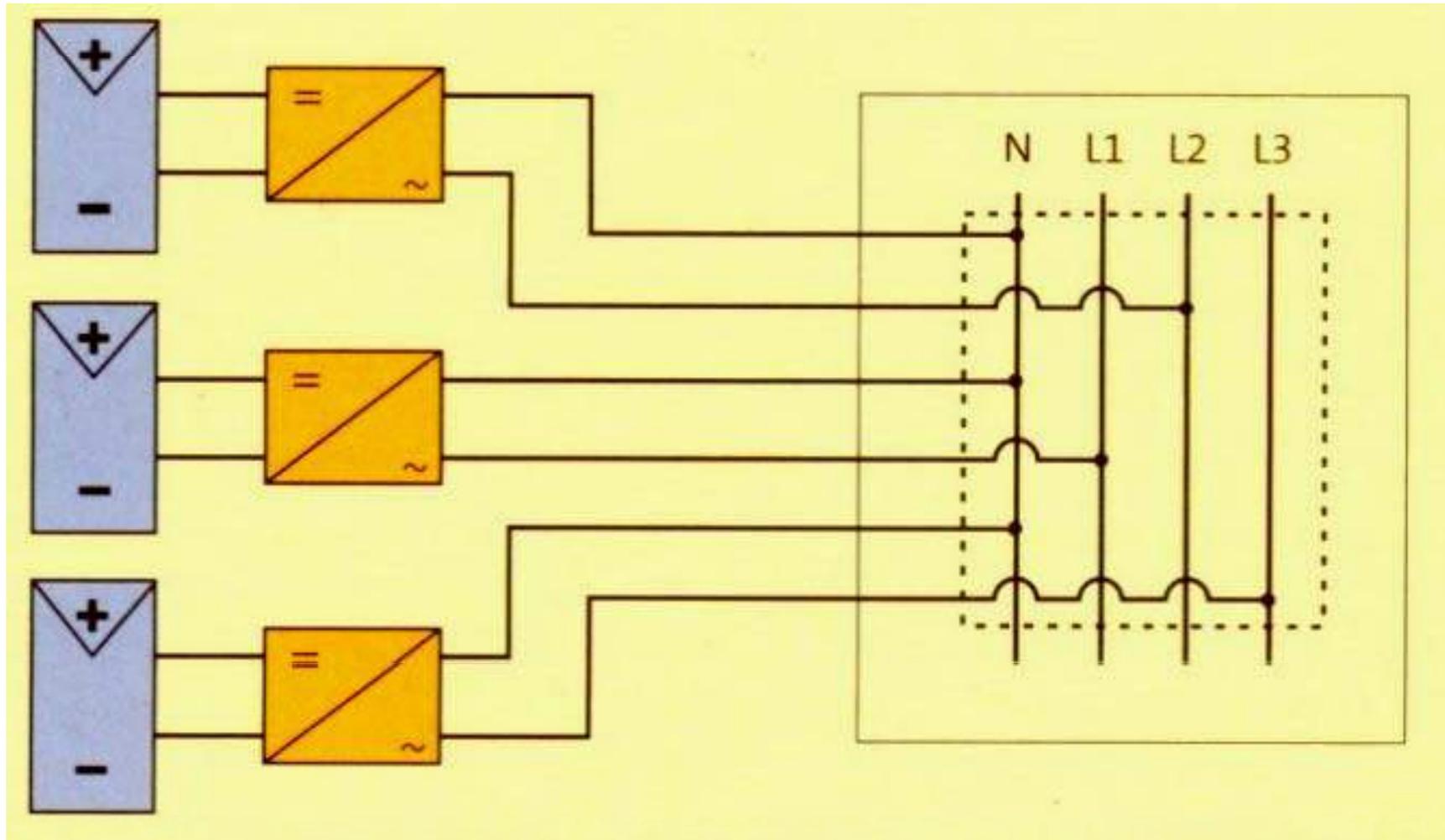
02 Inversores – Inversores de conexión a red

Acometida monofásica con inversor monofásico



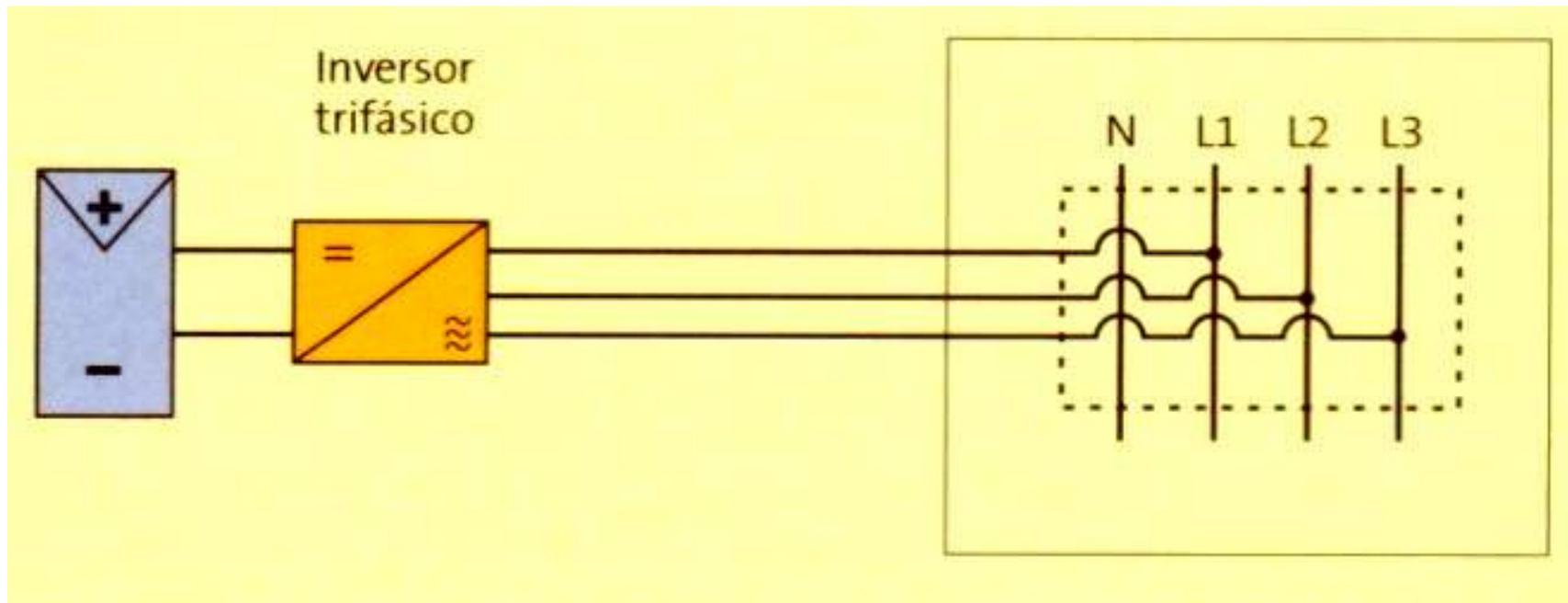
02 Inversores - Inversores de conexión a red

Acometida trifásica con inversores monofásicos



02 Inversores - Inversores de conexión a red

Acometida trifásica con inversor trifásico.



02 Inversores – Inversores de conexión a red

Con el fin de suministrar el máximo de potencia inyectada a la red de distribución de la compañía, el inversor debe hacer trabajar al generador fotovoltaico en el punto de máxima potencia que varía en función de las condiciones climatológicas.

Los inversores desempeñan las siguientes funciones:

- Transformación de la corriente y tensión continua producida en el generador fotovoltaico en una corriente y tensión alterna de acuerdo a las condiciones de la red.
- Ajuste del punto de trabajo del inversor al punto de máxima potencia del generador fotovoltaico.
- Recogida de datos y señalización (p.e. indicaciones, almacenaje de datos, retransmisión de datos).
- Elementos de seguridad en a parte de corriente continua y alterna (p.e. protección de la polaridad, protección contra una sobretensión, protección contra una sobrecarga, elementos de mantenimiento y otras protecciones).

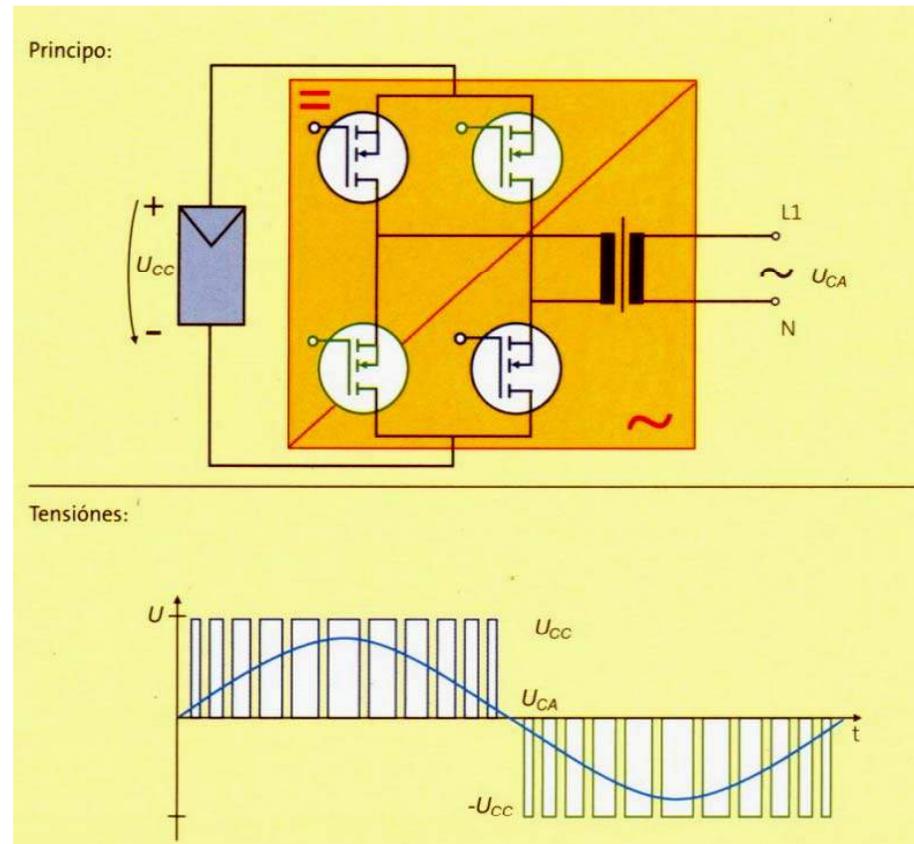
02 Inversores – Inversores de conexión a red

Inversores guiados por la red

Los inversores guiados por la red tienen como principio básico un puente entre tiristores. Estos inversores se utilizan convencionalmente en automatización (técnicas de impulsión, movimiento de motores...). Actualmente los inversores que se utilizan en grandes plantas fotovoltaicas se basan en esta tecnología.

Principio de funcionamiento de un inversor guiado por la red.

Separación galvánica:
Transformador de red 50Hz



02 Inversores – Inversores de conexión a red

Inversores autoguiados

En los inversores autoguiados se utiliza como principio básico un puente de materiales semiconductores que se pueden conectar y desconectar.

En función de la potencia del inversor y del nivel de tensión de funcionamiento, se emplean los siguientes materiales semiconductores:

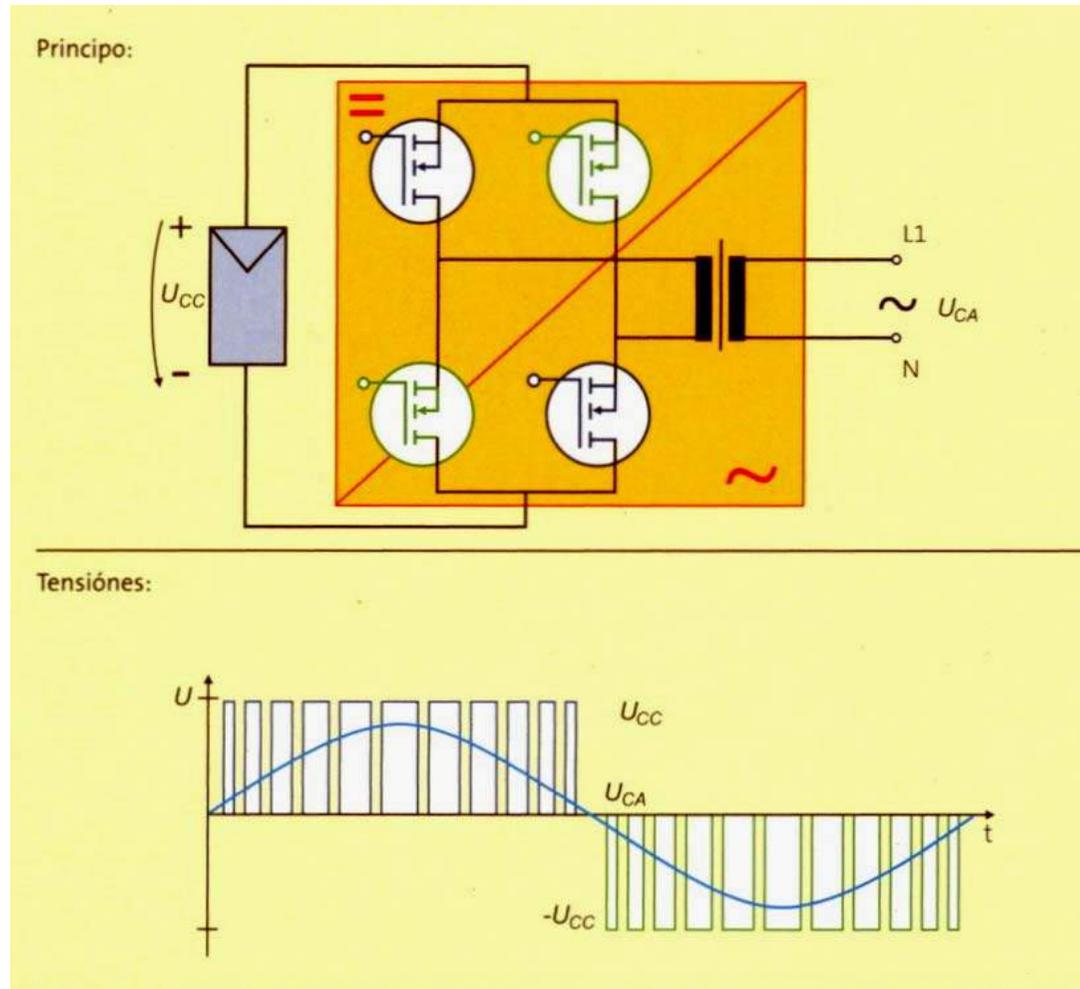
- MOSFET (transistores de efecto de potencia)
- Transistores bipolares
- GTO (tiristores desconectables de hasta 1 kHz)
- IGBT (transistores bipolares de puerta aislada)

Con estos disyuntores se permite la reproducción de la onda senoidal mediante el principio de modulación del ancho de pulso.

[..\Inversores\inversores5.pdf](#)

02 Inversores - Inversores de conexión a red

Inversores autoguiados



Conexiones y desconexiones rápidas del disyuntor

10—100 kHz.

Principio de Funcionamiento:

Se forman los impulsos, cuya duración de impulso y distancia de pulso se modelan en función de una curva seno. De esta forma tras una rectificación a través de un filtro de paso bajo conectado a continuación se consigue con muy buena aproximación de la corriente inyectada con la forma senoidal de la corriente de la red. La corriente inyectada posee únicamente unas pocas perturbaciones de baja frecuencia. La necesidad de potencia reactiva de los inversores autoguiados es baja.

02 Inversores – Inversores de conexión a red

Inversores autoguiados con transformador de baja frecuencia

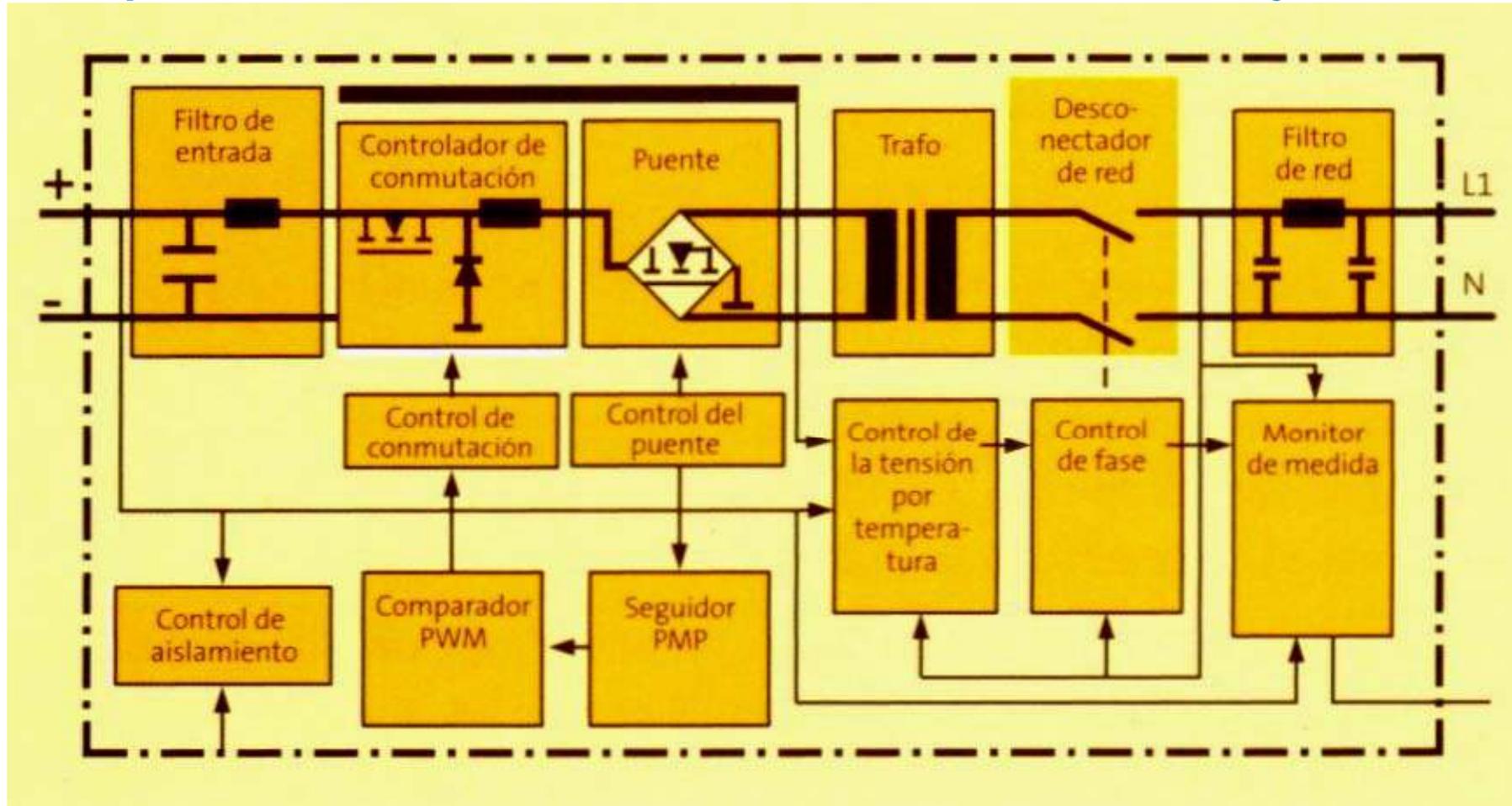
Transformador de baja frecuencia a 50Hz para adaptarse a la tensión de la red.

Un inversor típico autoguiado con un trafo de baja frecuencia se compone de los siguientes elementos básicos de conexión:

- **Regulador de conexión**
- **Puente completo**
- **Transformador de la red**
- **Seguidor PMP (seguidor del punto de máxima potencia)**
- **Controlador lógico y controlador de red.**

02 Inversores - Inversores de conexión a red

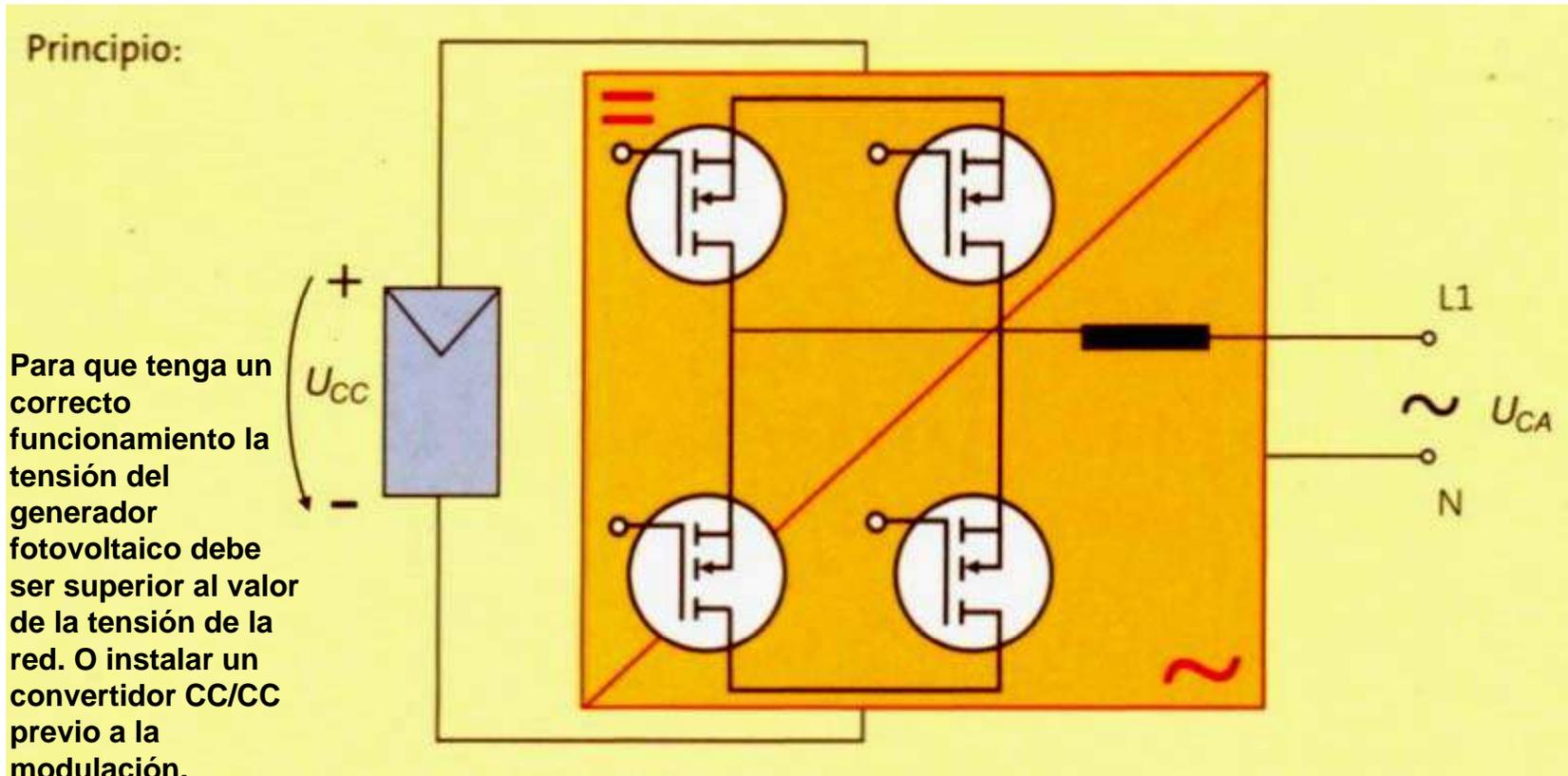
Principio básico de un inversor con un transformador de baja frecuencia



La separación galvánica permite que a través del transformador se proteja el generador fotovoltaico de pequeñas sobretensiones. El transformador evita en todo momento las influencias electromagnéticas.

02 Inversores - Inversores de conexión a red

Inversores sin trafo



En este caso, disminuyen las pérdidas en el inversor, el tamaño, el peso y el coste.

En instalaciones fotovoltaicas con inversores sin transformadores puede que, en condiciones normales de funcionamiento, circulen corrientes derivadas capacitivas de más de 30 mA desde los módulos fotovoltaicos a tierra. Por ello no se pueden emplear interruptores de seguridad convencionales que se disparan a 30mA.

02 Inversores – Inversores de conexión a red

Características de los inversores

Rendimiento de transformación η_{tr}

El rendimiento de transformación representa las pérdidas que tienen lugar durante la transformación de corriente continua a alterna. Estas pérdidas se producen en el transformador (en dispositivos con transformador), en los conductores y las debidas al propio consumo para el control y regulación.

$$\eta_{tr} = \frac{P_{inv}}{P_{FV}}$$

Donde:

P_{inv} Potencia activa a la salida del inversor (W)

P_{FV} Potencia a la salida del generador FV (W)

02 Inversores – Inversores de conexión a red

Características de los inversores

Rendimiento del seguimiento η_{seg}

Para convertir siempre la máxima potencia solar en el inversor éste debe trabajar en el punto óptimo de trabajo y seguirlo de forma automática (seguidor de PMP). El rendimiento de ajuste es el que indica lo que se ajusta el inversor al punto de máxima potencia en cada situación.

$$\eta_{seg} = \frac{P_{FV}}{P_{PMP}}$$

Donde:

P_{FV} Potencia a la salida del generador FV (W)

P_{PMP} Potencia máxima del generador FV (W)

02 Inversores – Inversores de conexión a red

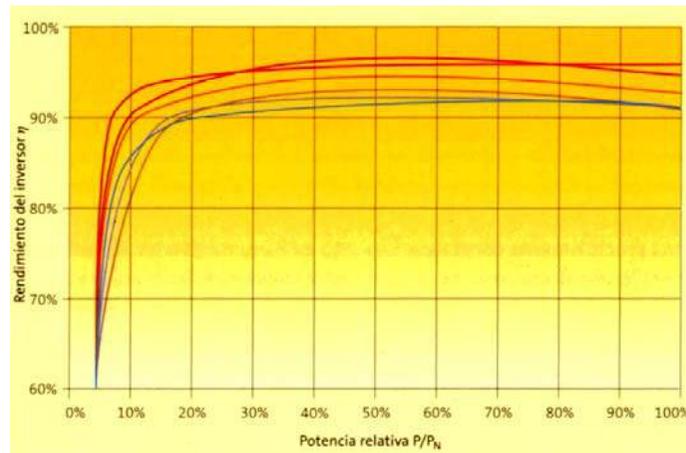
Características de los inversores

Rendimiento estático η_{inv}

El rendimiento estático, que es que normalmente proporciona el fabricante del inversor, se calcula a partir del producto de los rendimientos de transformación y de seguimiento:

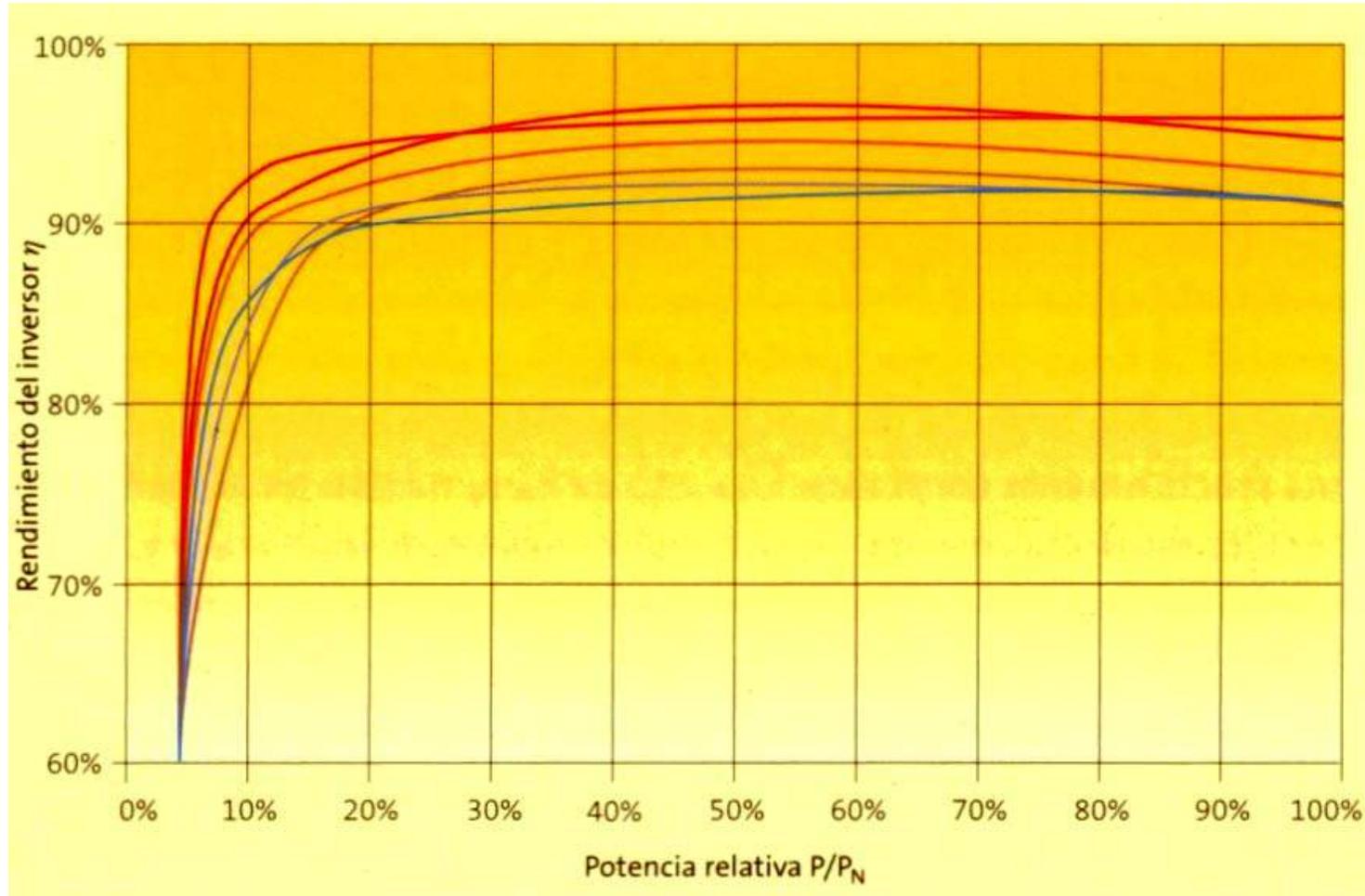
$$\eta_{inv} = \eta_{tr} \cdot \eta_{seg}$$

Otras veces también suele dar el rendimiento máximo, que corresponde normalmente a la situación en la que el inversor funciona entre el 80% y el 50% de la potencia nominal.



02 Inversores - Inversores de conexión a red

Curvas de rendimiento de diferentes tipos de inversores



02 Inversores – Inversores de conexión a red

Características de los inversores

Euro rendimiento η_{EURO}

Trata de comparar los diferentes inversores en relación a su rendimiento, de manera sencilla, se introduce el concepto de euro-rendimiento, η_{EURO} .

Éste es un rendimiento dinámico referente a una climatología europea ponderada.

02 Inversores – Inversores de conexión a red

Comportamientos ante sobrecarga

A la hora de elegir un inversor de conexión a red se debe conocer con detalle su comportamiento ante una sobrecarga, sobre todo en aquellas instalaciones donde no se recibe elevada irradiancia en el generador fotovoltaico debido a su latitud, orientación o inclinación o por la existencia de sombreados parciales, donde tiene bastante sentido, tanto desde el punto de vista técnico como económico, seleccionar un inversor de potencia nominal menor que la potencia pico del generador fotovoltaico.

En general, existen tres métodos de protección contra sobrecarga en el inversor:

- 1. Limitando la potencia de entrada al inversor desviando el punto de trabajo**
- 2. Desconectando la entrada del inversor**

02 Inversores – Inversores de conexión a red

Recogida de datos de funcionamiento

Los datos se leen mediante display o mediante señalización a través de LEDs y/o son analizados por medio de un PC. Con ello la instalación fotovoltaica es supervisada y analizada incluso en tiempo real.



Los datos medidos suelen ser:

- **A la entrada:** Tensión U_{cc} , corriente I_{cc} y potencia P_{cc}
- **A la salida:** Tensión U_{ca} , corriente I_{ca} , potencia P_{ca} y frecuencia f
- Tiempo de funcionamiento del inversor
- Cantidad de energía producida
- Estado del aparato y perturbaciones

02 Inversores – Inversores de conexión a red

Características y propiedades

Magnitud	Símbolo	Unidad	Descripción
Potencias			
Potencia nominal	$P_{n,Inv}$	W	Potencia nominal del inversor
Potencia máxima en CA	$P_{CA,max}$	W	Potencia máxima que puede suministrar el inversor durante un tiempo determinado
Factor de potencia	$\cos \varphi$		Factor de potencia
Potencia de arranque	P_{arr}	W	Potencia mínima requerida para el arranque del inversor
Potencia de parada	P_{off}	W	Potencia a la que se para el inversor.
Potencia en stand-by	$P_{standby}$	W	Potencia que consume el inversor cuando está en espera y no suministra potencia alguna.

02 Inversores – Inversores de conexión a red

Características y propiedades

Magnitud	Símbolo	Unidad	Descripción
Tensiones			
Tensión nominal en CC	$U_{n,CC}$	V	Tensión nominal de entrada al inversor
Rango de tensiones de entrada con PMP			Rango de tensiones entre las que el inversor funciona como seguidor del punto de máxima potencia
Tensión máxima a la entrada	$U_{max,e}$	V	Tensión máxima que admite el inversor a la entrada
Tensión mínima a la entrada	$U_{min,e}$	V	Tensión mínima que admite el inversor a la entrada
Tensión nominal en CA	$U_{n,CA}$	V	Tensión nominal a la salida del inversor (normalmente 230 V)

02 Inversores – Inversores de conexión a red

Características y propiedades

Magnitud	Símbolo	Unidad	Descripción
Corrientes			
Corriente nominal	$I_{n,CC}$	A	Corriente nominal a la entrada del inversor
Corriente máxima a la entrada	$I_{max,e}$	A	Corriente máxima admisible a la entrada del inversor
Corriente nominal a la salida	$I_{n(Inv)}$	A	Corriente nominal a la salida del inversor
Nivel de ruidos		dB(A)	Nivel acústico máximo
Rango de temperaturas	T	°C	Rango de temperaturas ambiente admisibles.

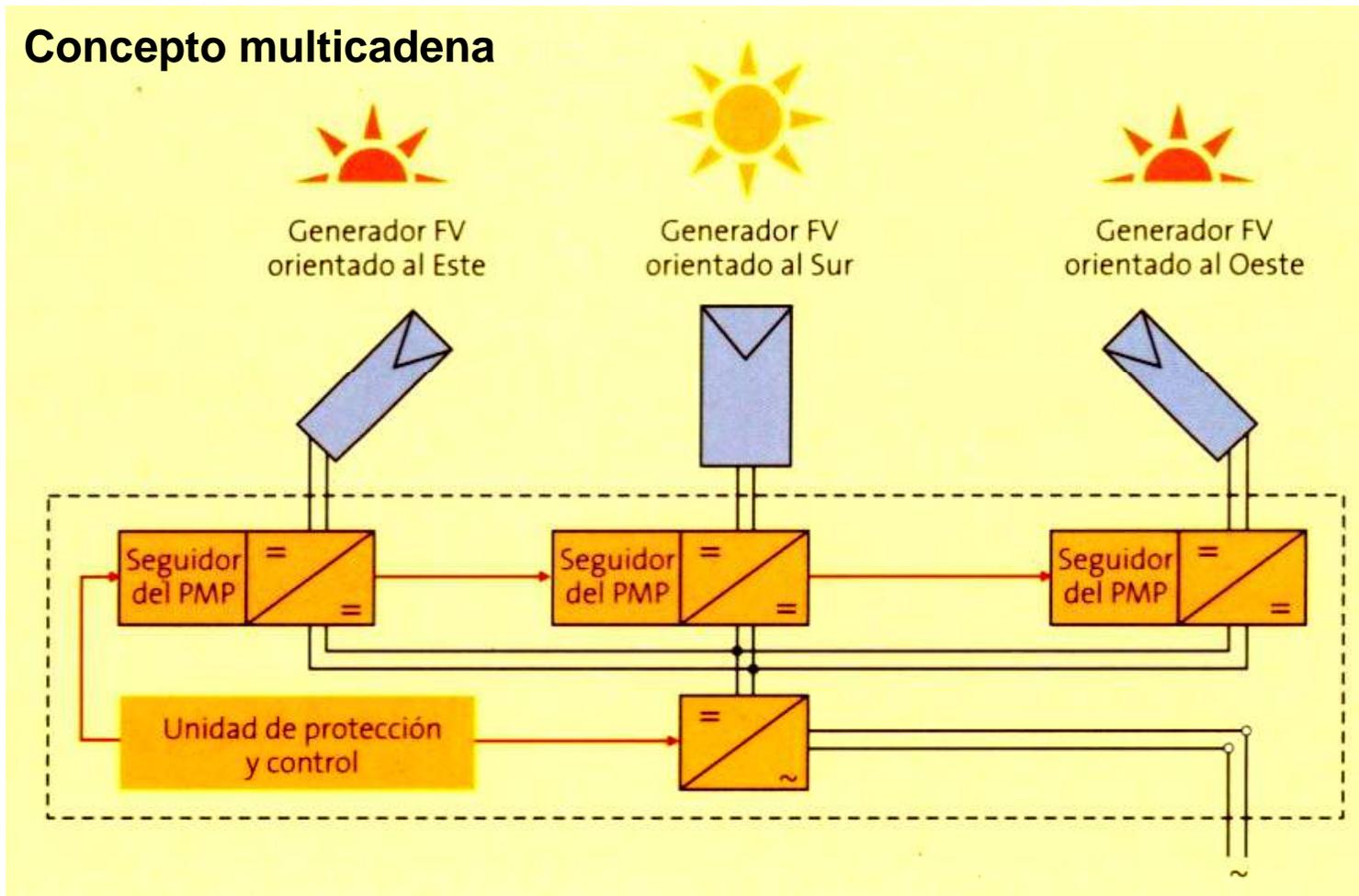
02 Inversores – Inversores de conexión a red

Características y propiedades

Propiedades	Observación
Grado de Protección (Código IP)	
Vigilancia aislamiento	El inversor controla el grado de la aislamiento de la instalación
Protección contra sobrecarga y cortocircuito	
Protección contra cambio de polaridad	
Declaración CE	
Garantía	
Medida y almacenamiento de datos	
Interface con ordenador	
Display	Monitor para visualización de variables
Documentación	

02 Inversores - Inversores de conexión a red

Otras configuraciones



02 Inversores – Inversores de conexión a red

Otras configuraciones

Configuración maestro-esclavo

Cuando la irradiancia es baja sólo trabaja el dispositivo maestro.

Tan pronto como el valor límite de la potencia del dispositivo maestro se alcanza debido a un aumento de la irradiancia, se conecta el primer inversor esclavo siguiente.

Tan pronto como se vuelva a alcanzar el valor límite de potencia de éste se conecta el siguiente inversor esclavo y así sucesivamente.

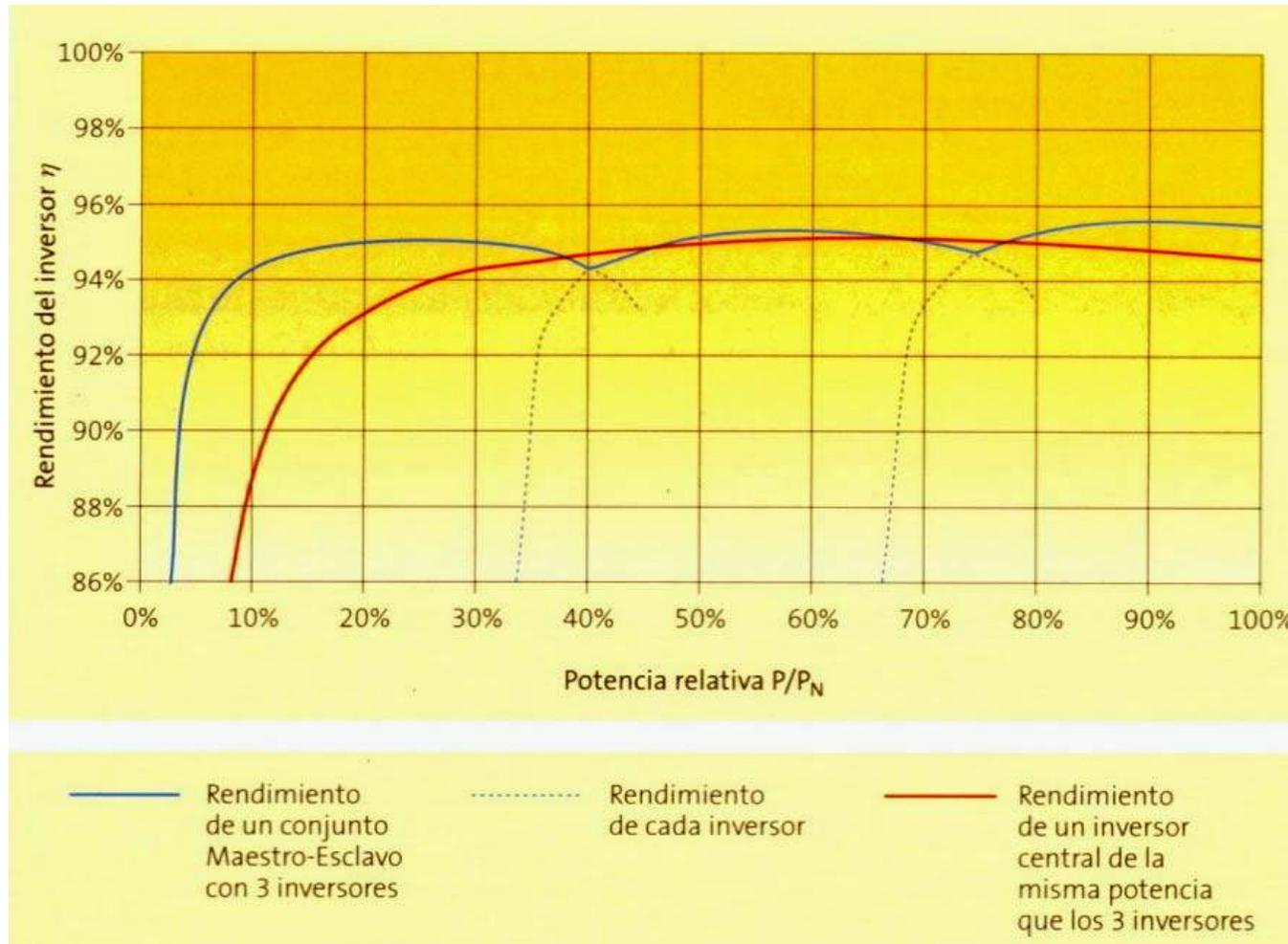
mejora significativamente el rendimiento

Con este concepto también es posible una distribución de los inversores individuales de la unidad maestro-esclavo en diferentes generadores fotovoltaicos parciales o cadenas, de forma que como puntos de funcionamiento se tienen los distintos puntos de máxima potencia de los inversores independientes.

02 Inversores - Inversores de conexión a red

Otras configuraciones

Configuración maestro-esclavo



02 Inversores – Inversores de conexión a red

Otras configuraciones

Configuración en inversor trifásico. Obligatorio para mas de 5Kw.

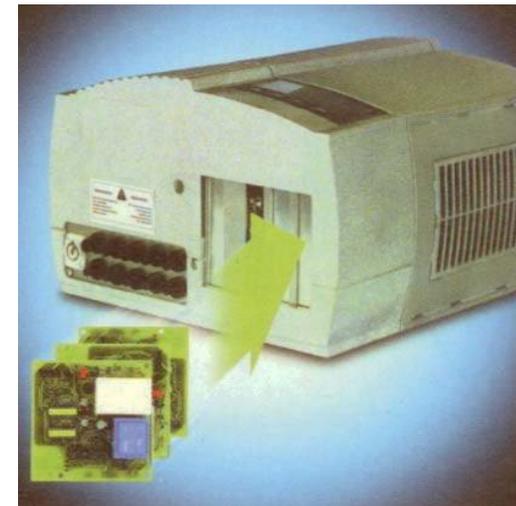
Ventajas:

- Mayor rendimiento
- Mejora la calidad de la salida
- Sencillez de conexión
- Robustez y durabilidad

Otras evoluciones

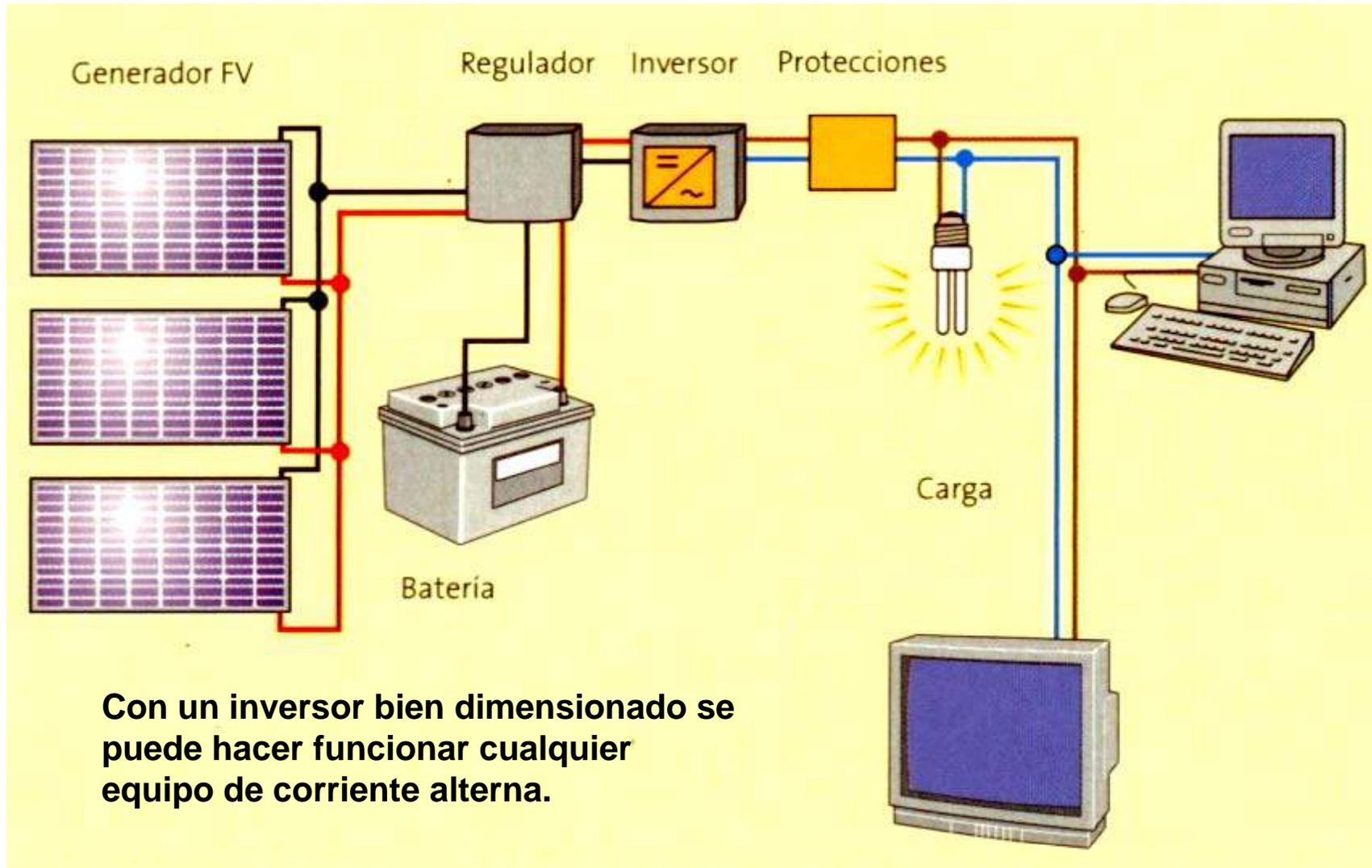
Los fabricantes de inversores apuestan fuerte por la modularidad de sus equipos. Varios inversores pequeños se unen por el lado de CA ó CC. De esta forma se pueden conectar varias unidades pequeñas de inversores modulares para suministrar una potencia mayor. De esta forma se pueden controlar el funcionamiento de varios inversores a través de un puesto de comunicación común.

[..\curso sodean fotovoltaica\6 Diseño de instalaciones conectadas a red.tif](#)



02 Inversores – Inversores aislados

Instalación fotovoltaica con inversor



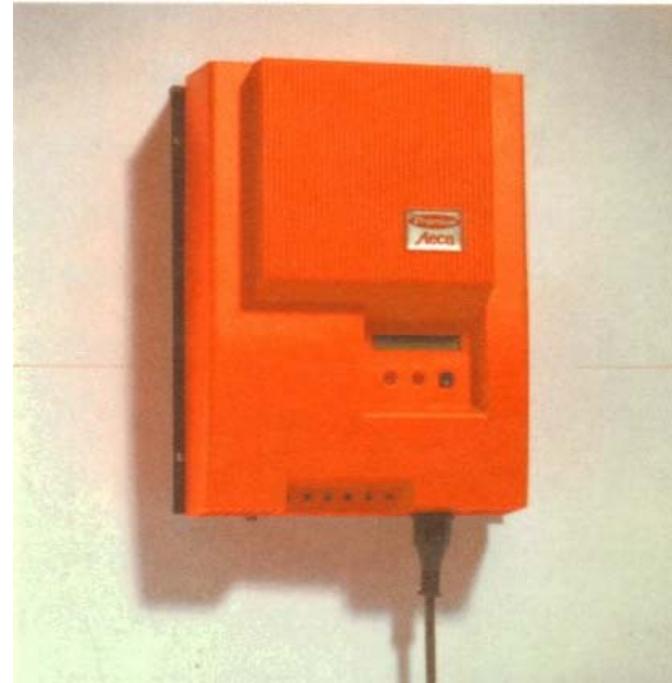
02 Inversores – Inversores aislados

- **Un inversor para una instalación fotovoltaica aislada debe cumplir:**
 - Posibilidad de suministrar una corriente alterna con forma senoidal a tensión y una frecuencia estable
 - Un buen rendimiento de transformación en todo el rango de potencias menores que la nominal
 - Autoprotección contra sobrecargas, cortocircuitos y cambio de polaridad
 - Arranque automático con bajo autoconsumo en stand-by
 - Compatibilidad electromagnética.
 - Poca existencia de armónicos superiores.

02 Inversores – Inversores aislados

Inversor aislado

En el mercado los inversores suelen reunir todas estas características diferenciándose sobre todo en el tipo de onda a la salida, unos son de tipo senoidal y otros son semisenoidal o incluso cuadrada o rapezoidal.

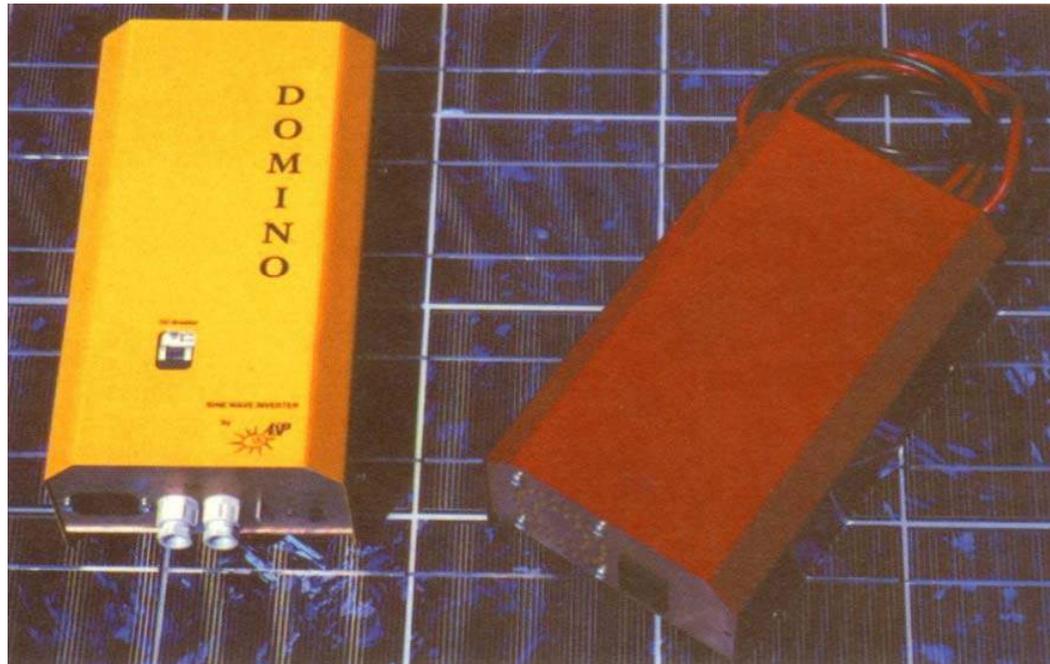


Inversores – Inversores aislados

Inversor senoidal

Los inversores senoidales son los que tienen una forma de señal a la salida senoidal y su uso está creciendo en los últimos años debido a que están disminuyendo su coste por el desarrollo de la tecnología y a la mejor calidad de la señal.

Principio de modelado del ancho de pulso.



Inversores – Inversores aislados

Inversor semisenoidal

Los inversores semisenoidales son lo que están más extendidos en su uso debido a que son más baratos. Los inversores semisenoidales dividen la corriente alterna de 50Hz con características rectangulares y a través de un transformador transforma la tensión a 230V.

Configuración de instalaciones aisladas con inversores

Como el rendimiento del inversor a muy bajas potencias respecto a la potencia nominal suele ser muy bajo es aconsejable evitar que el inversor funcione durante mucho tiempo a bajas potencias.

Elección de la potencia del inversor:

Ha de ser 1,2 veces la potencia máxima demandada por las cargas de CA, asegurando también el arranque de todos los equipos.

Índice

03 Regulador

- Regulador serie
- Regulador Shunt (paralelo)
- Protección de descarga profunda

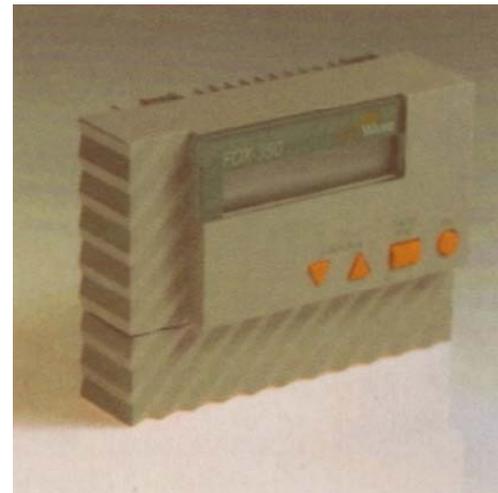
04 Regulador

- DEFINICIÓN:
 - El regulador de tensión es un equipo electrónico que sirve para proteger a la batería frente a sobrecargas y descargas profundas permitiendo alargar la vida de la batería.
 - Existen reguladores del tipo serie y de tipo shunt o paralelo. La vida de la batería depende fundamentalmente de la buena elección del regulador.

04 Regulador

- Funciones básicas de un regulador moderno:
 - Carga óptima de las baterías
 - Protección frente a sobrecarga
 - Evitar una descarga completa
 - Protección de la profundidad de descarga
 - Información sobre el estado de carga

Regulador pequeño y sencillo con una protección contra sobrecarga y descarga profunda para instalaciones fotovoltaicas aisladas de hasta 60W.



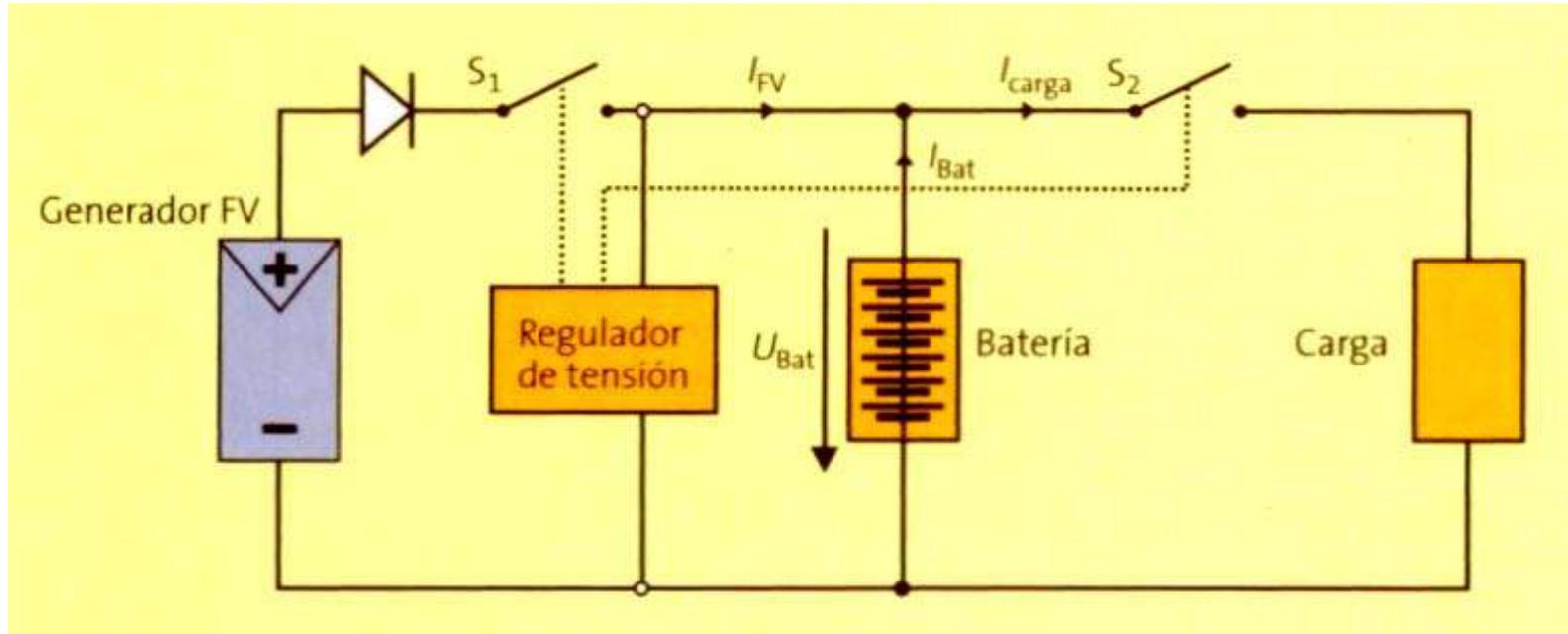
Índice

03 Regulador

- **Regulador serie**
- Regulador Shunt (paralelo)
- Protección de descarga profunda

03 Regulador – Regulador tipo serie

El regulador serie interrumpe mediante un relé o un semiconductor de potencia S_1 , la corriente entre el módulo y la batería cuando se alcanza la tensión límite de carga, y se vuelve a conectar cuando disminuye la tensión de la batería.



Índice

03 Regulador

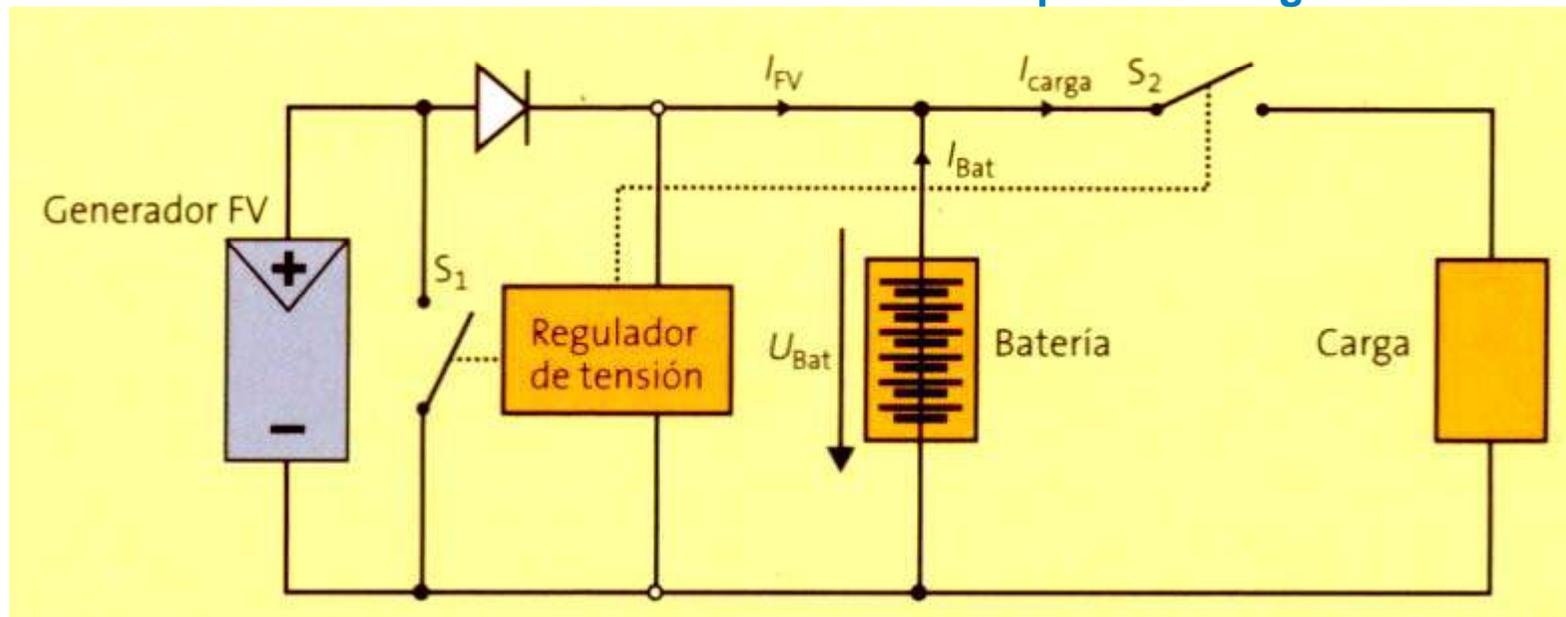
- Regulador serie
- **Regulador Shunt (paralelo)**
- Protección de descarga profunda

03 Regulador – Regulador tipo shunt o paralelo

El regulador shunt en lugar de interrumpir un circuito deriva toda o parte de la corriente.

Sólo deja pasar una cantidad de corriente que evite la autodescarga y el resto se consume como corriente de cortocircuito en el módulo, transformándose en calor. La corriente de cortocircuito se puede consumir en los módulos sin problema y únicamente produce un ligero calentamiento adicional.

Para las baterías este control es mejor que el anterior. **Principio de un regulador shunt**



Índice

03 Regulador

- Regulador serie
- Regulador Shunt (paralelo)
- **Protección de descarga profunda**

03 Regulador – Protección de descarga profunda

- Se suele realizar con relés (S₂)
- Es conveniente que antes de alcanzarse el punto de desconexión se avise mediante una alarma de que la corriente se va a cortar.

Índice

04 Baterías

- Estructura y principio de funcionamiento de baterías de plomo
- Tipos de baterías de plomo
- Características de las baterías
- Efecto del envejecimiento
- Criterios de elección
- Medidas de mantenimiento y protecciones.
- Reciclado

04 Baterías – Estructura y principio de funcionamiento de las baterías de Pb

Por un lado la energía eléctrica producida por una instalación fotovoltaica depende de la radiación incidente y ésta es muy variable. Por otro lado, la demanda de energía suele ser muy variable y además esta relacionada con la radiación solar.

En el mercado no existe una batería óptima para cualquier aplicación.

Existen muchos tipos de baterías que se clasifican en:

- Baterías de arranque de tracción
- Baterías estacionarias.

Las baterías más adecuadas para instalaciones fotovoltaicas son las estacionarias, y dentro de éstas, las de plomo.

Estas baterías son la que tienen una relación entre su coste y prestaciones mejor.

04 Baterías – Estructura y principio de funcionamiento de las baterías de Pb

- Las baterías de plomo se componen de vasos de 2V conectados en serie.

En instalaciones fotovoltaicas normalmente se requiere mayor capacidad y por ello se venden los vasos de forma individual.

Componentes de un vaso de batería:

- Recipiente
- Electrolito líquido (ácido sulfúrico diluido)
- Dos placas con diferente polaridad (una positiva Pb y otra negativa PbO₂).

Las placas

Consisten en una lámina base de plomo con forma reticular y un material activo poroso que tiene una estructura de esponja.

Para aislar eléctricamente los electrodos positivos y negativo se utilizan unas láminas que se denominan separadores.

Cuando la batería suministra corriente, ésta circula desde el electrodo negativo al positivo. En este caso, en la superficie de las placas se produce sulfato de plomo (PbSO₄), disminuyendo la densidad del electrolito.

04 Baterías – Estructura y principio de funcionamiento de las baterías de Pb

Baterías estacionarias de una instalación fotovoltaica

CICLO

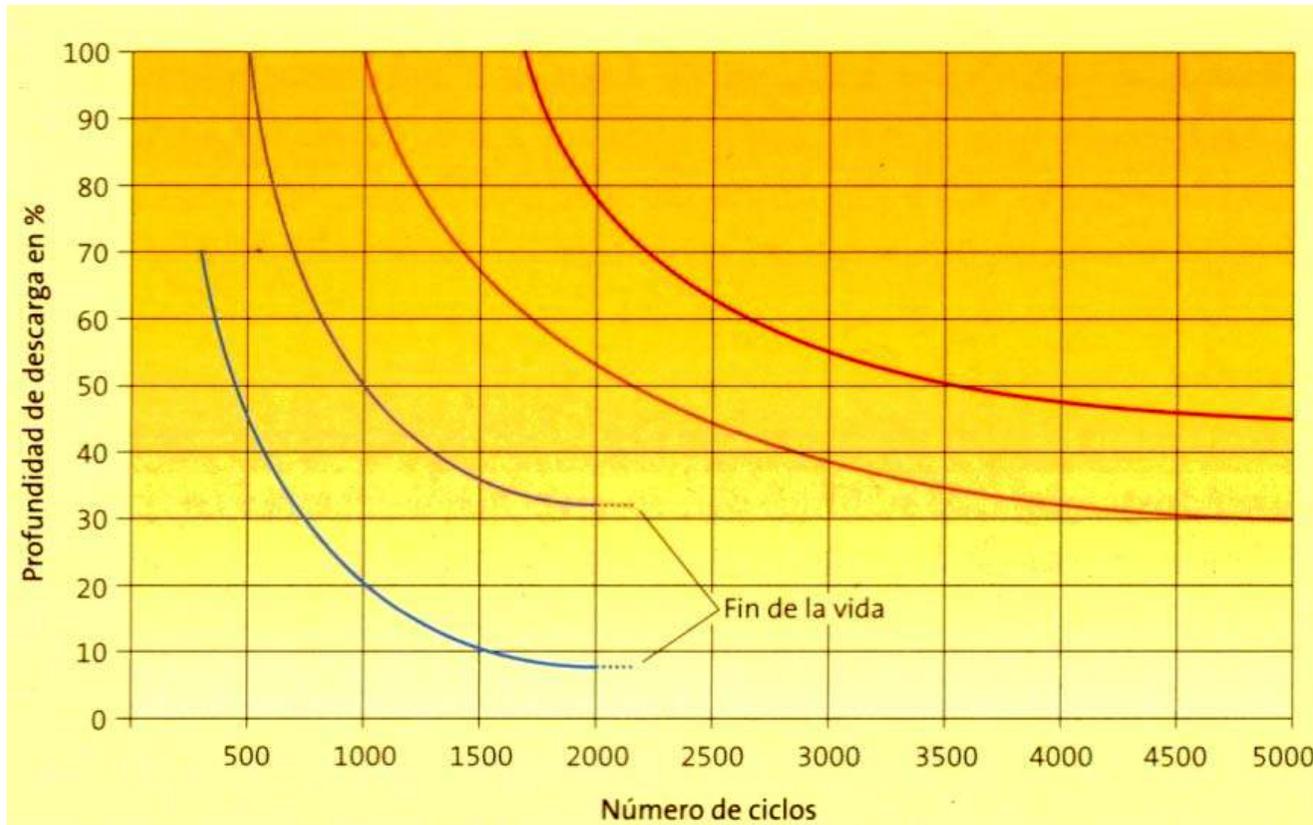
CARGA: la corriente circula desde el polo positivo hasta el negativo. Aumenta la densidad del electrolito y la tensión.

DESCARGA: la corriente circula desde el polo negativo al positivo. Disminuye la densidad del electrolito y la tensión.



04 Baterías - Estructura y principio de funcionamiento de las baterías de Pb

Duración de las baterías de plomo



— Batería de placa rejilla electrolito líquido

— Batería de Gel

— Batería Monoblock

— Batería tipo OPzS o OPzV

04 Baterías – Estructura y principio de funcionamiento de las baterías de Pb

DURACIÓN DE LA BATERÍA

La duración de la batería se define como el tiempo durante el cual la capacidad se mantenga por encima del 80% de su capacidad original.

A partir de este tiempo la batería puede seguir utilizándose, pero a capacidad disponible disminuye continuamente y aumenta el riesgo a fallos repentinos, especialmente por un cortocircuito.

Índice

04 Baterías

- Estructura y principio de funcionamiento de baterías de plomo
- **Tipos de baterías de plomo**
- Características de las baterías
- Efecto del envejecimiento
- Criterios de elección
- Medidas de mantenimiento y protecciones.
- Reciclado

04 Baterías – Tipos de baterías de plomo

- Dentro del grupo de las baterías estacionarias existen diferentes tipos de baterías.
 - Baterías de plomo con placas de rejilla con electrolitos líquidos (las denominadas baterías solares o baterías de arranque modificadas)
 - Baterías de plomo gel
 - Baterías de placas positivas tubulares
 - Baterías monoblocks para pequeñas instalaciones.

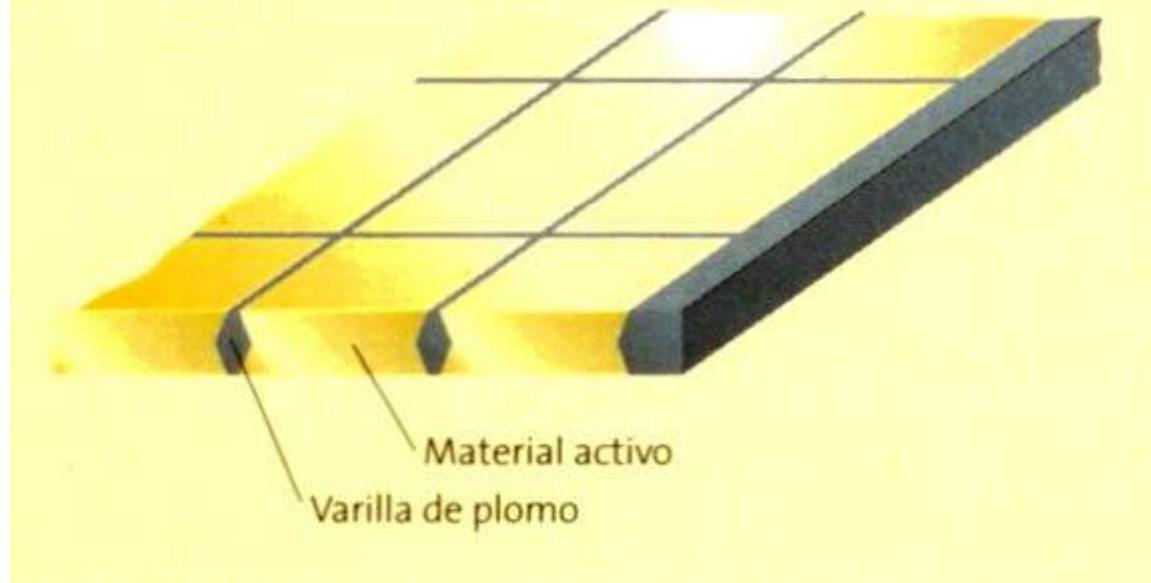
04 Baterías – Tipos de baterías de plomo

Baterías de plomo con placas de rejilla con electrolitos líquidos (solares o de arranque modificadas)

Este tipo de baterías es similar a las de arranque pero modificadas.

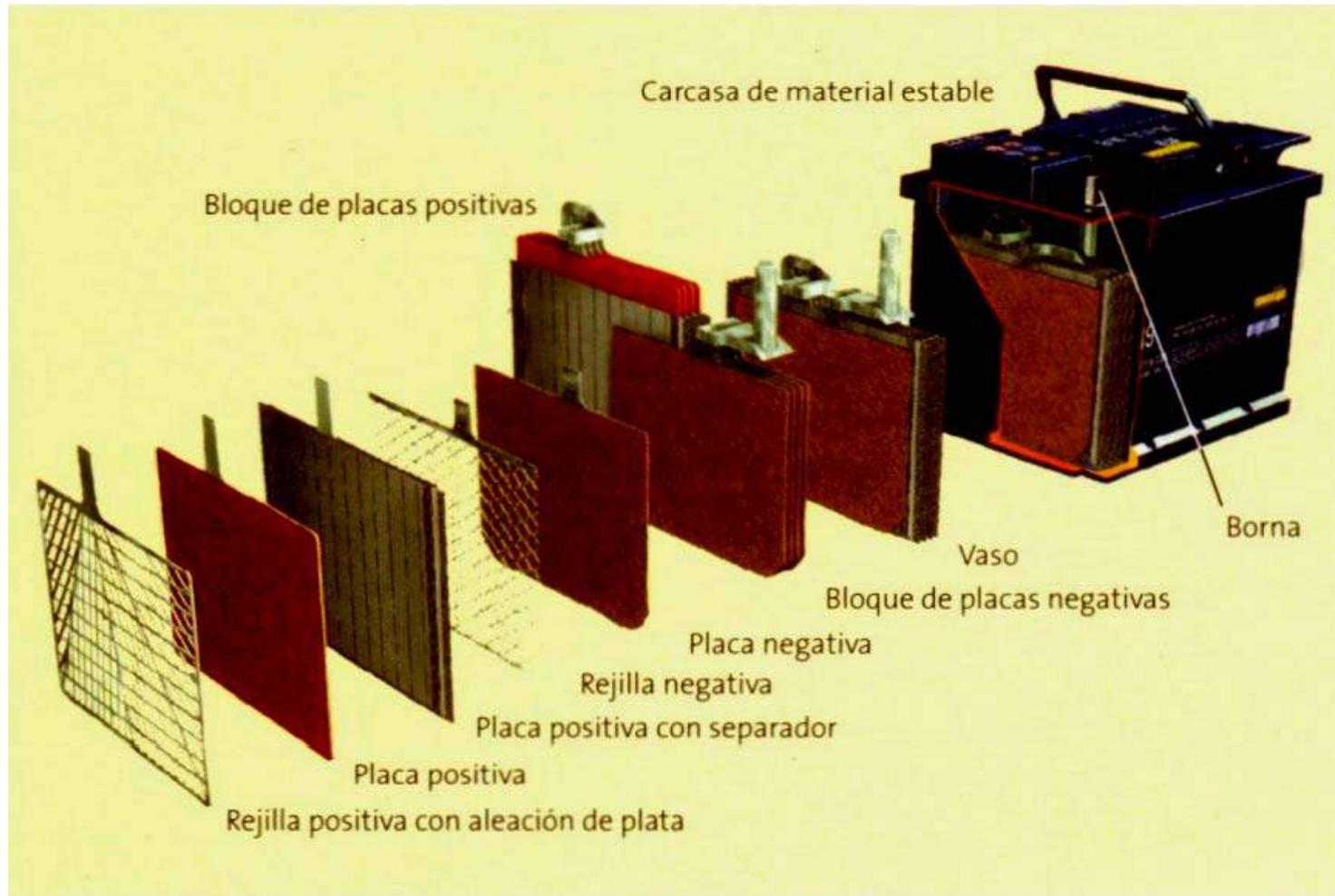
Tanto el electrodo positivo como el negativo son placas de rejilla. Como el material activo se puede colocar sobre la rejilla de forma sencilla los costes de fabricación de este tipo de baterías suelen ser menores que los de otros tipos.

Corte a través de una placa de rejilla



04 Baterías – Tipos de baterías de plomo

Estructura de una batería de plomo con placa de rejilla con electrolitos líquidos



04 Baterías – Tipos de baterías de plomo

Baterías solares o de arranque modificadas

En aplicaciones fotovoltaicas las placas se refuerzan con antimonio.

El electrolito contiene una menor cantidad de ácido

Conseguimos:

Disminuir la autocorrosión

Alargar su duración.

La capacidad de una batería no sólo depende de la corriente con la que se descarga sino también de la temperatura.

04 Baterías – Tipos de baterías de plomo

Batería de gel

Se sustituye el ácido sulfúrico diluido por un gel.

Ventajas:

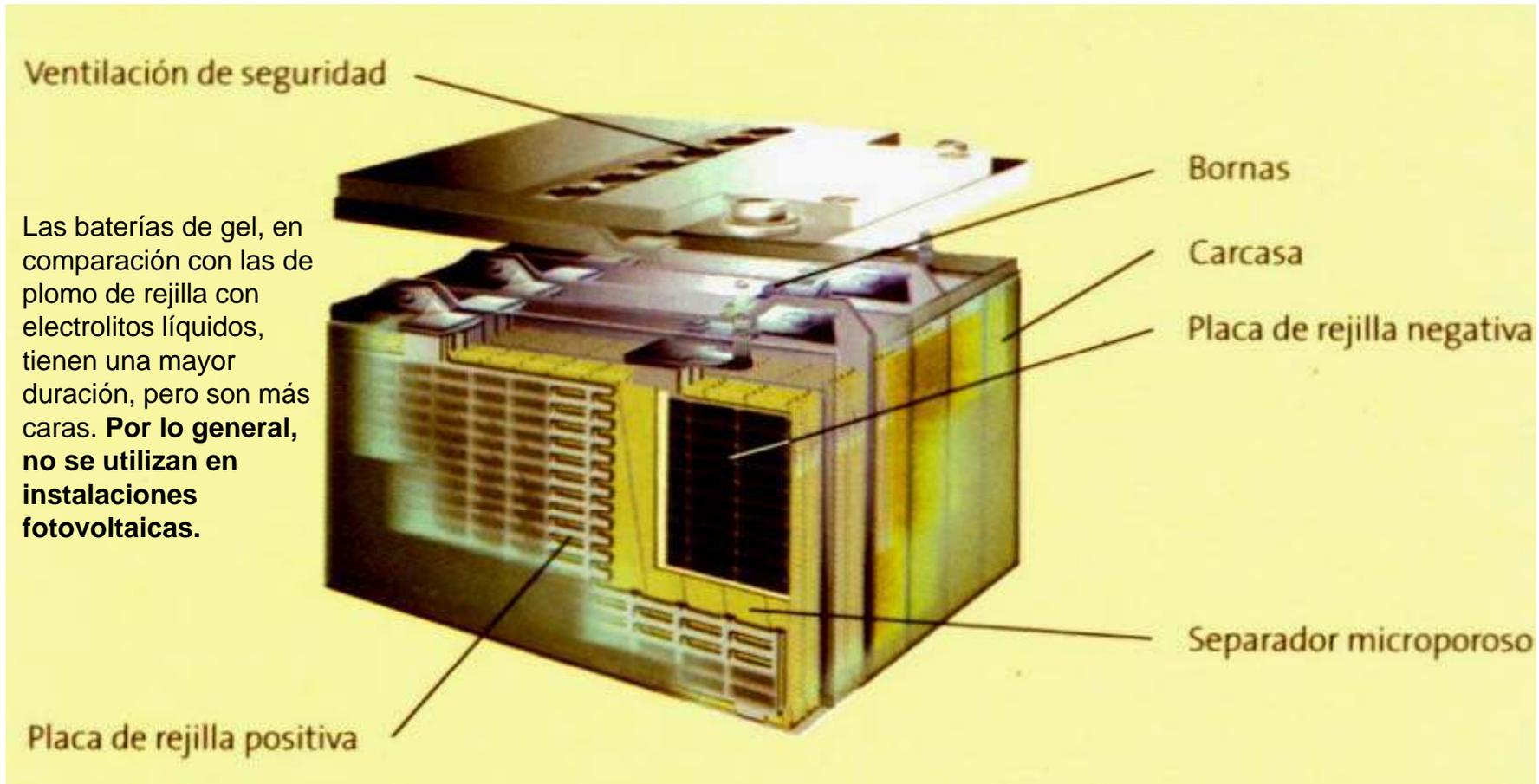
- Ninguna estratificación del electrolito, baja sulfatación
- Alta resistencia de los ciclos
- No hay gasificación, con ello requiere una baja ventilación
- Carcasa hermética, independencia con la ubicación (uso en náutica, caravanas, etc.)
- Libre de mantenimiento, durante su vida no debe rellenarse ningún electrolito

Inconveniente:

- Bajo rendimiento de carga (requiere una corriente muy estabilizada)

04 Baterías – Tipos de baterías de plomo

Estructura de una batería de gel



El estado de carga se determina midiendo tensión en bornas de la batería

04 Baterías – Tipos de baterías de plomo

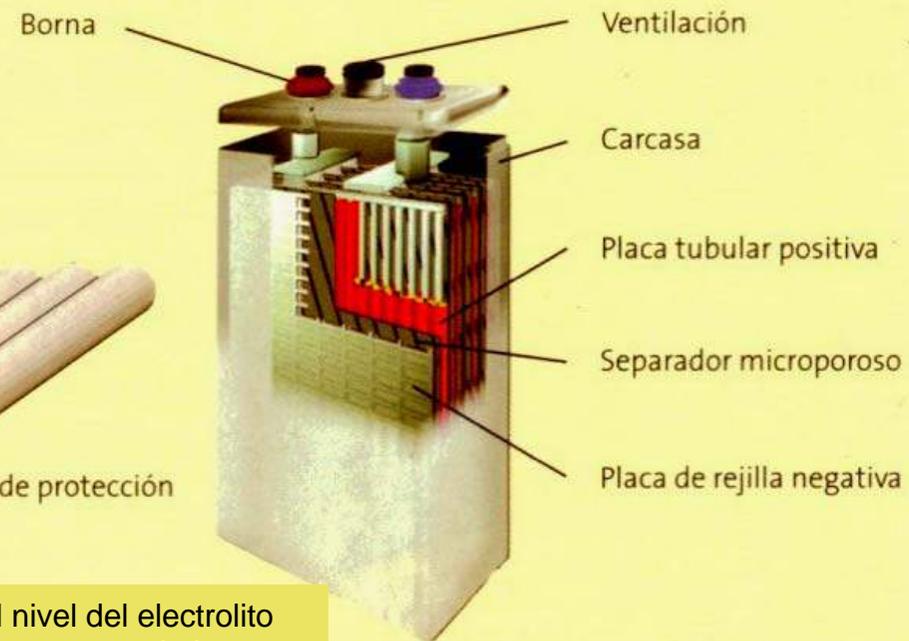
Batería de plomo de placa positiva tubular

típo **OpzS** (Placa tubular estacionaria especial) con electrolitos líquidos

típo **OpzV** (Placa blindada cerrada) con gel como electrolito

El tipo OpzS son las que más se suelen emplear en instalaciones fotovoltaicas.

Sección de una placa tubular y estructura de una batería OpzV con placas blindadas positivas y placas de rejilla negativas



En las baterías del tipo OpzS se debe mantener el nivel del electrolito mientras que las baterías del tipo OpzV, no necesitan mantenimiento.

04 Baterías – Tipos de baterías de plomo

Baterías en bloque con placas de varillas

Es una mezcla entre las placas de rejillas y las placas tubulares.

Ventajas:

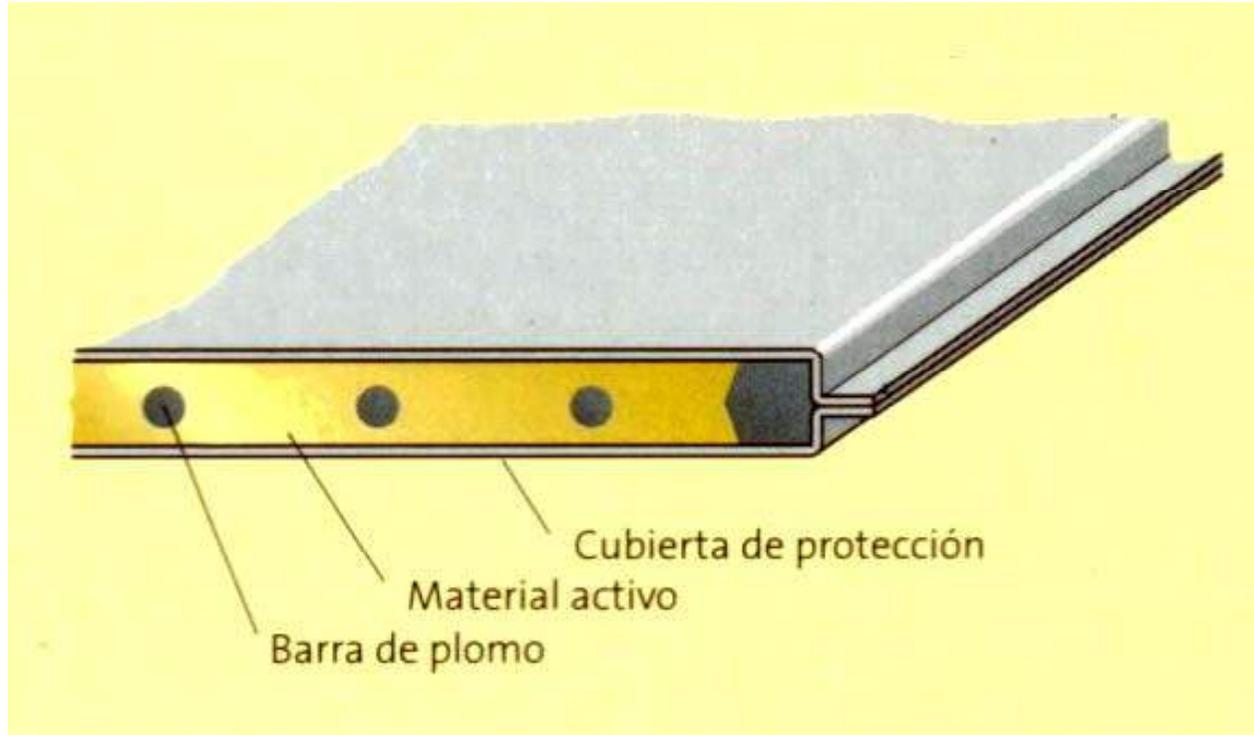
- Las varillas están envueltas por el material activo y todo el conjunto está bajo una cubierta de protección
- Son más fácil y más baratas de fabricar que la placa tubular

Inconveniente:

- Electrolito líquido (mayor mantenimiento)
- Menor duración que las de placas tubulares

04 Baterías – Tipos de baterías de plomo

Sección de una placa de varillas



Las placas
negativas son
todas de rejilla.

Este tipo de baterías es muy adecuada para instalaciones fotovoltaicas.

Índice

04 Baterías

- Estructura y principio de funcionamiento de baterías de plomo
- Tipos de baterías de plomo
- **Características de las baterías**
- Efecto del envejecimiento
- Criterios de elección
- Medidas de mantenimiento y protecciones.
- Reciclado

04 Baterías – Características de las baterías

Capacidad

La capacidad de una batería o vaso, C_t es la cantidad de amperios-hora, que se puede obtener de la batería o vaso, si se descarga a corriente constante durante un tiempo t .

La capacidad nominal, C_{tn} , se determina a partir del producto de la corriente constante de descarga, I_n y el tiempo de descarga, t_n .

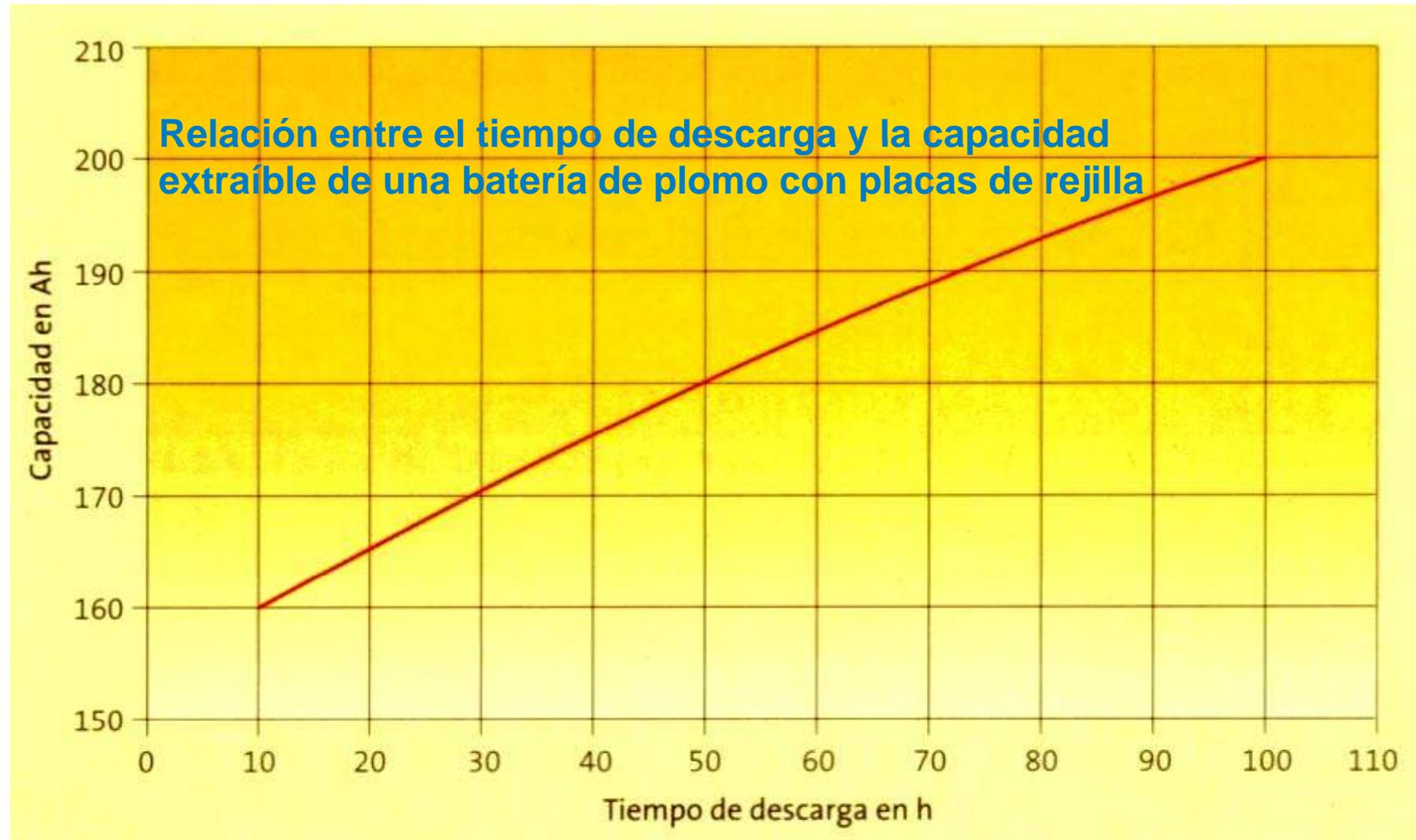
$$C_{tn} = I_n \cdot t_n$$

La capacidad nominal depende de:

- La geometría y la temperatura
- La tensión límite de descarga
- La corriente de descarga.

La capacidad nominal en un tiempo de descarga t es un dato que proporciona el fabricante. Normalmente la refiere a 10 h y a 100 h de descarga para batería solares y en 20 h para baterías de arranque.

04 Baterías - Características de las baterías



04 Baterías – Características de las baterías

Tensión

La tensión nominal de una batería de plomo es de 2V por vaso. Como las tensiones más usuales en instalaciones fotovoltaicas son baterías de 12 V, 24 y 48 V, se requieren 6,12 y 24 vasos respectivamente conectados en serie.

La tensión varía en función del estado de carga de la batería.

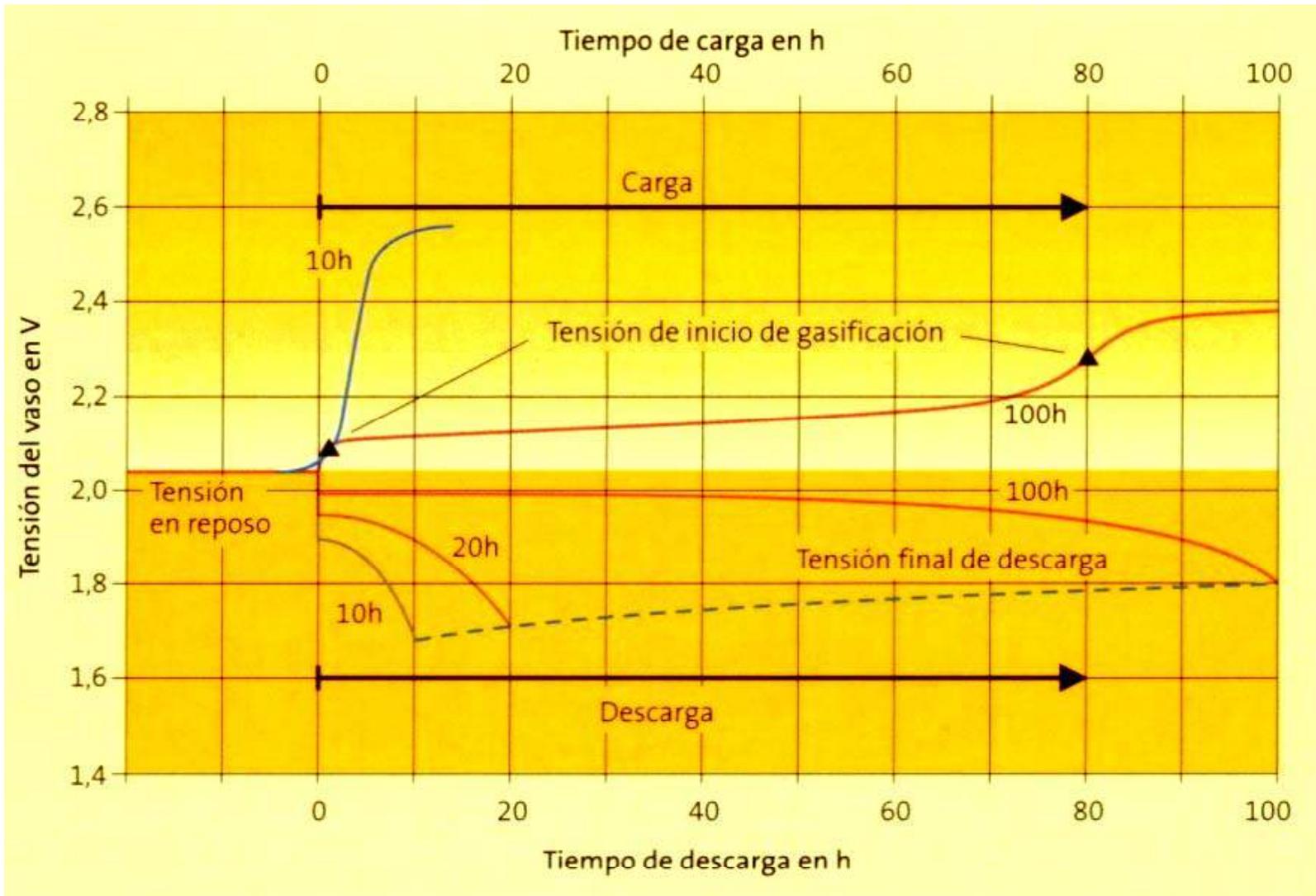
**Recomendaciones para su mayor durabilidad:
Evitar las profundas descargas y las sobrecargas**

Por este motivo, en toda batería existe una tensión máxima de carga y una tensión mínima de descarga que no debe superarse si se desea una durabilidad aceptable. Existen otros niveles de tensión como es la tensión de gasificación, que es la tensión a partir de la cual en el proceso de carga empieza la gasificación.

Tensión en reposo: varía entre 1,96 y 2,12V por vaso

04 Baterías - Características de las baterías

Carga y descarga



04 Baterías – Características de las baterías

Estado de carga de la batería

El estado de carga de la batería indica la capacidad, expresada en tanto por ciento respecto a su valor nominal, que está disponible en la batería.

En instalaciones fotovoltaicas resulta difícil determinar el estado de la carga de la batería debido al continuo proceso de carga y descarga.

Existen dos métodos para su determinación:

- En baterías con electrolitos líquidos midiendo la densidad del electrolito mediante un densímetro.
- Medir tensión en bornas de la batería en reposo

Densidad del electrolito en (g/cm ³)	Tensión de reposo (V)	Estado de carga
1,10	1,96	0%
1,13	1,99	20%
1,16	2,01	40%
1,20	2,05	60%
1,24	2,08	80%
1,28	2,12	100%

04 Baterías – Características de las baterías

Eficiencia de la batería

Factor de carga:

Relación entre los Ah que entran en la batería y los Ah que salen de la batería, idealmente 1.

En realidad este valor oscila entre 1,02 y 1,2

Su inverso será el rendimiento farádico o de carga (entre 0,83 y 0,98)

Rendimiento energético:

Relación entre la energía obtenida y la que entra en Wh (entre 0,7 y 0,85 para baterías nuevas)

Índice

04 Baterías

- Estructura y principio de funcionamiento de baterías de plomo
- Tipos de baterías de plomo
- Características de las baterías
- **Efecto del envejecimiento**
- Criterios de elección
- Medidas de mantenimiento y protecciones.
- Reciclado

04 Baterías – Efecto del envejecimiento

En la batería se producen procesos reversibles e irreversibles:

REVERSIBLES:

Estratificación del electrolito.

Para evitarlo, se recomienda realizar en cada operación de mantenimiento una gasificación controlada.

IRREVERSIBLES:

Sulfatación.

Se produce con las descargas excesivas o profundas, ya que se producen cristales de sulfato que no se vuelven a recombinar para formar plomo y óxido de plomo. Suele darse en la parte baja del vaso.

Corrosión.

Con las sobrecargas aumenta la resistencia en las rejillas positivas y por tanto se facilita la corrosión de las mismas. Asociado a esto, los fragmentos que se desprenden de las rejillas se precipitan al fondo del vaso y provocan cortocircuitos.

Enlodamiento.

La materia activa pierde su adherencia con los ciclos de carga y descarga debido a los cambios de volumen (variación de la densidad). Se precipita y forman lodos pudiendo provocar cortocircuitos.

Secado.

Gasificación continua sin reposición de agua desionizada.

Índice

04 Baterías

- Estructura y principio de funcionamiento de baterías de plomo
- Tipos de baterías de plomo
- Características de las baterías
- Efecto del envejecimiento
- **Criterios de elección**
- Medidas de mantenimiento y protecciones.
- Reciclado

04 Baterías – Criterios de elección

- Factores de los que depende la elección:
 - Perfil de demanda de energía
 - Temperatura del ambiente
 - Tiempo anual de funcionamiento
 - Régimen de descarga (pequeñas o grandes potencias)
 - Ciclos por semana
 - Costes
 - Ubicación
 - Mantenimiento
 - Garantía

04 Baterías – Criterios de elección

- Características a tener en cuenta:
 - Alta Relación calidad–precio–capacidad
 - Bajo requerimiento de mantenimiento
 - Elevada vida útil
 - Baja autodescarga y alto rendimiento energético
 - Carga con bajas corrientes
 - Alta densidad energética (cuando se dispone de poco espacio)
 - Posibilidad de reciclado

Ningún tipo de batería cumple con todos los requisitos

04 Baterías – Criterios de elección

Instalaciones fijas con usos esporádicos:

Se recomiendan las baterías estacionarias de plomo con placa de rejillas en bloque con electrolitos líquidos.

Razones:

- Económicas
- Poco mantenimiento
- Soportan largos períodos sin funcionar

Siempre se deben instalar en un lugar protegido de daños exteriores y de derrames de electrolito.

Instalaciones en uso todo el año:

Se recomiendan las batería estacionarias de placa positiva tubular del tipo QpzS.

Sólo cuando no es posible ventilación y no se puede hacer ningún tipo de mantenimiento se recomienda las del tipo OpzV.



Índice

04 Baterías

- Estructura y principio de funcionamiento de baterías de plomo
- Tipos de baterías de plomo
- Características de las baterías
- Efecto del envejecimiento
- Criterios de elección
- **Medidas de mantenimiento y protecciones**
- Reciclado

Baterías – Medidas de mantenimiento y protección

- Revisión a fondo cada 6 meses de la sala de la baterías.
 - Limpieza de la superficie de las baterías, para evitar posibles cortocircuitos debido al polvo húmedo y para evitar la suciedad.
 - Control de las uniones de los vasos.
 - Control de los niveles de electrolito, y si es necesario abrir los tapones y rellenar con agua desionizada
 - Medida de todas las tensiones de los vasos y del conjunto y de la densidad del electrolito en todos los vasos, estando la batería en reposo.
 - Carga total intensiva hasta una tensión de 2,4V por vaso, manteniendo la gasificación durante varias horas, con lo que se homogeneizará el electrolito (no hacerlo en el caso de baterías de Gel)

04 Baterías – Medidas de mantenimiento y protección

La sala de las baterías son en general un lugar con **riesgo de corrosión, explosión y eléctrico.**

El **ácido sulfúrico** es peligroso para el ser humano y para el medio ambiente y **ocasiona por contacto erupciones** en la piel, de los vías respiratorias y de los ojos.

Evitar un cortocircuito a la salida, por lo que se ha de instalar un fusible a la salida de los conductores de las baterías

04 Baterías – Medidas de mantenimiento y protección

- Recomendaciones para la sala de baterías:
 - Se consultará con el proveedor los requisitos de las baterías.
 - Señalización de sala de baterías, riesgo eléctrico, riesgo de explosión y de corrosión, así como prohibido fumar.
 - No se instalarán baterías en locales habitados ni en aquellos donde pudiera existir un foco caliente o chispa.
 - La sala de baterías se procurará que esté lo más cerca posible del campo de módulos solares y equipos acondicionadores de potencia.
 - Las baterías se instalarán de forma que sea fácil realizar el mantenimiento.
 - Se aislarán adecuadamente las estructuras soporte de las baterías. No se recomienda el uso de estructuras soporte de cobre, aluminio y acero galvanizado por ser atacados por el electrolito.
 - Se procurará, en general, que sean inaccesibles simultáneamente los dos bornes (positivo y negativo). Este aspecto es importante cuando las tensiones de trabajo superan los 60V. En estos casos la distancia entre los bornes positivo y negativo de mayor diferencia de potencial será, como mínimo, 1,5 m.
 - Se aislará mediante fundas de elementos no conductores los bornes positivos y negativos de todos los vasos que constituyen la batería.
 - Las baterías deben estar separadas unas de otras, al menos, 10 mm.

04 Baterías – Medidas de mantenimiento y protección

- Las hileras de baterías serán accesibles, al menos, por un lado.
- La iluminación de la sala se realizará mediante lámparas fluorescentes o halógenas.
- Las superficies de las paredes serán lisas. Es recomendable el uso de materiales cerámicos o pinturas adecuadas.
- El suelo será llano y resistente al electrolito.
- No se requieren necesariamente ventanas. Si existieran se impedirá que las baterías reciban radiación directamente sobre ellas. Si son accesibles desde fuera se protegerá con malla fina menor o igual de 10 x 10 mm. para impedir la entrada de hojas o animales.
- Las baterías irán protegidas con sistemas de protección contra sobrecargas o cortocircuitos desconectando simultáneamente ambos polos (positivo y negativo).
- El ancho de pasillos será una vez y media el ancho de los vasos y, como mínimo 500mm, en general, se recomiendan 700 mm.
- La distancia entre la pared y la batería será, al menos, de 500 mm.
- La puerta de entrada a la sala de baterías se abrirá hacia fuera, tendrá cerradura y su ancho será, como mínimo, 1 m.
- En salas con baterías de más del 500 Ah de capacidad será necesario asegurar que, en caso de derrame del electrolito, éste no pase a otras salas anexas. La sala podría tener un pequeño umbral en la puerta, que acabe en rampa hacia fuera con el objeto de favorecer la entrada de carretillas.
- La sala de baterías será de uso exclusivo para este fin, no pudiéndose colocar otros equipos, ni siquiera interruptores ni tomas de corriente. Usar extintores de clase C.

Índice

04 Baterías

- Estructura y principio de funcionamiento de baterías de plomo
- Tipos de baterías de plomo
- Características de las baterías
- Efecto del envejecimiento
- Criterios de elección
- Medidas de mantenimiento y protecciones
- **Reciclado**

04 Baterías – Reciclado

- **Se componen de plomo y ácido, sustancias peligrosas y contaminantes, por tanto:**
 - Está prohibido dejar la batería en un contenedor de recogida de basura público
 - Deben ser retiradas por empresas acreditadas o por los propios fabricantes de baterías o instaladores.
 - Existen puntos de recogida (puntos limpios) que las reciclan.
- **En Europa se reciclan las baterías hasta en un 95% y el plomo recuperado es reutilizado en nuevas baterías.**

Índice

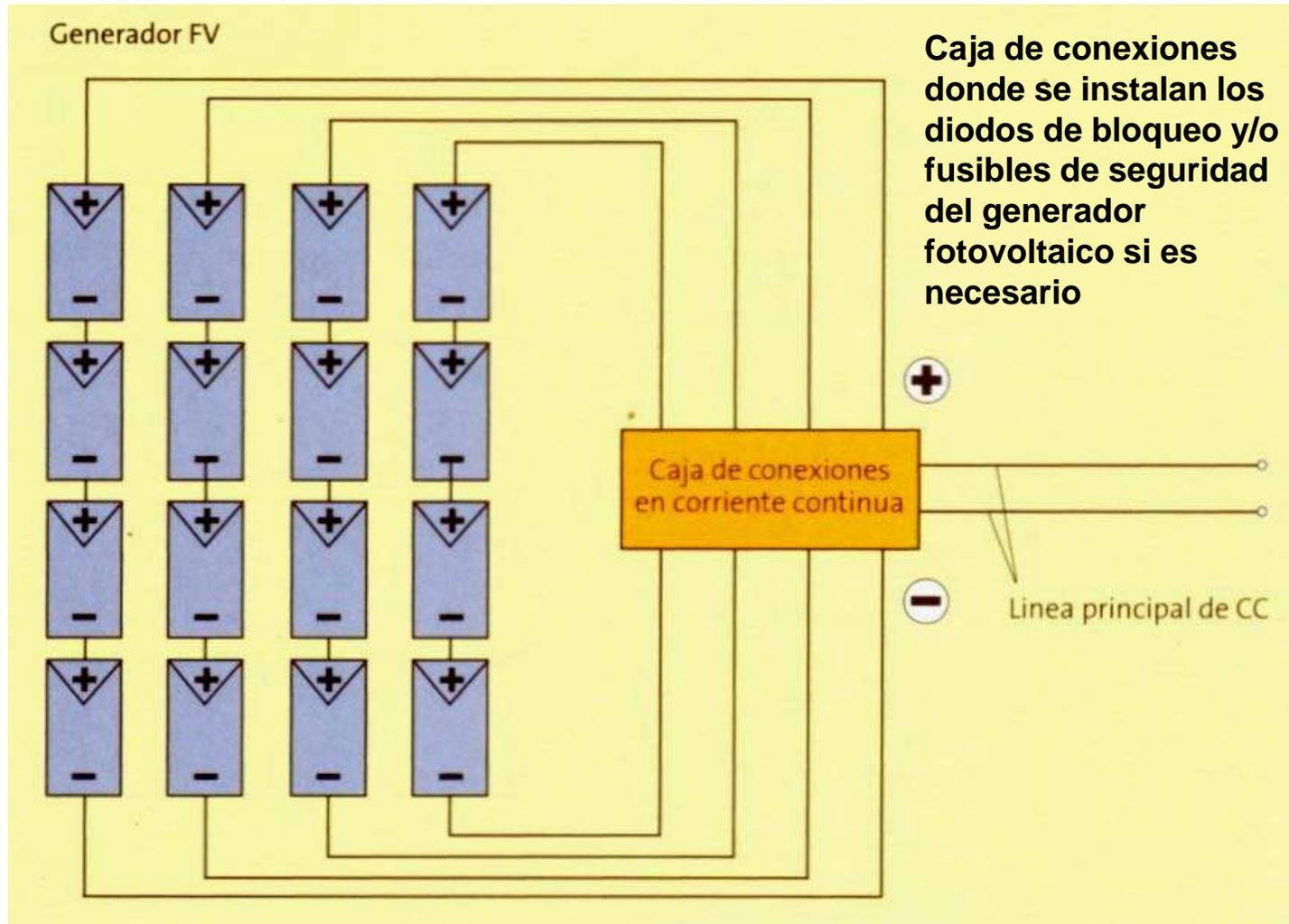
05 Accesorios

- Caja de conexiones del generador fotovoltaico, diodo de bloqueo y fusibles
- Cableado y conducciones
- Interruptor en carga de corriente continua

05 Accesorios – Caja de conexiones del generador fotovoltaico, diodo de bloqueo y fusibles

- Caja de conexiones general común del generador fotovoltaico:
 - Cuando existen gran nº de paneles conectados entre sí a esta caja llegan los polos + y - de cada subcampo así como el cable de conexión equipotencial conectado a tierra.
 - Se conectan también los fusibles o diodos de bloqueo así como un punto de puesta a tierra.
 - Dispositivos de control del aislamiento y/o varistores.
 - Interruptor general (desconexión de las salida del generador fotovoltaico)
 - Protección mínima IP64 y aislamiento clase II
 - Identificación interior de circuitos y elementos interconectados en la caja.
 - Acceso limitado al personal especializado (>120V)

05 Accesorios – Caja de conexiones del generador fotovoltaico, diodo de bloqueo y fusibles



05 Accesorios – Caja de conexiones del generador fotovoltaico, diodo de bloqueo y fusibles

Diferentes tipos de fusibles



Para evitar el efecto del punto caliente en la salida de los subcampos del generador fotovoltaico, se suelen instalar diodos de bloqueo o fusibles muy bien calibrados y ajustados.

Cuando se usan los fusibles se fija su tensión al **doblo de la tensión a circuito abierto del ramal en condiciones STC**.

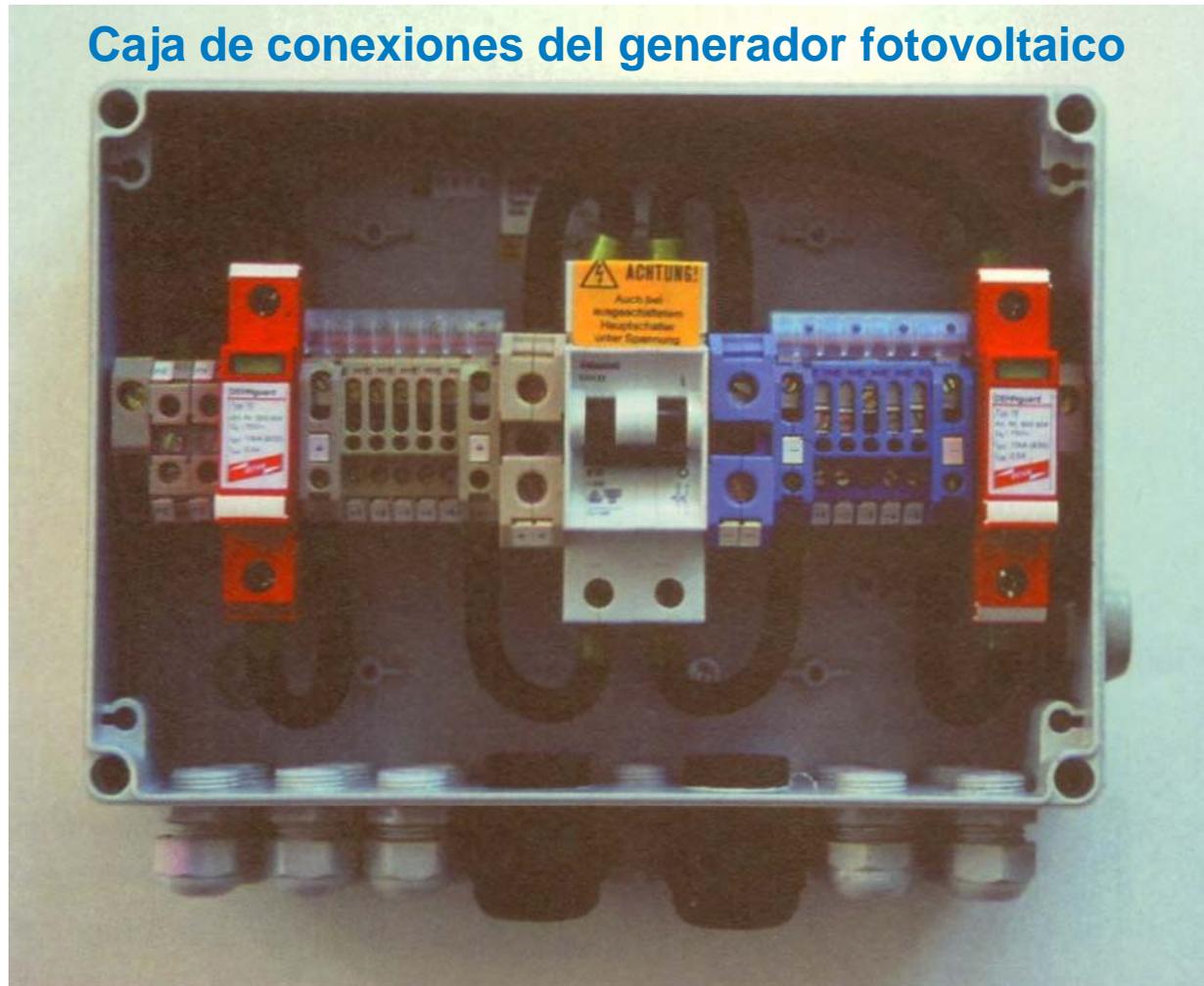
Los fusibles se conectan en el sentido de circulación de la corriente.

Inconveniente:

Provoca unas pérdidas de potencia entre el **0,5 y el 2%** debido a la caída de tensión en el fusible que es del orden de 0,5 a 1V.

05 Accesorios – Caja de conexiones del generador fotovoltaico, diodo de bloqueo y fusibles

Caja de conexiones del generador fotovoltaico



Índice

05 Accesorios

- Caja de conexiones del generador fotovoltaico, diodo de bloqueo y fusibles
- **Cableado y conducciones**
- Interruptor en carga de corriente continua

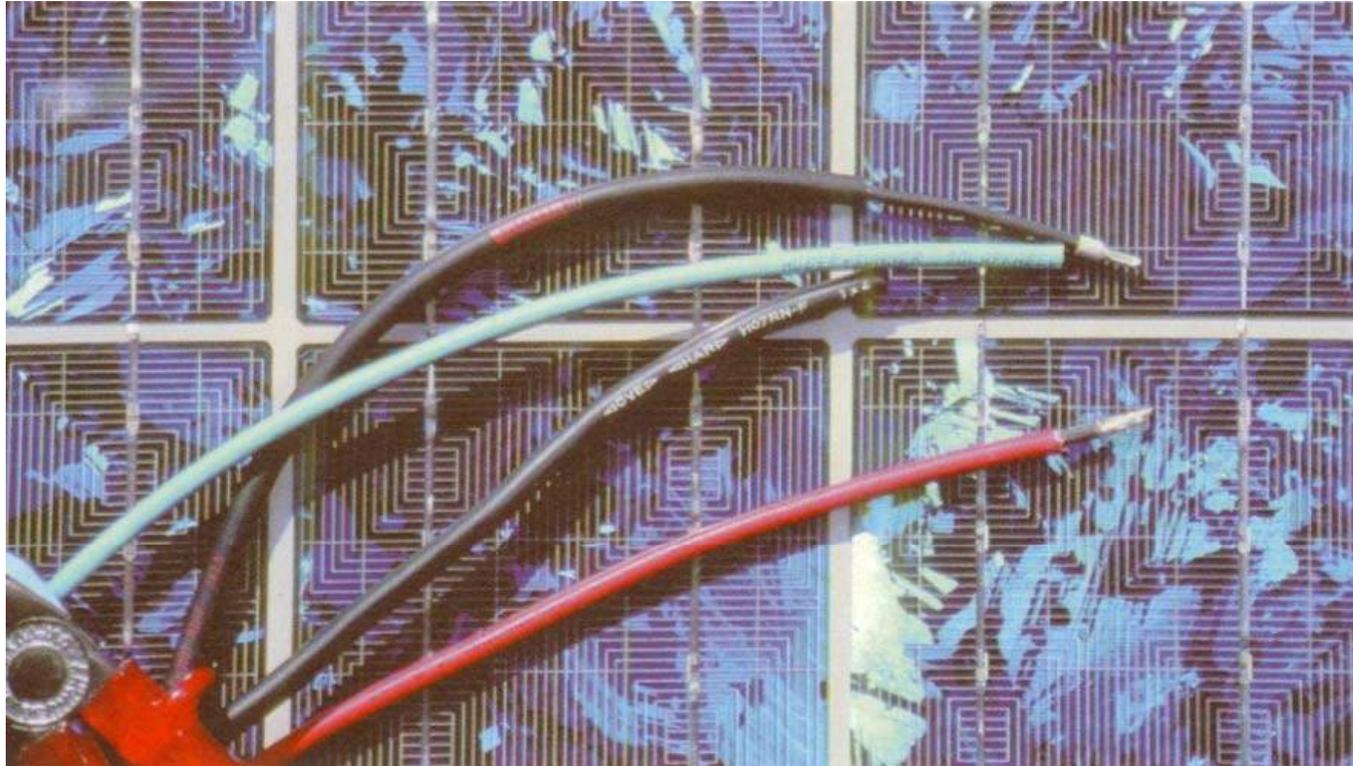
05 Accesorios – Cableado y conducciones

Conducciones de los módulos y de los ramales

- Elementos a interconectar:
 - Módulos
 - Ramales
 - Salida del generador
 - Interconexión batería–regulador
 - Interconexión inversor–batería o inversor–generador
 - Salida del inversor

05 Accesorios – Cableado y conducciones

- Líneas de módulos o de ramal:
 - Conductores unipolares, de doble aislamiento, uno para el polo positivo, de color rojo, y otro para el polo negativo, de color negro.
(de 55°C hasta 125°C).



05 Accesorios – Cableado y conducciones

- En los conectores de los módulos se pueden conectar cables con una sección desde 1,5 mm² hasta un máximo de 6 mm².
- Mantener el código de colores en toda instalación:
 - Rojo, azul, gris, negro y amarillo-verde

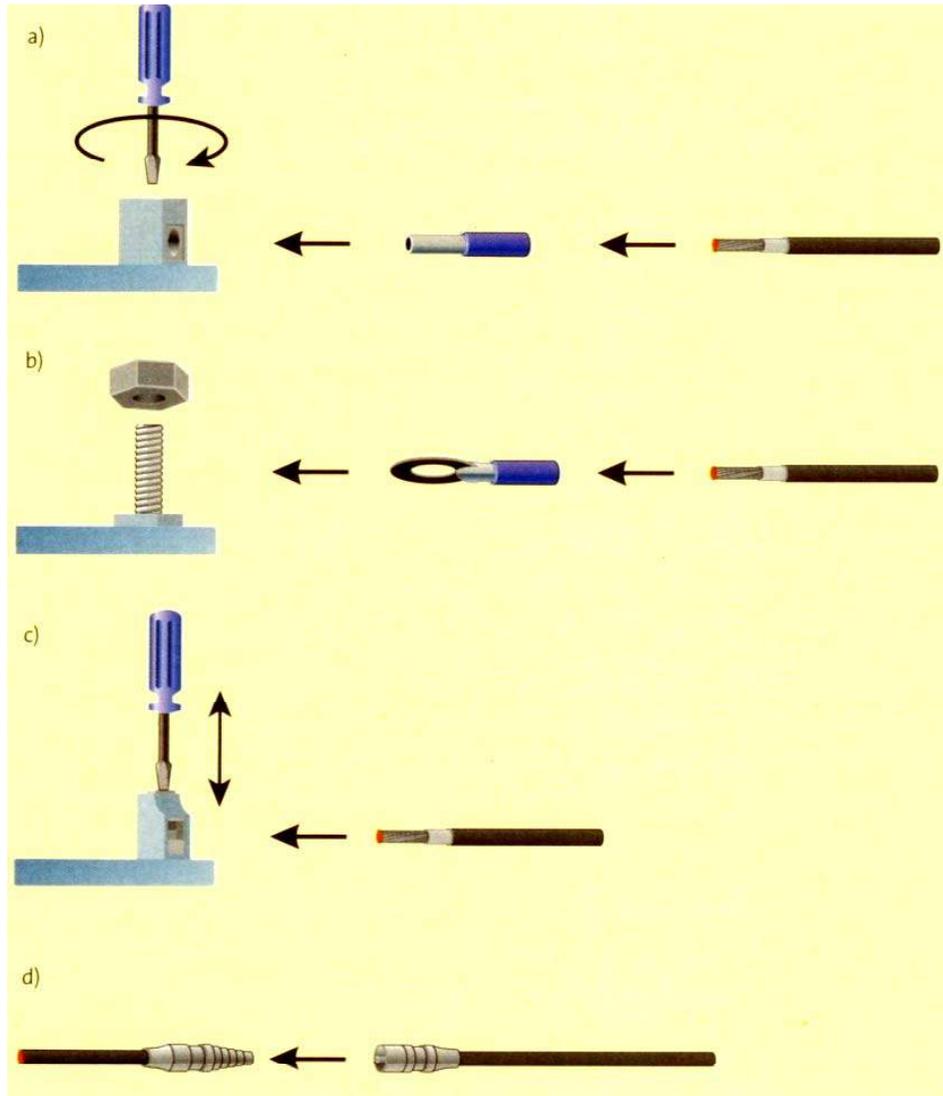
Técnica de conexionado

- La conexión de las conducciones de los módulos y de determinados cableados en CC deben de realizarse con mucho cuidado. Una mala conexión puede ser el origen de arcos eléctricos estacionarios y con ello el aumento del riesgo de incendio.

05 Accesorios – Cableado y conducciones

- Habitualmente se emplean cuatro formas diferentes de conexionado:
 - a) Cable con terminal en punta atornillado
 - b) Cable con terminal en aro atornillado
 - c) Cable sin terminal aprisionado
 - d) Cable con multicontacto

05 Accesorios - Cableado y conducciones



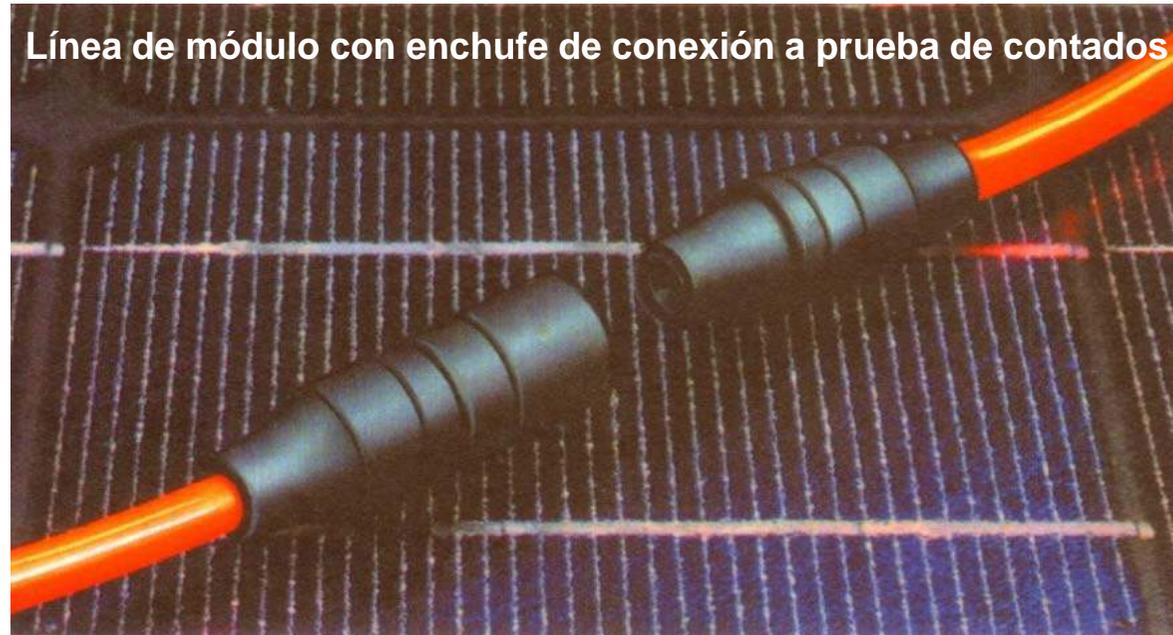
Cable con terminal en punta atornillado

Cable con terminal en aro atornillado

Cable sin terminal aprisionado

Cable con multicontacto

05 Accesorios - Cableado y conducciones



Conectores a prueba de contados



05 Accesorios – Cableado y conducciones

Línea principal de corriente continua

La línea principal de corriente continua conecta la caja de conexiones del generador con el inversor en instalaciones de conexión a red y con el regulador, batería e inversor, en instalaciones aisladas.

Además de los tipos de conductores indicados anteriormente se emplean en ocasiones, por razones de costes, conducciones con revestimiento de PVC. Si se utilizara PVC como revestimiento en las conducciones se ha de introducir en tubos de protección para evitar la inestabilidad frente a los rayos UV del PVC en las instalaciones a la intemperie.

En las conducciones se suele utilizar plástico halogeneizado.

Por razones medioambientales se deben elegir productos libre de halógenos.

La línea principal de corriente continua se debe conectar estando todos los polos sin tensión alguna. Para ello se utilizan un interruptor general de CC y una unión desmontable que se sitúan en la caja de conexiones del generador.

05 Accesorios – Cableado y conducciones

Conductores a la salida del inversor

- Inversor trifásico:
 - Línea tetrapolar
- Inversor monofásico:
 - Línea tripolar
- En las instalaciones aisladas, la salida del inversor debe ir al **cuadro general de mando y protección** donde están los interruptores magnetotérmicos y diferenciales.

05 Accesorios – Cableado y conducciones

Accesorios de la instalación

- Los accesorios que vayan por exterior como por ejemplo los tubos, las fijaciones y empalmes para cables deben ser estables a los agentes meteorológicos y a la radiación UV.
- Las formas más simples de fijación se realizan con empalmes o abrazaderas de unión. Se indica a continua las diferentes posibilidades de fijación que se pueden emplear:
 - Tubos blindados
 - Tubos corrugados
 - Canaleta de cables
 - Empalmes de cables
 - Abrazadera sujetacables
 - Abrazaderas atornilladas

Índice

05 Accesorios

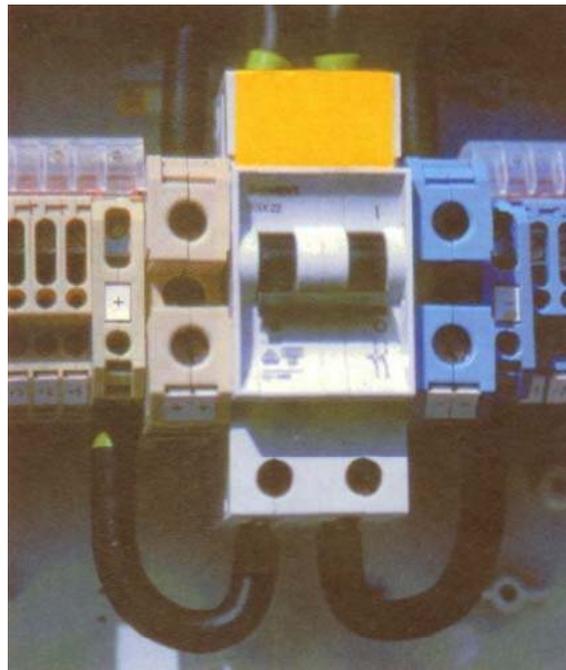
- Caja de conexiones del generador fotovoltaico, diodo de bloqueo y fusibles
- Cableado y conducciones
- **Interruptor en carga de corriente continua**

05 Accesorios – Interruptor en carga de corriente continua

Interruptor en carga de corriente continua

- Es el elemento de separación entre el inversor y el generador fotovoltaico.
- Se instala para realizar los trabajos de reparación y/o mantenimiento **IEC 60364-7-712**

Se debe dimensionar de acuerdo a la máxima tensión de circuito abierto del generador fotovoltaico (V_{ca} a 10°C) así como para la máxima corriente del generador (I_{cc} según STC)



Interruptor general de CC

05 Accesorios – Interruptor en carga de corriente continua

- Ubicación en la instalación fotovoltaica:
 - En ocasiones el interruptor general de corriente continua se encuentra situado en la caja de conexiones del generador pero debido a aspectos técnicos de seguridad el mejor lugar es **inmediatamente anterior al inversor.**

