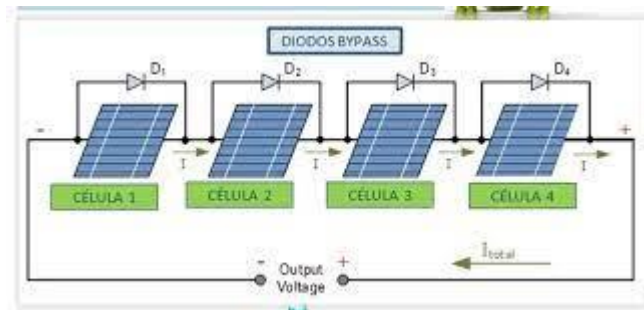


MITIGAR EL EFECTO DE LAS SOMBRAS

Poco podremos hacer con los elementos que proyectan sombra, como árboles que no sean nuestros o edificios cercanos. Por eso, si el estudio de sombras no sale positivo, se puede tratar de mitigar el efecto con:

- La orientación de los paneles. Es posible que, aunque no encaren la dirección teóricamente perfecta, enfocarlos a la parte sin sombras haga que el rendimiento sea mayor.
- El ángulo de los paneles. Si podemos jugar con él, es posible que nos evite algunas sombras.
- Dispositivos como diodos de bypass. Estos permiten que la corriente de los paneles a los que no les da la sombra pueda fluir bien alrededor de la cadena de células afectadas por ella.



CÓMO CONECTAR MIS PANELES SOLARES

Una cuestión que se plantea a nuestros clientes a la hora de realizar la instalación de un kit solar, es cómo deben de cablear los paneles.

Es una cuestión muy importante saber cómo deben cablearlos para obtener la tensión de diseño de la instalación.

Según el modo de conexión puede ser:

- en serie
- paralelo
- combinación de serie y paralelo.

Conectar los paneles solares en paralelo

Tenemos que conectar todos los positivos, y por otro lado todos los negativos.

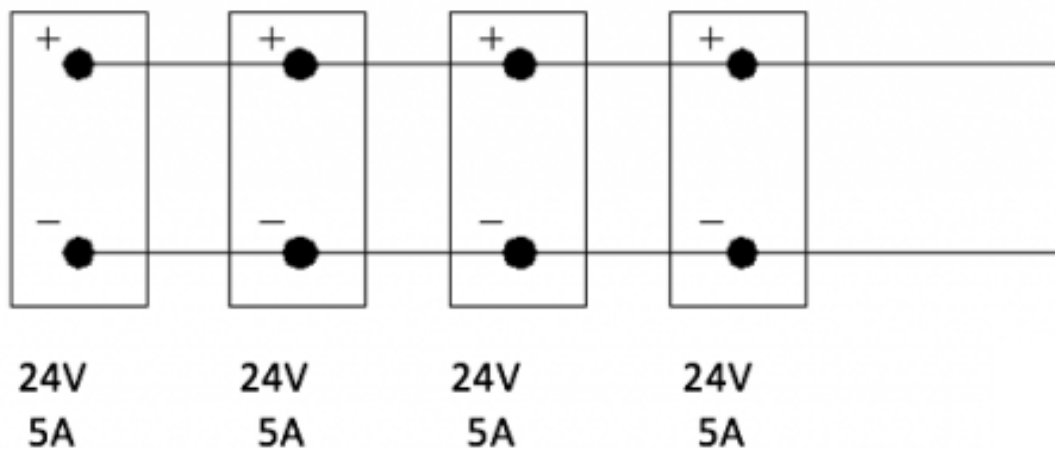
De esta forma la tensión conseguida (voltios) es la del panel solar, y la intensidad (amperios) que discurrirá por la línea que baje de paneles será la suma de todas las intensidades de cada panel.

Por ejemplo, si conectamos 4 paneles solares de 190W 24V ($V_{mp}=37,08V$) 5A en paralelo, nos dará como resultado un campo fotovoltaico de 760Wp con una intensidad en amperios que bajará del campo fotovoltaico medida en condiciones estándar de 20A a una tensión de 24V.

<https://autosolar.co/pdf/fichatecnica-1002123.pdf>

ELECTRICAL DATA AT STC*

Power output (Pmax)	200 W
Power tolerance	0~+5 W
Module efficiency	15.27 %
Maximum power voltage (Vmp)	24.36 V
Maximum power current (Imp)	8.21 A



Paralelo 24V - 20A

Los paneles conectados en paralelo incrementan la salida de intensidad (amperios).

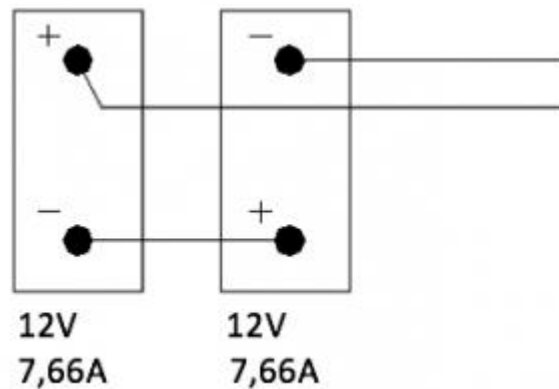
Para realizar esta conexión entre dos placas, se recomienda utilizar el conector de derivación MC4, para hacer la conexión de forma estanca y segura. Esto nos asegurará una conexión eléctrica segura frente a inclemencias atmosféricas.



Conectar los paneles solares en serie.

Tenemos que conectar el positivo de un panel solar al negativo del siguiente panel y así sucesivamente. De esta manera la tensión será la suma de las tensiones de todos paneles conectados y la intensidad no se verá modificada.

Por ejemplo, si conectamos 2 placas solares de 140W 12V ($V_{mp}=18,08V$) 7,66A en serie, tendremos como resultado un campo fotovoltaico de 280Wp a una tensión de 24V y con una intensidad medida en condiciones estándar de 7,66A.



Serie 24V – 7,66A

Los paneles conectados en serie incrementan la salida de voltaje (voltios)

Este tipo de conexión en serie es muy frecuente, si utilizamos reguladores MPPT que permiten unas tensiones de entrada del campo fotovoltaico más elevadas (100V o 150V tensión máxima en circuito abierto) que las de batería.

Por lo que si utilizamos reguladores MPPT nos permite conectar paneles a una tensión mayor que la de baterías, el número de paneles serie que se podrá conectar dependerá del tipo del MPPT elegido. Además este tipo de reguladores consiguen sacar más de un 20% más de producción a los paneles.

Si utilizamos reguladores PWM, sólo podremos utilizar paneles de 36 células o 72 células, para tensiones de conexión de paneles de 12V, 24V o 48V. No se podrán utilizar con este tipo de reguladores paneles de 60 células.

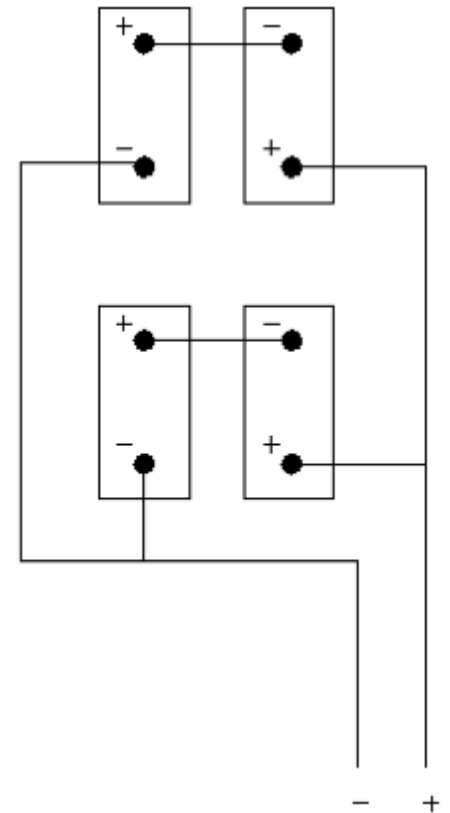
Conexión de paneles solares en serie-paralelo.

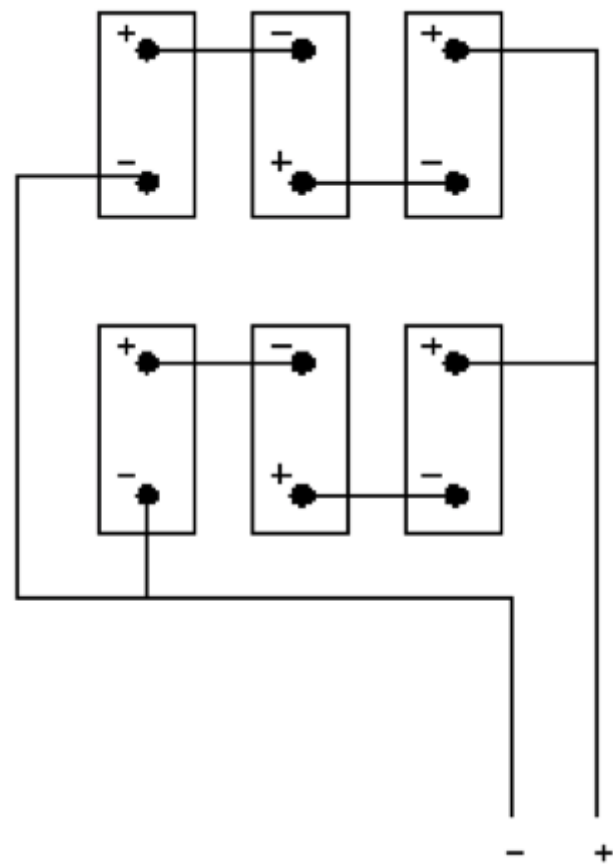
También, en muchas ocasiones es necesaria la mezcla de los dos tipos de conexiones para poder conseguir la intensidad y tensión idónea para el sistema.

Con este sistema se aumenta tanto la tensión como la intensidad del sistema.

Por ejemplo, necesitamos conectar 4 paneles solares 260 W, 60 células, 30,3 Vmp, 8,58A, a un regulador maximizador MPPT EPSOLAR TRACER 4210 A. necesitamos realizar una conexión 2 grupos de 2 paneles series y estos dos grupos entre ellos en paralelo.

Con este sistema conseguiremos una tensión de 60,6Vmp y una intensidad de 17,16A.





SISTEMA DE VENTILACIÓN

Debido a que durante el proceso de carga y descarga de las baterías existe una producción de Hidrógeno y oxígeno desasociados.

El alto nivel de inflamabilidad que posee el Hidrógeno requieren evitar en todo momento la formación de concentraciones que alcancen el nivel de riesgo de llama o de explosión.

El alto nivel de inflamabilidad que posee el Hidrógeno requieren evitar en todo momento la formación de concentraciones que alcancen el nivel de riesgo de llama o de explosión.

Se dice que los niveles aceptados son de 4% por volumen en el ambiente. De este modo la recomendación es tener sistemas de alarma y detección a partir de al menos el 2% y si es posible una pre alarma al 1% de H₂ por volumen.

Debido a la poca densidad del H₂ , este tiende a ubicarse en la parte alta del recinto, sin embargo se corre el riesgo de tener acumulaciones puntuales de H₂

La producción de H₂ es de $1.27 \cdot 10^{-7}$ m³/s por amperio por celda.

La práctica recomienda utilizar sistemas de ventilación, natural o forzado que garanticen una evacuación de aire suficiente para no llegar a densidades de acumulación peligrosas (no mayor al 2%)

$$Q = 1.53 \cdot 10^{-5} \cdot N \cdot I \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Q = flujo de aire

N = número de celdas conectadas

I = corriente en amperios

PANELES SOLARES CONECTADOS EN SERIE



Como observamos, el arreglo en serie se conserva el la potencia y corriente y se aumenta el voltaje del sistema.

PANELES EN PARALELO: se utiliza para incrementar corriente y potencia.

Se calcula de manera similar, teniendo la corriente máxima por cada mppt que es de 13,3 A, y tomando la corriente de cortocircuito I_{sc} del panel de 9,18 A, se hace el cálculo de cuantos se pueden instalar

Se calcula de manera similar, teniendo la corriente máxima por cada mppt que es de 13,3 A, y tomando la corriente de cortocircuito I_{sc} del panel de 9,18 A, se hace el cálculo de cuantos se pueden instalar.

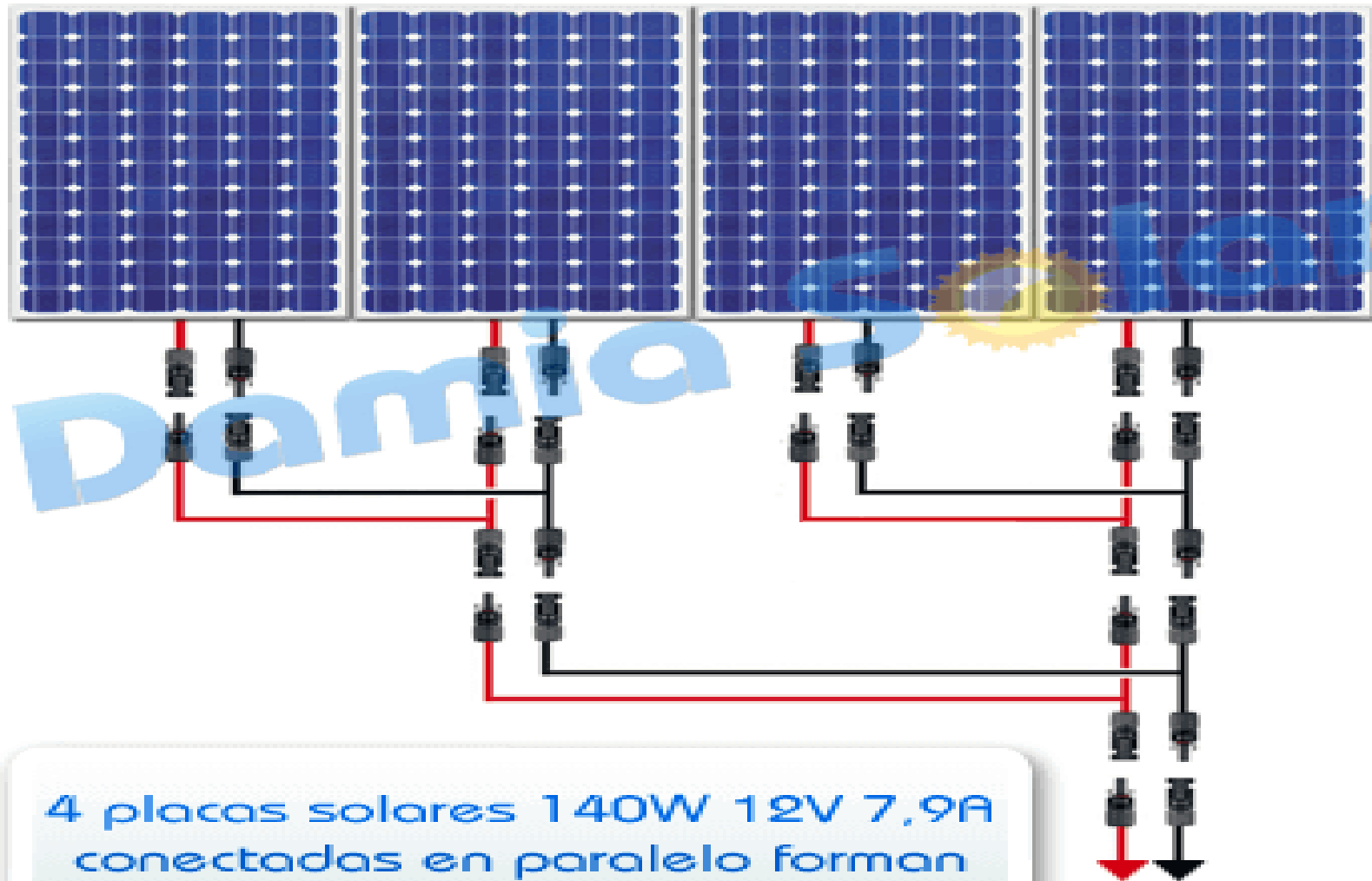
$$N_{\text{paralelo, max}} = \frac{I_{\text{inv, max}}}{I_{\text{sc}}} = \frac{13,3}{9,18} = 1,44 = 1$$

Panel JinkoSolar 275Wp		Inversor Galvo 1.5-1	
Voc (V)	39,2	Mppt	1
Vmp(V)	32	Max I Mppt(A)	13,3 (mppt)
Isc (A)	9,18	Vmax DC(V)	420
Imp(A)	8,61	Rango de Voltaje	120-420
Potencia (W)	275 Wp	Potencia max(W)	3.000

Calculador de sistemas fotovoltaicos

<https://fronius.solarconfigurator.de/solar.configurator/quick>

Conexión de placas en paralelo

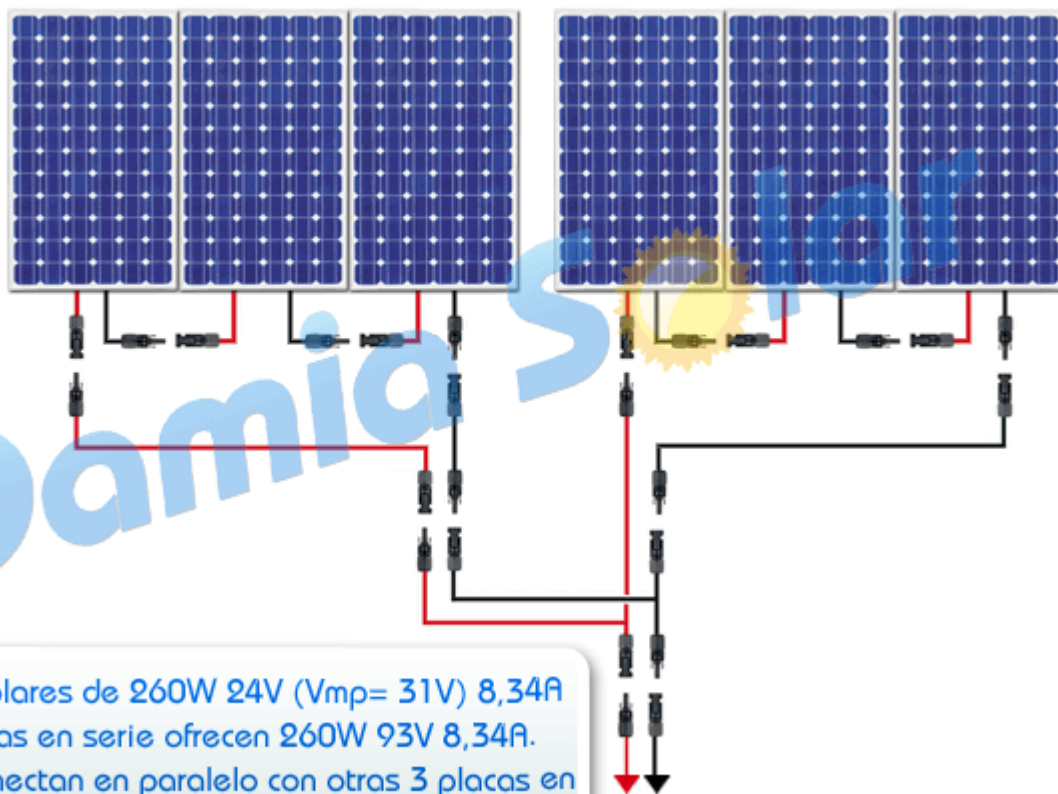


4 placas solares 140W 12V 7,9A
conectadas en paralelo forman
un sistema de 560W 12V 31,6A

Indica que en paralelo
se conserva el voltaje y
se aumenta la potencia
y corriente del sistema.

La conexión mixta en serie y paralelo se suele utilizar habitualmente en instalaciones solares donde se conecten 5 o más placas solares de 60 células y potencia superior a 200W, ya que permite obtener un voltaje no demasiado alto y a su vez, multiplicar el amperaje total de la instalación.

Conexión de placas en serie y paralelo



3 placas solares de 260W 24V ($V_{mp} = 31V$) 8,34A
conectadas en serie ofrecen 260W 93V 8,34A.
Estas se conectan en paralelo con otras 3 placas en
serie para crear un sistema de 520W 93V 16,68A.

Si se dispone de 6 placas solares de 260W 8,34A y V_{mp} de 31 o 32V, se conectarán 2 grupos de 3 placas en serie y luego se conectarán los 2 grupos entre ellos en paralelo.

Resultando un sistema de 520W 93V 16,68A.

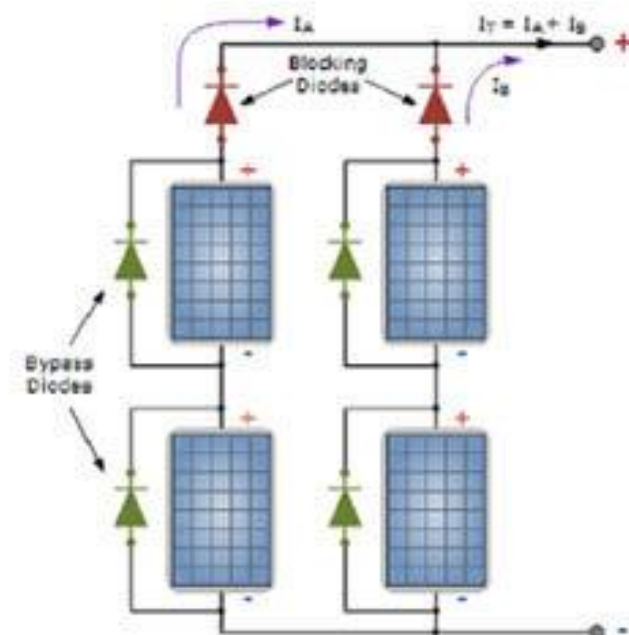
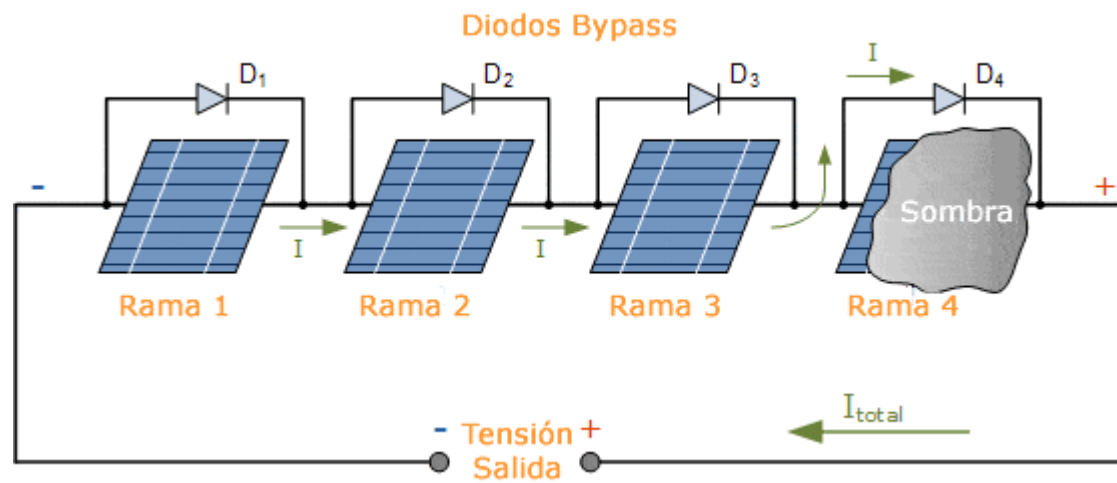
DIODOS BYPASS Y DE BLOQUE EN PANELES FOTOVOLTAICOS

Los diodos son dispositivos electrónicos que solo permiten el paso de corriente eléctrica a través de ellos en una sola dirección.

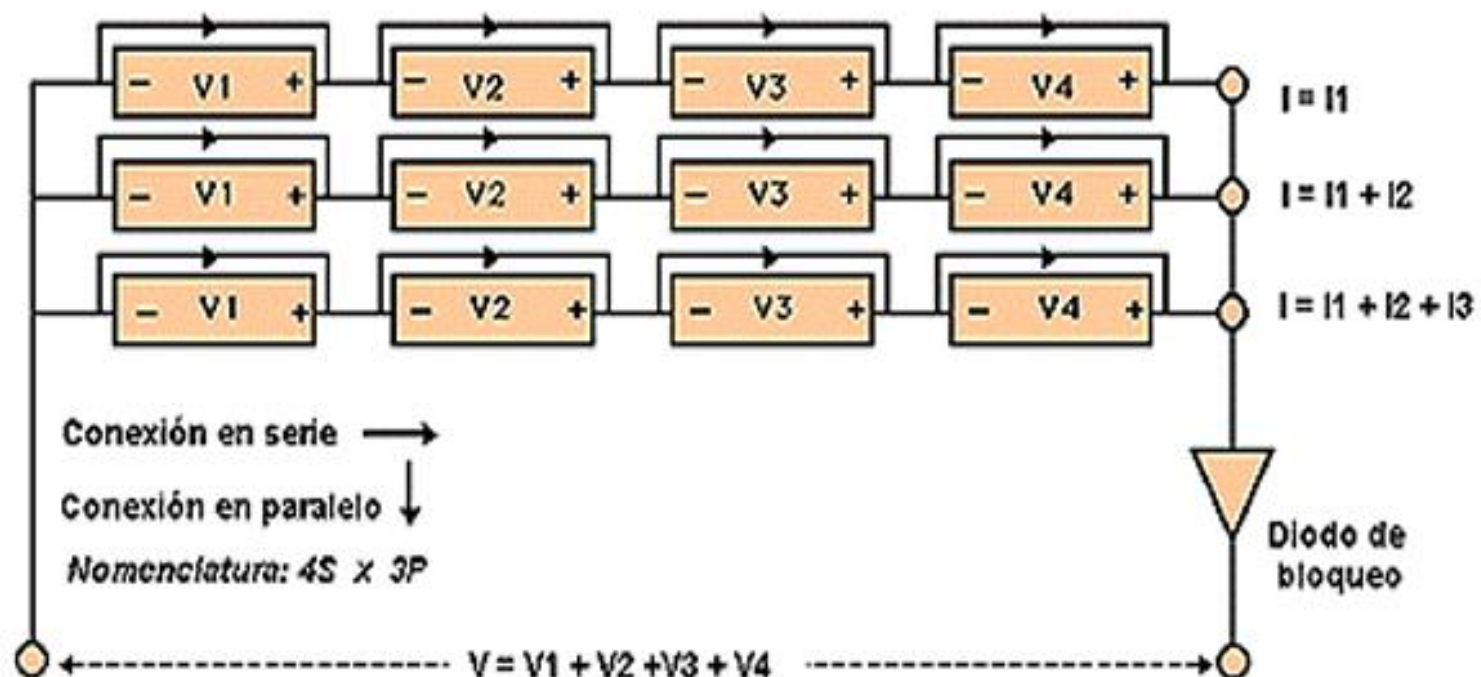
En las instalaciones fotovoltaicas se emplean de dos maneras:

Diodos de bloqueo: impiden que las baterías se descarguen a través de los paneles solares, cuando no hay luz suficiente para que se produzca energía eléctrica. Cuando se instalan para realizar esta función, complementan una de las funciones del regulador. Este tipo de montajes también sirve para evitar que se invierta el flujo de corriente cuando en los paneles se produce alguna sombra parcial.

Diodos de by-pass: protegen individualmente a cada panel de posibles daños ocasionados por sombras parciales, las cuales provocarían que ese panel se comportara como receptor originando un sobre-esfuerzo en los demás paneles. Deben ser utilizados, en instalaciones en las que los paneles se dispongan en conexión serie.



Diodos de paso



Maneras de configurar el inversor

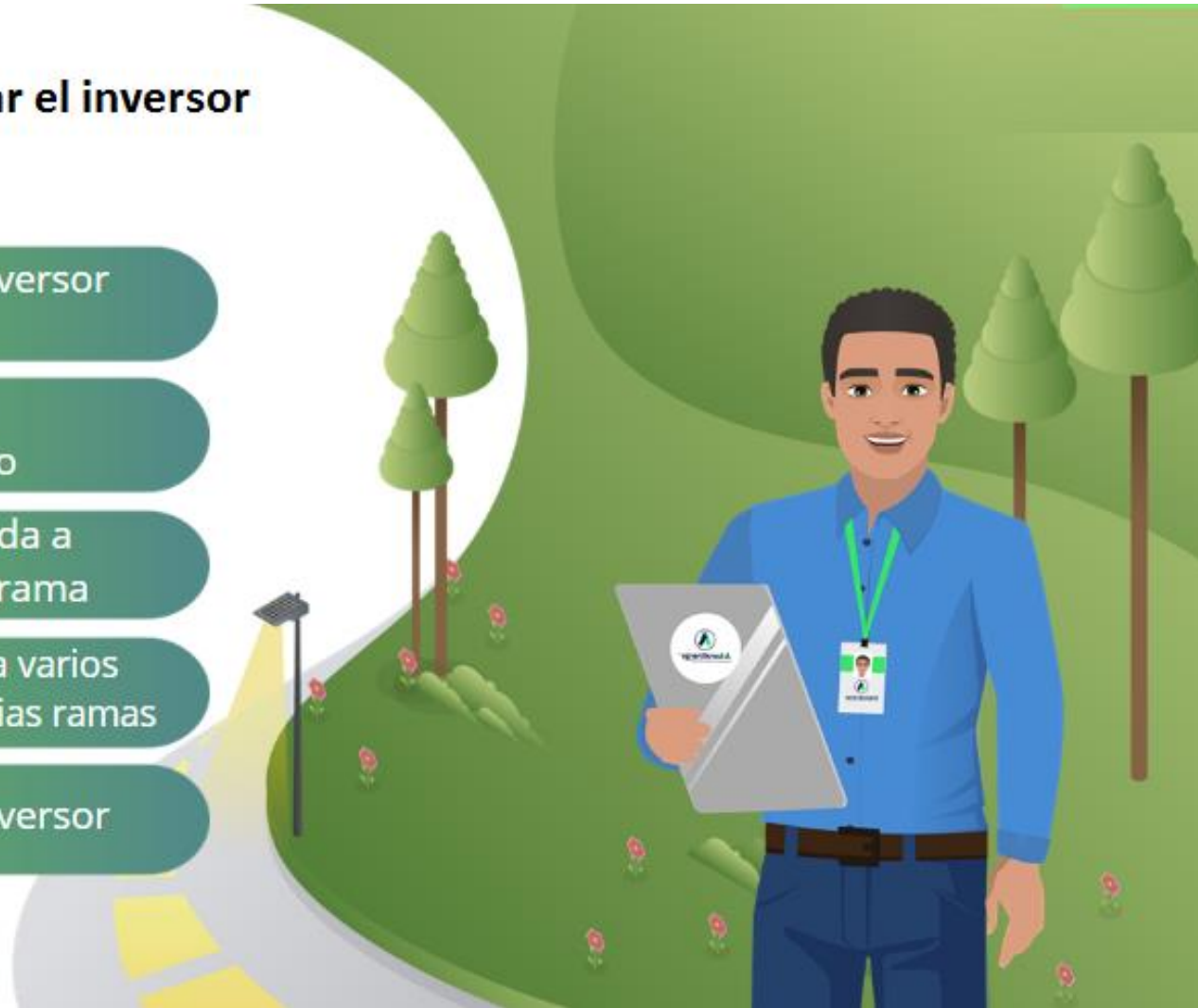
Configuración del inversor central

Configuración maestro-esclavo

Conexión orientada a subgenerador y a rama

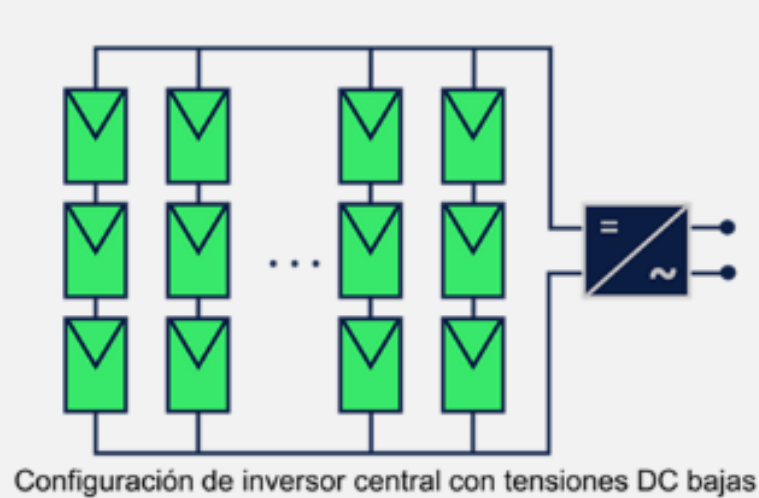
Conexión conectada a varios subgeneradores o a varias ramas

Conexión a microinversor



Configuración del inversor central

La primera es la conexión con un inversor central en el cual se conectan todos los arreglos de paneles a un solo punto.

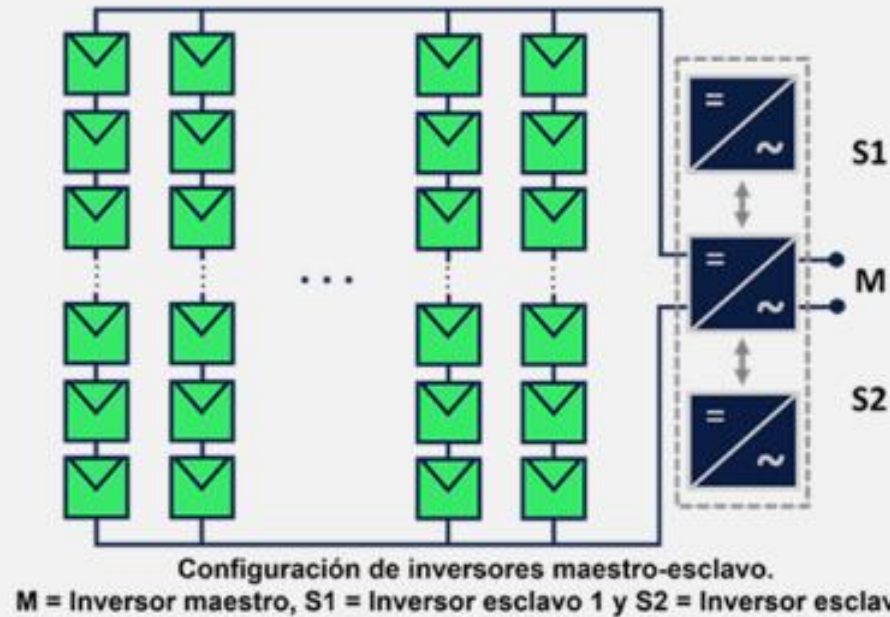


Este tipo de configuraciones presenta como ventaja que la inversión inicial se hace para un único equipo, sin embargo, su desventaja es que si este equipo falla todo el sistema fallará.



Configuración maestro-esclavo

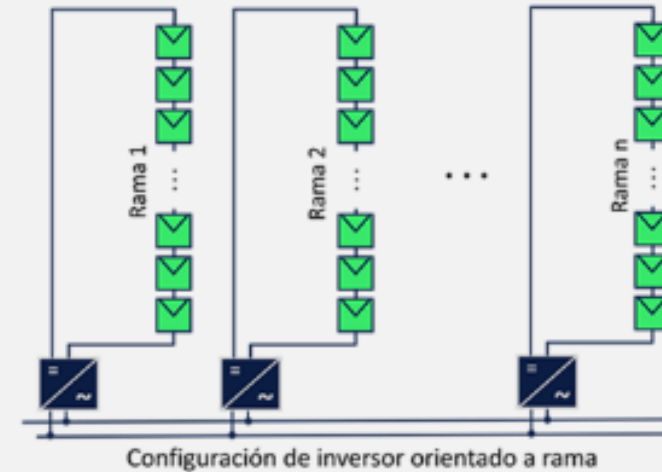
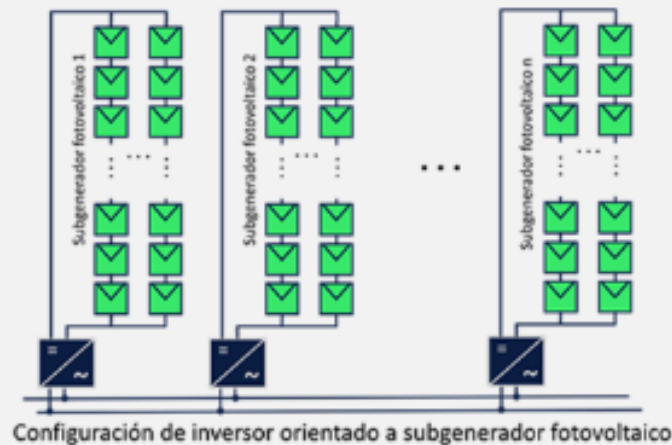
La siguiente configuración es de tipo maestro-esclavo, en esta se conectan los equipos en cascada de tal manera que entre todos sumen la potencia completa de los paneles.



La ventaja de este sistema es que al fallar uno, los demás continuarán con su funcionamiento.

Conexión orientada a subgenerador y a rama

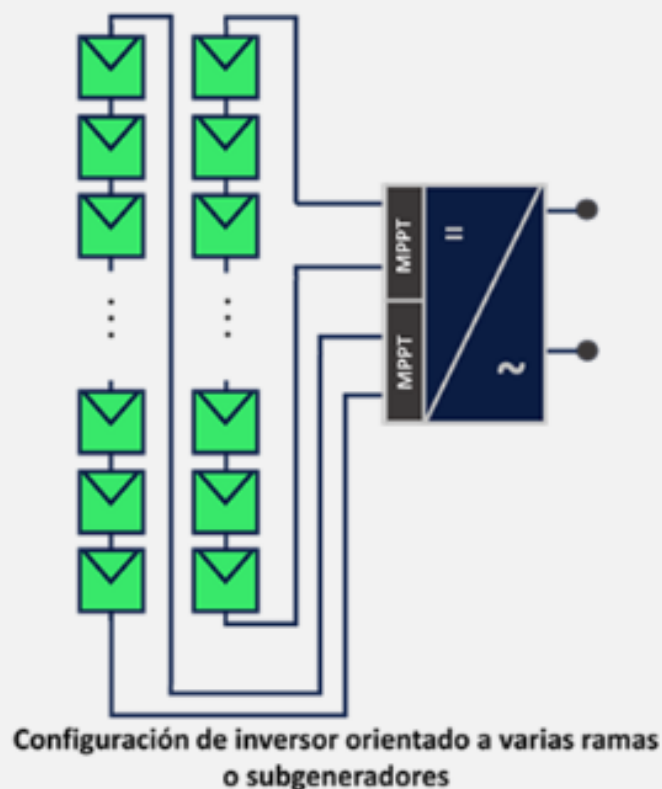
Otras configuraciones son los orientados a subgenerador y los orientados a rama. Los orientados a subgenerador se usan cuando se tienen diferentes superficies para el montaje, como en una casa con cubierta a dos aguas con la posibilidad de instalar paneles en ambas zonas, donde cada una tiene condiciones diferentes de ubicación y orientación. En esos casos debe haber un inversor para cada una de las caras, dado que cada grupo de paneles va a tener condiciones de generación diferentes.



En la configuración de inversores orientada a rama, cada rama es la unión en serie de un grupo de paneles. Por ejemplo, 15 paneles con 3 ramas de 5 paneles en serie. Entonces se instala por cada una de las tres ramas de 5 paneles un inversor. El beneficio de esta configuración es que se pueden tener diferentes potencias por equipo. Este sistema es más costoso dado que se requieren más equipos, pero si alguno falla no afectará a los demás.

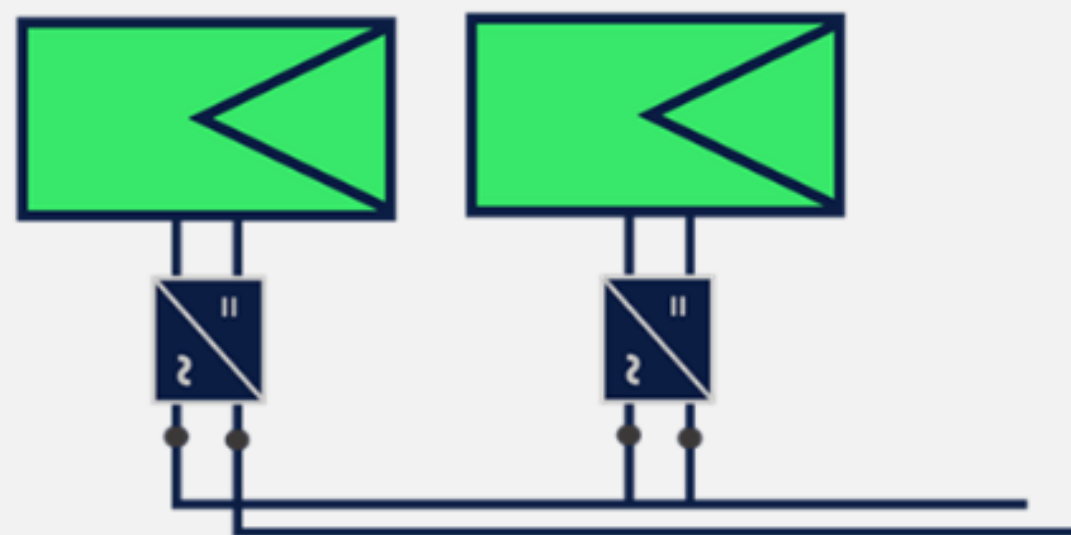
Conexión conectada a varios subgeneradores o a varias ramas

Esta configuración es la más comercial actualmente. Este es un único equipo con varias entradas, por lo que permite que un mismo equipo funcione para diferentes arreglos a diferentes condiciones.



Conexión a microinversor

Esta conexión es solo para sistemas conectados a red. Los microinversores están adaptados para instalar debajo de los paneles solares, poseen un grado de protección IP67 por lo que su protección antipolvo y líquidos permite que puedan ubicarse totalmente a la intemperie. En estos pueden conectarse hasta 4 paneles, con lo que prácticamente desde la cubierta el cableado será de tipo AC.



Configuración de módulo con inversor modular o microinversor

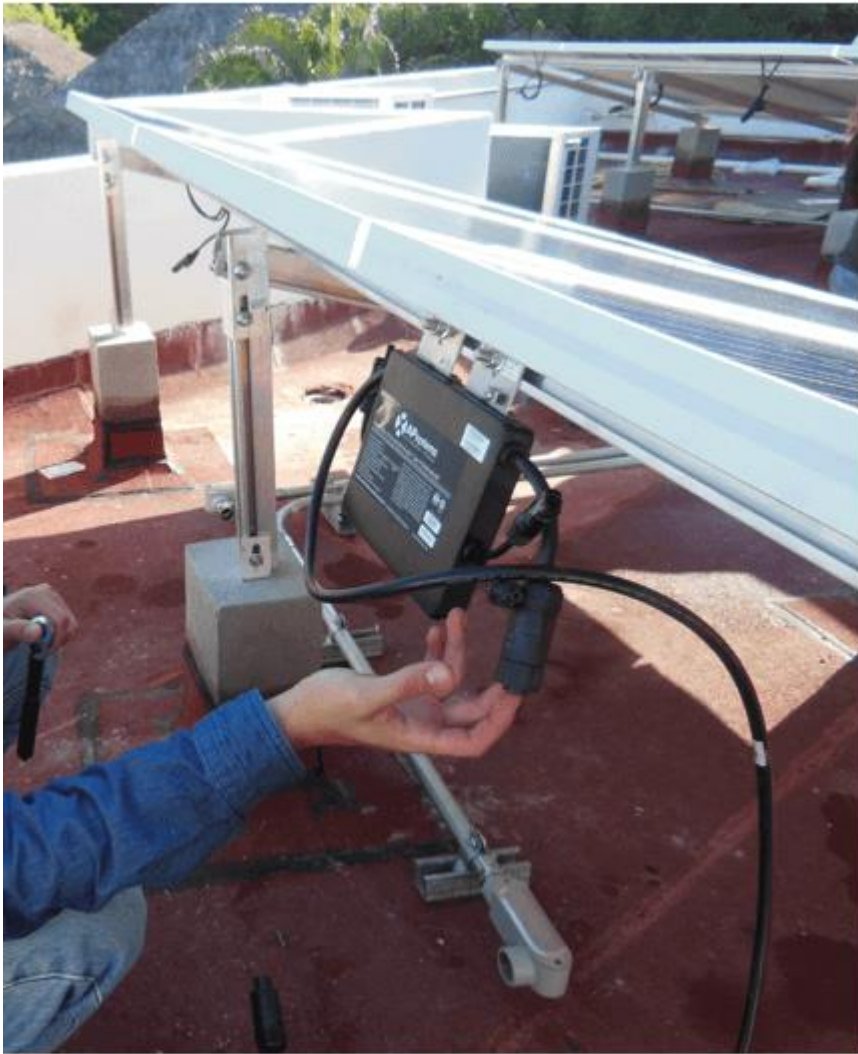
Los microinversores son equipos pequeños que se encargan de convertir la energía de corriente directa de los paneles solares en corriente alterna compatible con la red eléctrica, en 110V o 220V.

Los microinversores son una extensión de un inversor central, debido a que cada uno de ellos trabajan de manera individualmente, además son capaces de hacer funcionar de 2 hasta 4 paneles solares, monitorean el funcionamiento individual de cada panel solar

Los microinversores se instalan en los rieles del sistema de anclaje, debajo de cada panel solar.

Dependiendo el modelo de microinversor puede tener 1, 2 o 4 canales para conectar módulos FV y pueden tener MPPT individuales.

MPPT significa Seguidor de Punto de Máxima Potencia por sus siglas en inglés (Maximum Power Point Tracker), significa que si al tener MPPT nuestro microinversor siempre buscar el balance entre voltaje y corriente en el que los paneles solares operan a su máxima potencia.

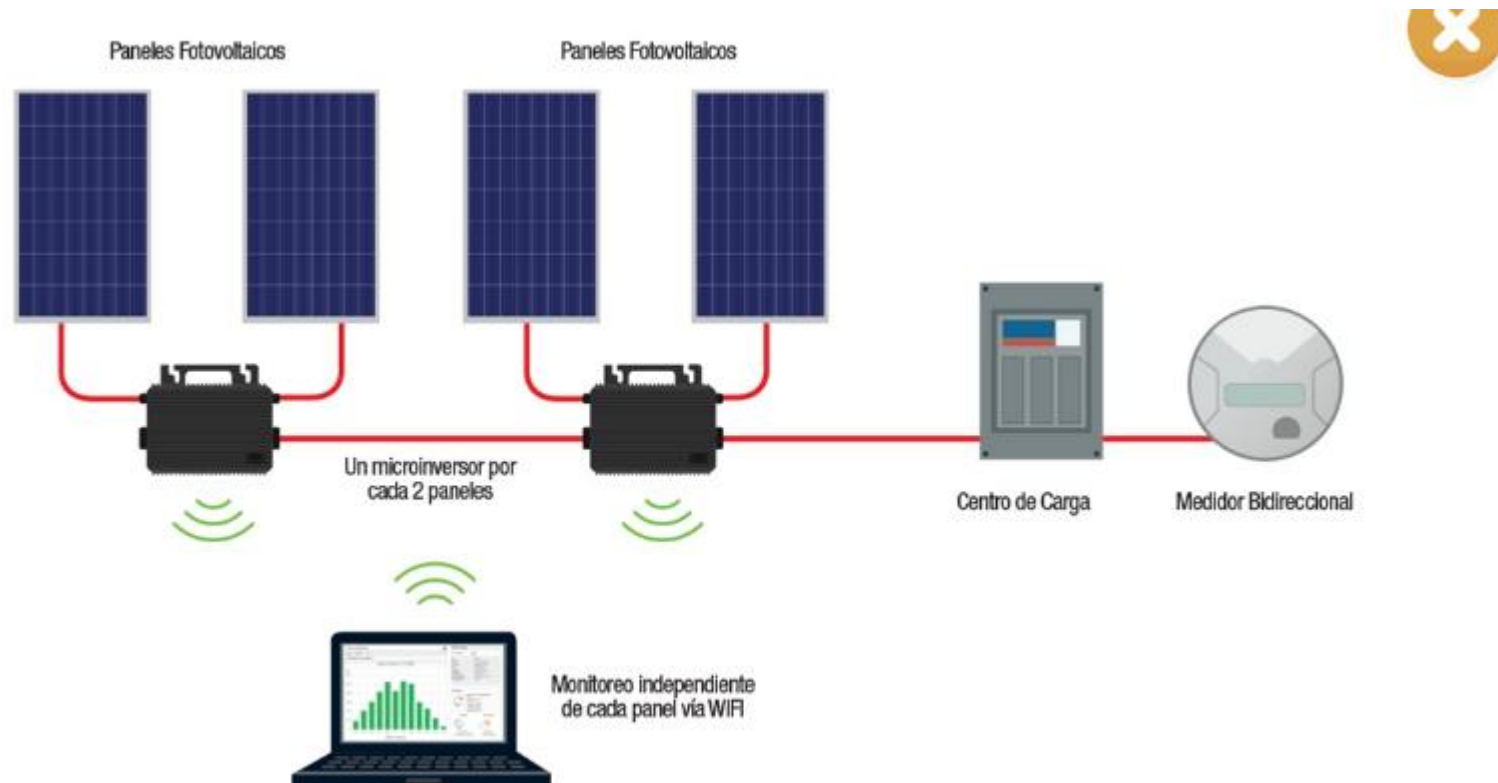


¿Cuales son las Ventajas de Microinversores?

- La principal ventaja del microinversor radica en hacer trabajar a cada módulo en su punto de máxima potencia de manera independiente, a diferencia de algunos inversores, en los que si el módulo solar falla, todos fallan.
- Los microinversores minimizan el efecto sombra, de modo que cuando se producen sombras en los paneles (en todo el sistema o parte de este), no se verá tan afectado el rendimiento.
- El microinversor cuenta con una eficiencia pico del 95,5% y sistema de monitoreo vía internet, por lo que tu cliente podrá saber a través de un App la producción en tiempo real de sus paneles, al mismo tiempo que si un panel falla te puedes dar cuenta al momento y solucionarlo.
- Tienen una gran durabilidad, con un mínimo de 20 años en comparación con los 5 años que ofrecen los inversores centrales, por lo que se puede casi asegurar que no será necesario sustituir nuestro microinversor a lo largo de la vida de nuestra instalación de paneles solares.
- Es seguro, al no tener voltaje DC elevado, evita daños personales y el peligro de incendios

¿Cuales son las Desventajas de los microinversores?

- Mayor número de partes y equipo, costo del sistema ligeramente elevado, componentes electrónicos instalados en el techo.
- En comparación con los inversores centrales no hay mucha variedad en el mercado.



¿Cuándo se debe utilizar un microinversor?

Sistemas solares pequeños: En ocasiones hay espacio para montar un sistema pequeño. Los inversores string requieren de un tamaño mínimo del sistema, el cual usualmente es alrededor de 3000W. Para un sistema menor de 3000W la mejor alternativa, es la de utilizar microinversores. Con microinversores es posible tener un sistema solar compuesto o 1 ó 2 paneles.

Arreglo solar con sombras: Se recomienda utilizar microinversores cuando la ubicación se encuentra con algunas sombras parciales, ya que la sombra en un panel no afectará la producción del resto.

Paneles solares con diferentes orientaciones: Cuando los paneles solares de un sistema solar se instalan (erróneamente) con diferente orientación se produce un fenómeno parecido al sombreado, donde en una serie todos los paneles van a producir energía eléctrica con la misma capacidad, y si la capacidad de uno o varios paneles solares en esa serie se ve afectado, como por ejemplo una orientación con menos radiación solar, la serie completa se ve afectada. Es por eso que se recomienda que todos los paneles solares en una serie se instalen con la misma orientación e inclinación.

Monitoreo independiente por panel: De esta forma se puede saber cuales son los paneles del sistema que más (o menos) energía producen en casos donde se tienen sombras u orientaciones diferentes. También identificar de forma inmediata si un panel o microinversor está dañado o desconectado. En el caso de inversores centrales el monitoreo se realiza a nivel sistema por lo que no es posible conocer el desempeño de cada panel solar de forma individual.

¿COMO AFECTA LA TEMPERATURA EN EL RENDIMIENTO DE UN PANEL FOTOVOLTAICO?

La temperatura afecta de forma directa al rendimiento de una instalación solar. Las temperaturas altas de más de 30° C pueden llegar a reducir la eficiencia de las placas solares en un 10%. Sin embargo, una temperatura baja no disminuye la eficiencia de las placas.

La potencia pico de una placa solar, por ejemplo 265 Wp está dada para el momento en el que el sol produce 1000W en 1m² a 25° (concepto denominado como hora Solar Pico).

Ahí y solamente ahí es cuando se obtiene el **100% de rendimiento de esas células fotovoltaicas.**

La temperatura ideal para una producción de energía óptima se sitúa entre los 20 y 25° C.

Los paneles solares habitualmente se ubican sobre los tejados, experimentando temperaturas mayores. Los paneles no solo toman el calor del sol sino también del techo al que están adosados.

No obstante existen instalaciones fotovoltaicas que elevan el panel del tejado con una estructura, lo que consigue que corra el aire entre el panel y la superficie, generando un efecto de enfriamiento.

<https://www.youtube.com/watch?v=ufOLY9dQVVM&t=24s>

Por este motivo lo primero que debemos tener en cuenta antes de decidirnos por un tipo de panel u otro, es el coeficiente de temperatura de cada panel solar.

Éste aparece en las especificaciones del panel junto con la temperatura a la que fue testeado. La mayoría de los paneles tienen un coeficiente de entre $-0,2\%/^{\circ}\text{C}$ y $-0,5\%/^{\circ}\text{C}$.

Veamos a continuación un ejemplo:

- Temperatura del panel: 27°C . Coeficiente de temperatura: $-0,34\%/^{\circ}\text{C}$.
- Temperatura a la que fue probado el panel: 25°C . Temperatura de la estructura y techo: 32°C .

En este caso el panel trabaja a la siguiente temperatura: $27^{\circ} + 32^{\circ}\text{C} = 59^{\circ}\text{C}$

Restando la que recomienda el fabricante $59^{\circ} - 25^{\circ}\text{C} = 34^{\circ}\text{C}$.

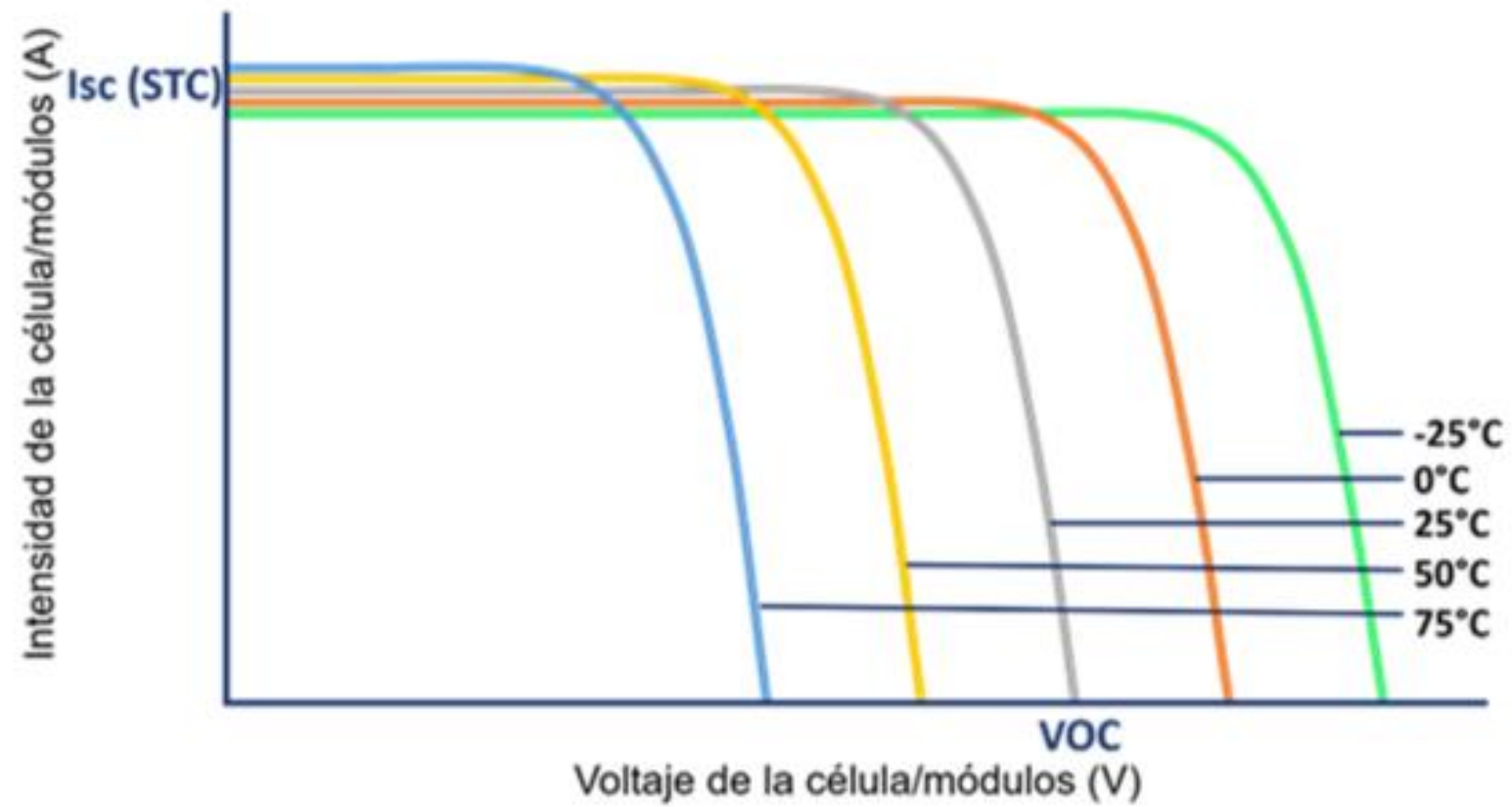
Si el fabricante dice que la potencia del panel baja un $-0.34\%/^{\circ}\text{C}$ una vez superados los 25°C obtendríamos una reducción de potencia del sistema por temperatura de
: $34^{\circ}\text{C} \times 0.34 = -11.56\%$ es la pérdida de eficiencia del sistema.

Si el panel es de 380wp, tendría una eficiencia para esas condiciones de : $100 - 11,56 = 88,44$

La potencia se vería reducida a : $380 \times 0,8844 = 336\text{wp}$

Datos eléctricos					
	SPR-P3-390-BLK	SPR-P3-385-BLK	SPR-P3-380-BLK	SPR-P3-375-BLK	SPR-P3-370-BLK
Potencia nominal (P _{nom}) ⁵	390 W	385 W	380 W	375 W	370 W
Tolerancia de potencia	+5/0%	+5/0%	+5/0%	+5/0%	+5/0%
Eficiencia de los paneles	19,9%	19,6%	19,4%	19,1%	18,9%
Tensión nominal (V _{mpp})	36,7 V	36,3 V	35,9 V	35,5 V	35,1 V
Intensidad nominal (I _{mpp})	10,63 A	10,61 A	10,59 A	10,57 A	10,55 A
Tensión de circuito abierto (V _{oc}) (+/-3%)	44,0 V	43,7 V	43,4 V	43,0 V	42,6 V
Intensidad de cortocircuito (I _{sc}) (+/-3%)	11,35 A	11,31 A	11,28 A	11,26 A	11,24 A
Máx. tensión del sistema	1000 V IEC				
Fusible de serie máxima	20 A				
Coef. potencia-temperatura	-0,34% / °C				
Coef. tensión-temperatura	-0,28% / °C				
Coef. intensidad-temperatura	0,06% / °C				

<https://www.cambioenergetico.com/paneles-solares/3287-placa-solar-monocristalina-sunpower-performance-3-black-380-wp.html>



CÓMO REDUCIR EL EFECTO DEL CALOR

Al tratarse de una instalación inmóvil es bastante complicado que podamos reducir el efecto del calor en las placas solares. No obstante existen algunas acciones que podemos llevar a cabo y que permiten reducir el impacto del calor sobre los paneles:

- **Instalar los paneles por encima del techo.** De esta forma se deja un espacio entre ambos con el fin de que corra aire y se consiga un efecto de enfriamiento.
- Colores claros en los materiales de construcción, el techo y los componentes de los paneles. Así la absorción de calor es menor.
- Instalación de los inversores y monitores en la sombra. Para evitar el sobrecalentamiento del sistema.
- Instalación de paneles con sistemas de refrigeración. Este tipo de paneles capta la lluvia y la almacena en los marcos laterales del panel. Cuando las temperaturas suben el sistema distribuye el agua por las láminas y lo enfría. Esto ayuda a mejorar la eficiencia en un 20%.
- Láminas de distribución. Una novedosa técnica que ayuda a repartir mejor la radiación captada por los paneles, repartiendo al mismo tiempo la temperatura para conseguir una mayor eficiencia.