



Introducción a la fotovoltaica I (1.3 inversores FV)

Componentes y funcionamiento de una
instalación fotovoltaica de conexión a red

Jean-Francois Picard
Product & training manager

Objetivo:

Mediante esta serie de formaciones el instalador conocerá los conceptos básicos de la energía solar fotovoltaica así como los distintos elementos que componen una instalación de conexión a red.

Temas a tratar durante toda la serie:

- Introducción a la FV

- Autoconsumos de conexión a red

- Módulos FV

- Inversores

CONTENIDO



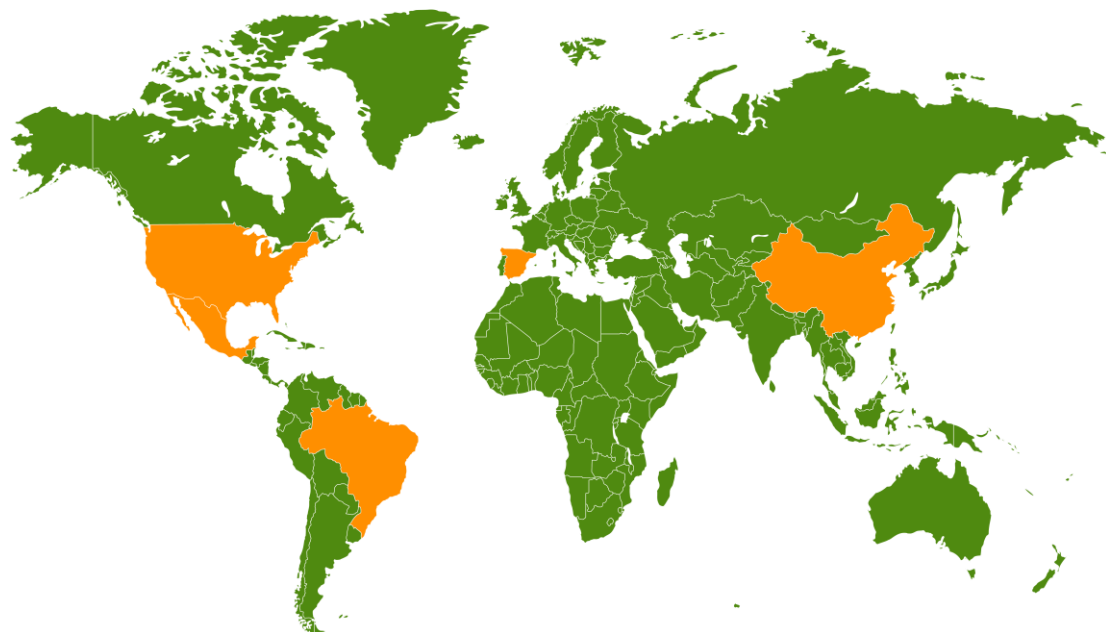
- **Introducción AMARA-e**

- **Componentes de un sistema fotovoltaico**

- Sistema

- **Inversores de conexión a red**

- Tipos
- Tecnología
- Fichas técnicas



Grupo empresarial

internacional con filiales en
Brasil, México, Portugal, USA y China



Soluciones integrales en toda la cadena de valor, ofreciendo los servicios y productos de las mejores marcas.



- **Logística Just in time**
- **Stock permanente**
- **Servicio Técnico**
- **Financiación a medida**
- **Formación**
- **Auditorías TÜV**
- **Laboratorio de ensayos** (Universidad Politécnica de Madrid)
- **Herramientas digitales** (E-Portal)

Módulos fotovoltaicos

Descubre todas las tecnologías de módulos fotovoltaicos de los mejores fabricantes del sector.

[SABER MÁS](#)

Productos destacados



JA SOLAR

JA SOLAR JAP72S10 SC
340W Half-cell - Big Cell
147,00 €

[Comprar >](#)

SMA Solar

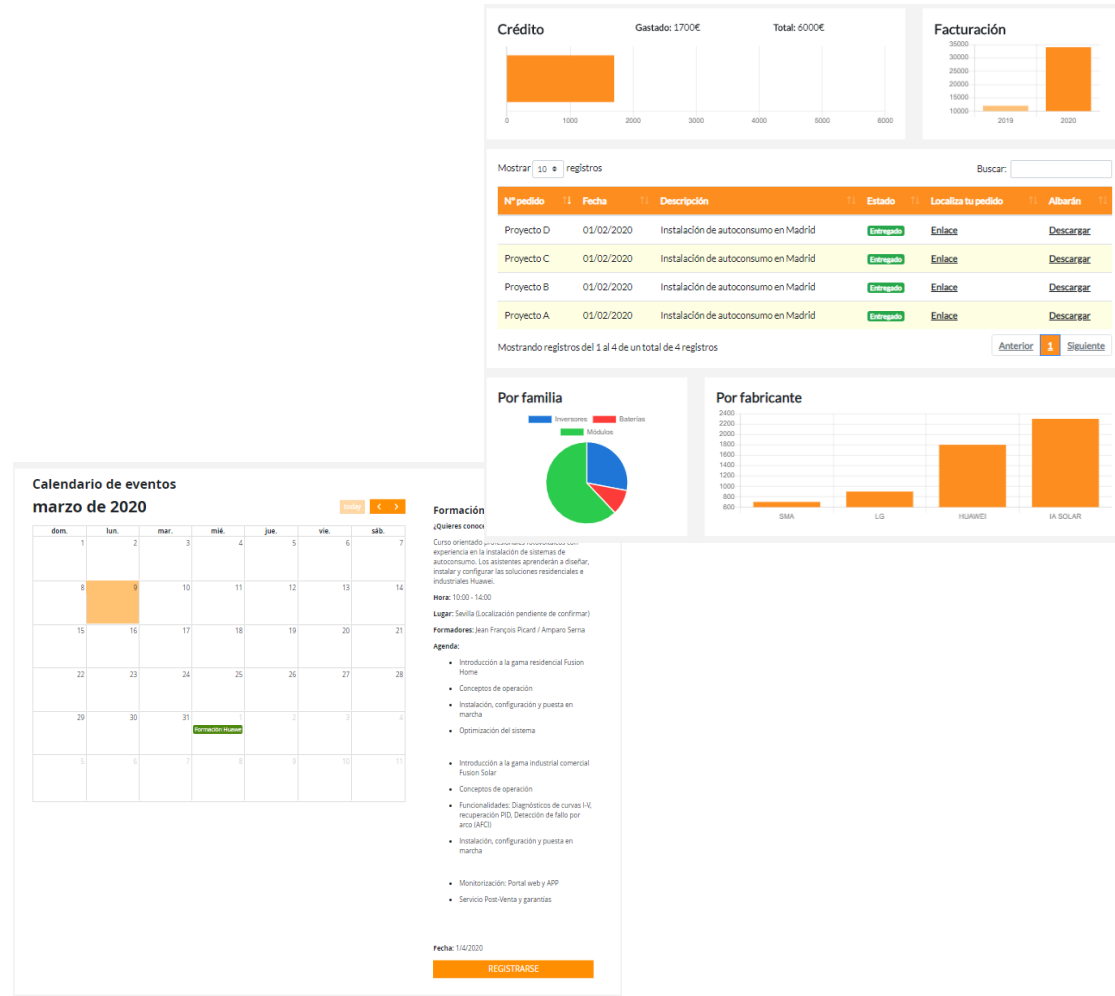
SMA Sunny Tripower 10.0
AV-40
2.750,00 €

[Comprar >](#)

FRONIUS

FRONIUS Primo 3.0-1
WLAN
1.396,00 €

[Comprar >](#)



- Crédito disponible
- Solicitud de ampliación de crédito
- Estado de pedidos
- Localización de pedidos
- Gráfico de compras por fabricantes
- Acceso a formaciones exclusivas
- Descarga de certificados
- Visualización e Solar Lab



- Auditorías TÜV
- Electroluminiscencia
- Flash Data
- Análisis de curvas I-V
- Análisis termográficos

- Control de comportamiento real

ENPHASE

KOSTAL

solar^{edge}

Fronius

SMA

ENPHASE

KOSTAL

SOLAREGE

FRONIUS

SMA

- www.amara-e.com/solaracademylab



"La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo"

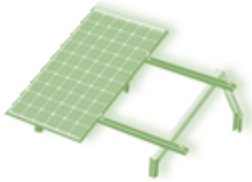


Descubre nuestras aulas interactivas, donde podrás aprender y resolver todas tus preguntas.

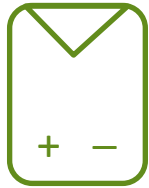
<https://www.amara-e.com/agenda-formaciones/>

Componentes de un sistema fotovoltaico de conexión a red

Estructura
y sistema de montaje



Módulos FV



Inversor FV



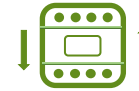
Optimizador
de módulos



Batería



Medidor/Gestor
energético



Portal Web, App
Internet



Cargador
batería



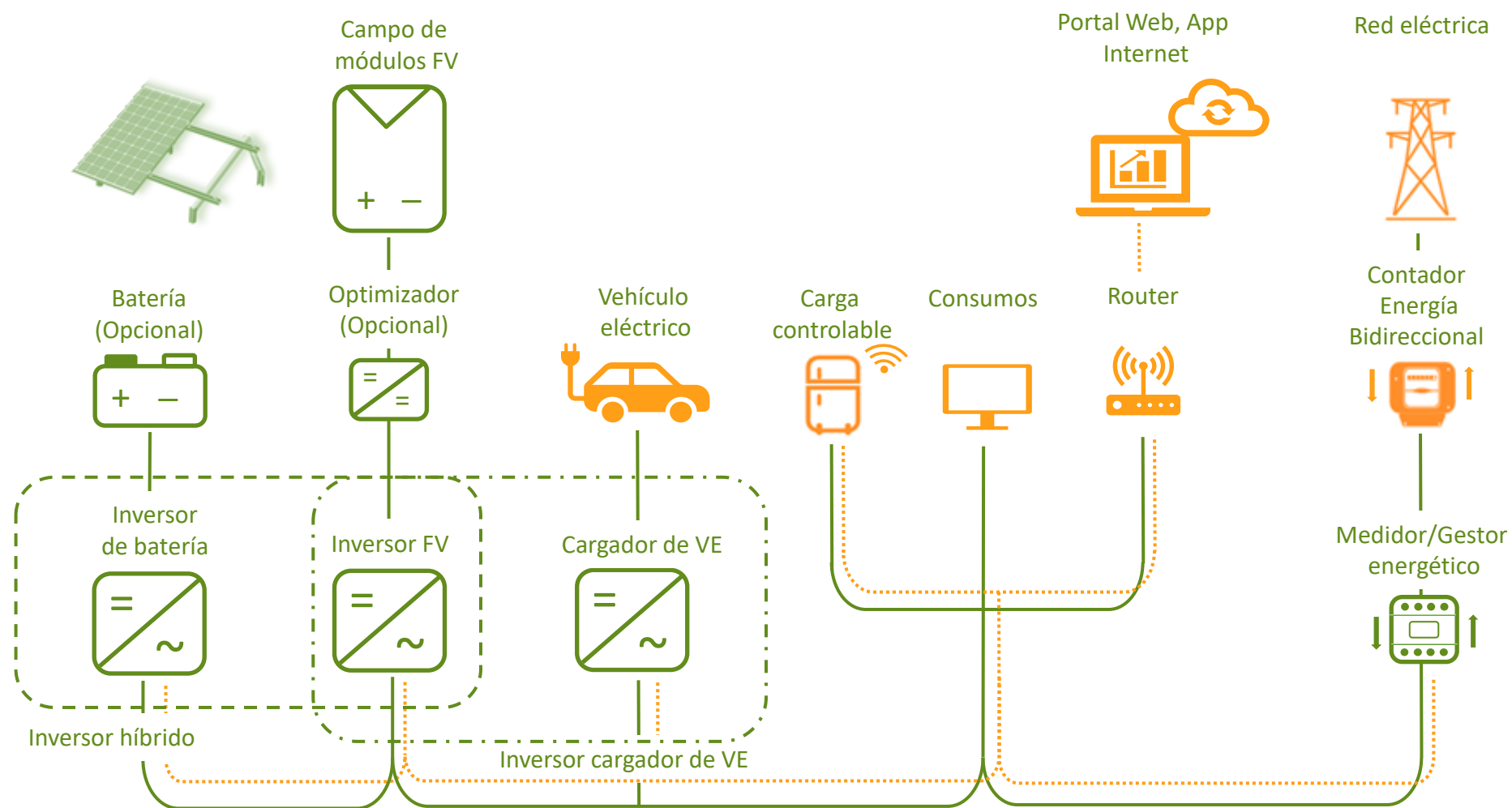
Hibrido



Cargador VE



Componentes de un sistema fotovoltaico de conexión a red



CONTENIDO



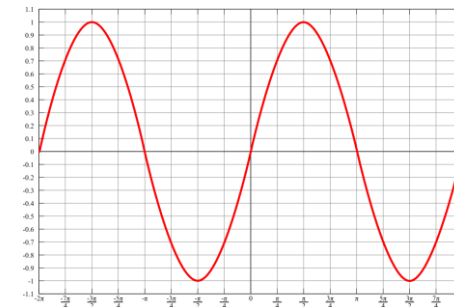
- Introducción AMARA-e
- Aspectos generales de la energía solar FV
 - Energía solar FV
 - Autoconsumo de conexión a red
- Componentes de un sistema fotovoltaico
 - Sistema
- **Inversores de conexión a red**
 - Características
 - Tipos
 - Tecnología
 - Fichas técnicas

¿Qué es un inversor fotovoltaico?

Es un componente electrónico que convierte la corriente continua (cc) en corriente alterna (ca).
Se sincroniza con la red eléctrica e inyecta corriente en ella.

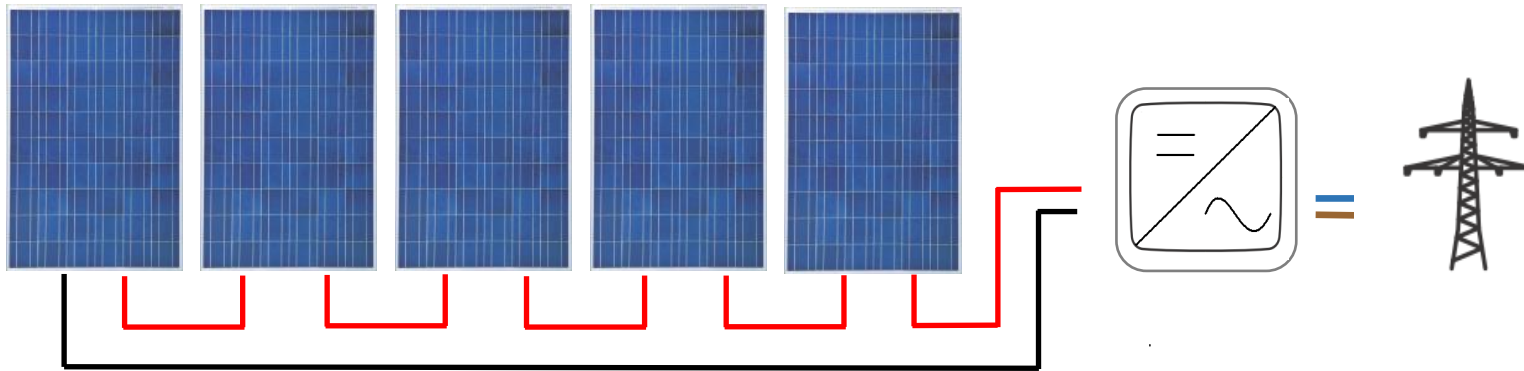


— CC
— AC



¿Qué es un string?

Fila, o cadena de módulos

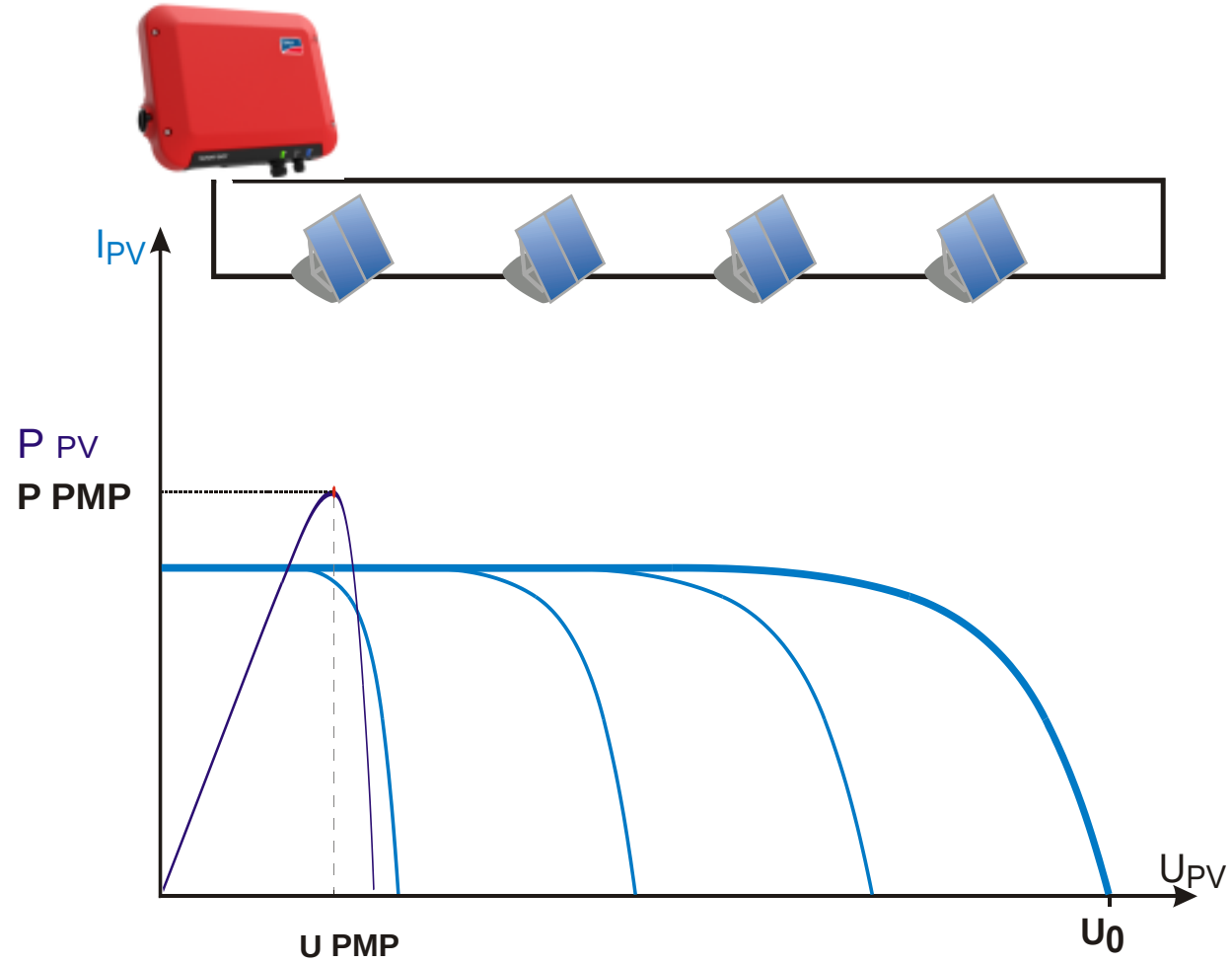


¿Qué es un string?

Fila, o cadena de módulos

¿El PMP?

Punto de Máxima Potencia

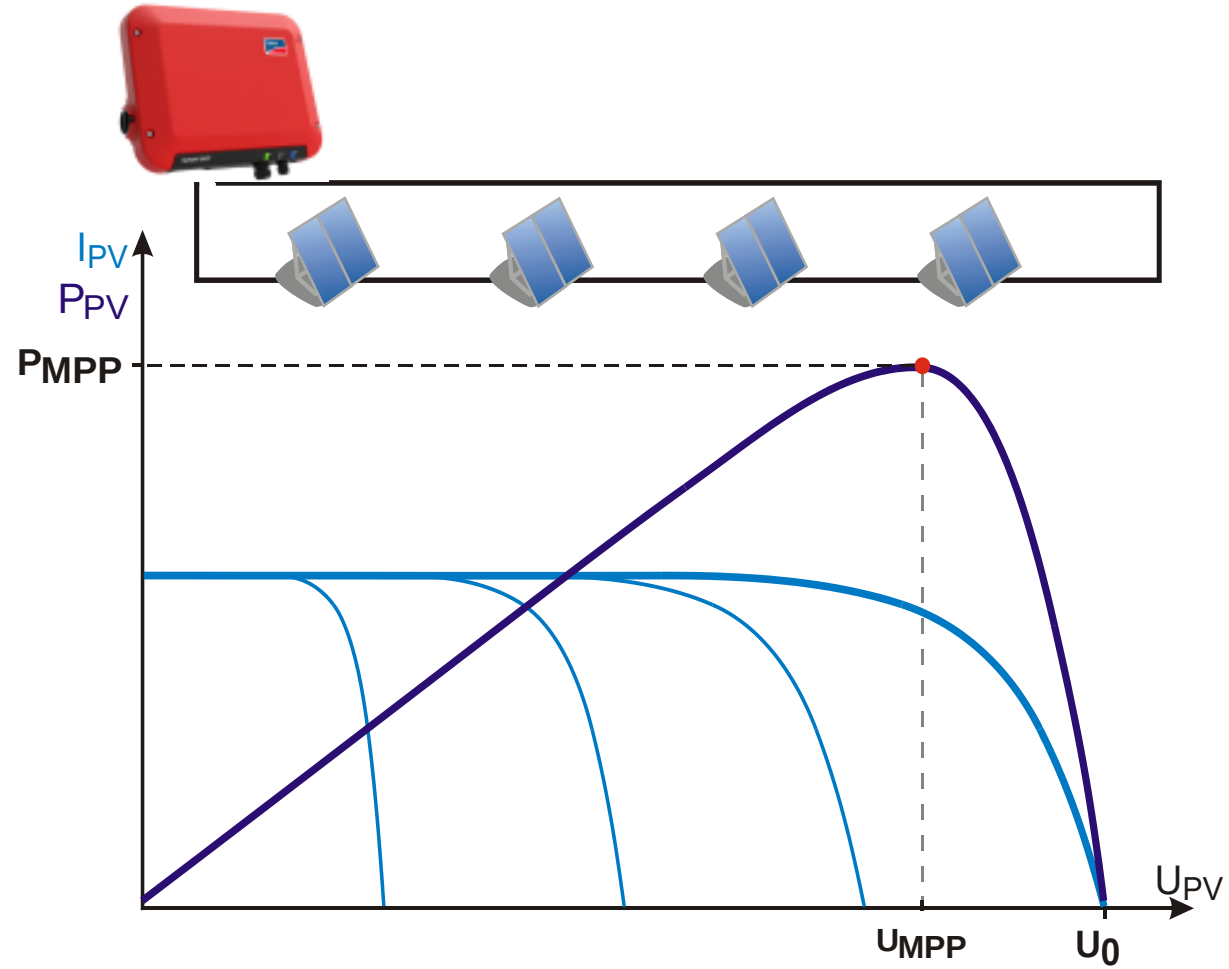


¿Qué es un string?

Fila, o cadena de módulos

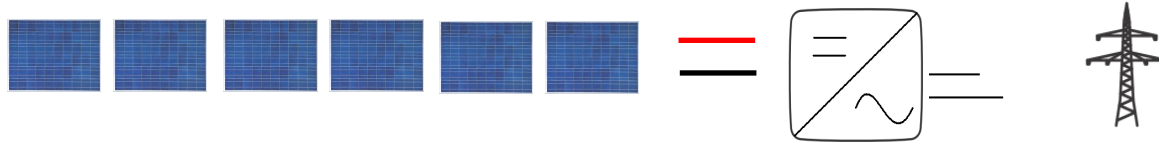
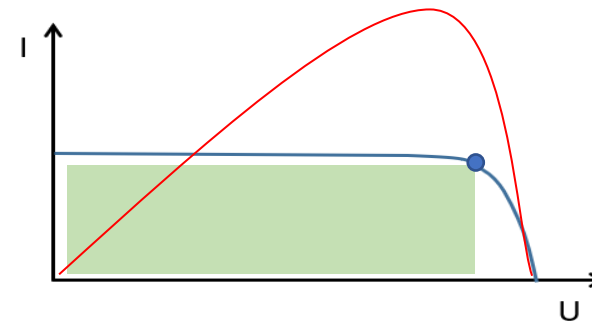
¿El PMP?

Punto de Máxima Potencia

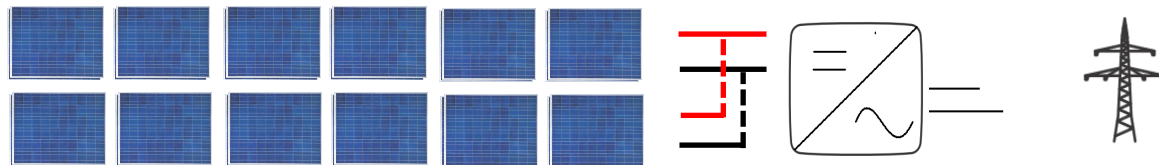


¿Qué es un MPPT?

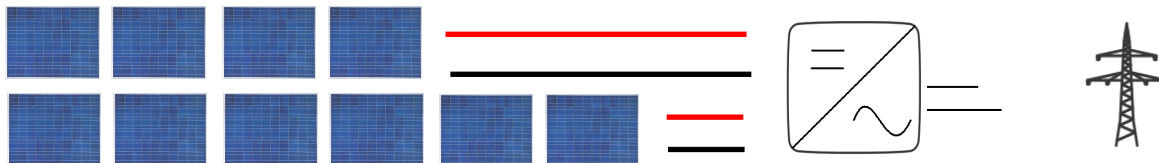
MPPT: *Máximum Power Point Tracker*
(*Seguimiento Punto Máxima Potencia, SPMP*)



Inversor con una sola entrada
1 MPPT / 1 entrada



Inversor con varias entradas en paralelo
1 MPPT / varias entradas
(p.e. 1 MPPT y 2 entradas)

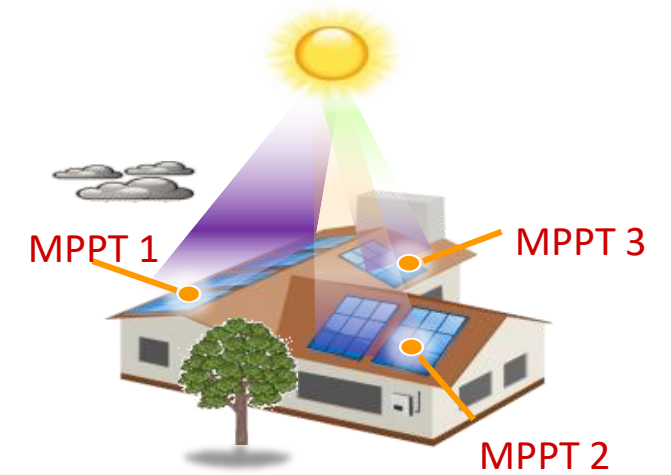
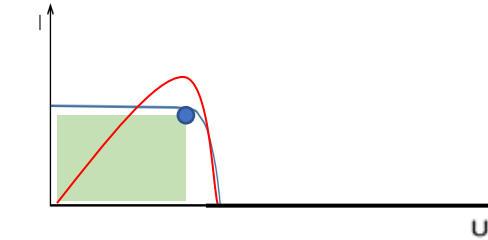
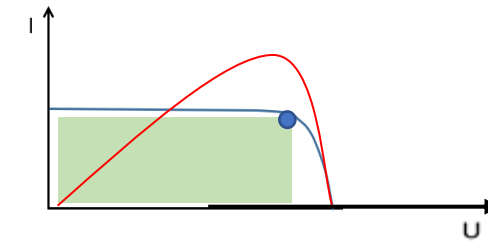
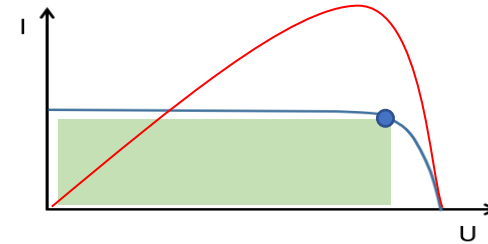
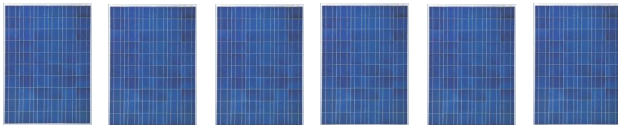
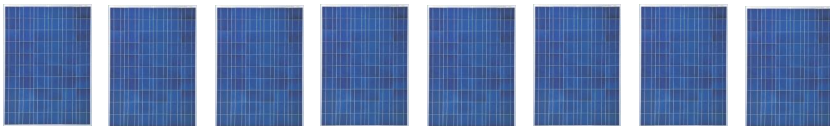
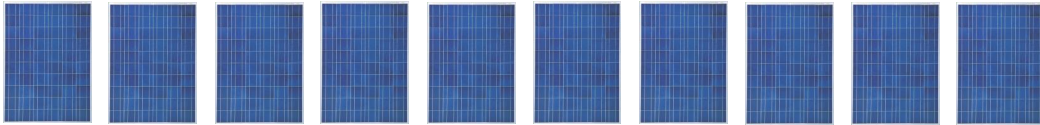


Inversor con varias entradas independientes
varios MPPT / varias entradas
(p.e. 2 MPPT y 2 entradas)

Componentes de un sistema fotovoltaico - Inversor

Ventajas multi MPPT

- Mayor flexibilidad de diseño
- Diferentes longitud de string
- Mejor comportamiento en sombras



Otras características importantes

Rango de tensión DC
Tensión nominal AC
Eficiencia

Datos de entrada	Inversor A	Inversor B
Rango de tensión MPP (Umpp mín. – Umpp máx.)	580 V - 850 V	390 V - 800 V
Tensión nominal DC	580 V	600 V
Número de seguidores MPP	1	2
Número de entradas CC	6	3+3

Datos de salida		
Potencia nominal CA (Pac,r)	25 kW	25 kW
Eficiencia máx. / Europea	98,2% / 98.0%	98,4% / 98.0%
Tensión nominal AC	3/N/PE; 230V/400V	3/N/PE; 230V/400V

Componentes de un sistema fotovoltaico - Inversor

Diferentes tecnologías para diferentes aplicaciones

MLPE
Microinversores &
Optimizadores
(+/- 400 Wn)



Inversores (*multi*) String
(+/- 1,5 – 110 kWn)



Inversores híbridos
(+/- 1,5 – 10 kWn)



Inversores strings de gran potencia
(> 50KW)



Inversores clasificados según su tipo de tecnología

Inversor string y multistring (generalmente entre 1 kW y 50 kW aprox. Pero hay modelos de hasta casi 200kW)

- La gran mayoría de los inversores del mercado

MLPE (Module Level Power Electronic) (Electrónica de potencia a nivel de módulo)

- Micro inversores desde 250W, hasta 600W aprox. (salida AC a nivel de los módulos)
- Optimizadores de módulos desde 250W, hasta 900W aprox. (circuito CC hasta el inversor)

Inversores “centrales” (hoy en día el modelo “armario” a casi desaparecido, los nuevos modelos son tipo “de pared, por lo cual son inversores string, pero de más potencia)

- 1 solo MPPT

Inversores de solución integrada (Scale Utility o Mega Station) (> 500kW, típicos 2MW y más)

- Inversores + cabina + paramenta de media tensión.

Inversores híbridos y de acumulación

- Híbridos es que hace el control tanto del generador FV como la carga/descarga de la batería
- De acumulación es que únicamente carga/descarga de la batería, se necesita otros(s) inversor(es) FV

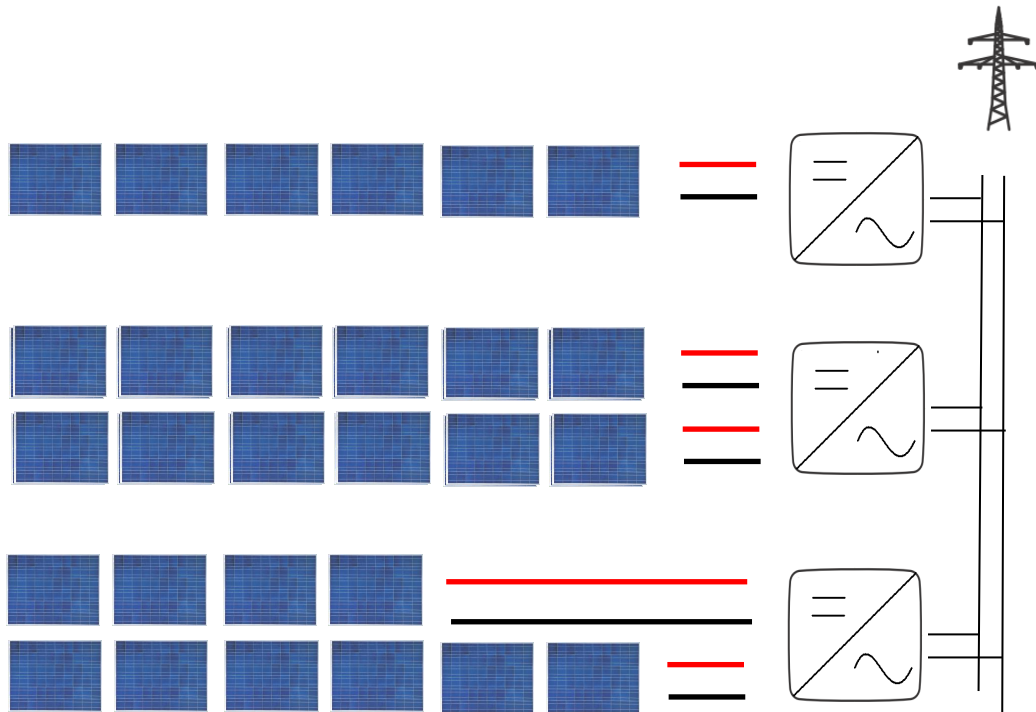
Diferentes tecnologías para diferentes aplicaciones



¿Qué tipo de inversor debo usar?

¿Cuál es su prioridad?

- Mayor producción
- Menor precio
- Monitorización al detalle
- Garantía y robustez
- Seguridad
- Logística
- Servicio post venta



Pros

- Económico
- Conversión eficiente
- Menos probabilidad de fallo (menos equipos)

Contra

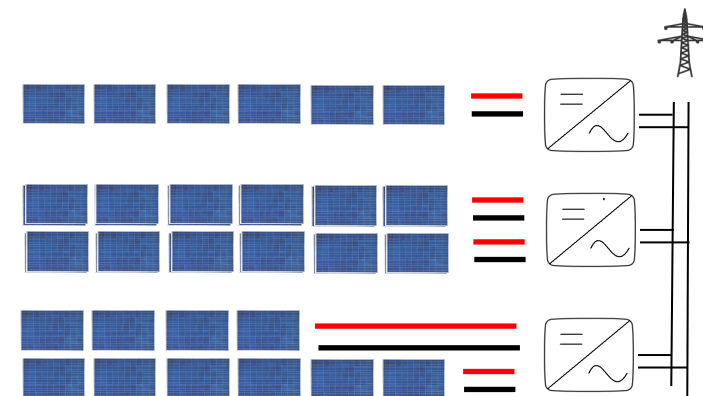
- Pérdidas por sombreado, deterioro, suciedad, etc
- Más limitación de configuración
- Necesidad de validar la configuración por cada string
- Monitorización solo a nivel de string

Inversores String o Multistring

amarAe



KOSTAL





5Y + 5Y

Extensión de la garantía de fábrica para inversores residenciales

Modelos de inversores incluidos



Monofásicos

SB1.5-1VL-40
SB2.0-1VL-40
SB2.5-1VL-40
SB3.0-1AV-41
SB3.6-1AV-41
SB4.0-1AV-41
SB5.0-1AV-41
SB6.0-1AV-41

Trifásicos

STP3.0-3AV-40
STP4.0-3AV-40
STP5.0-3AV-40
STP6.0-3AV-40
STP8.0-3AV-40
STP10.0-3AV-40



Island*

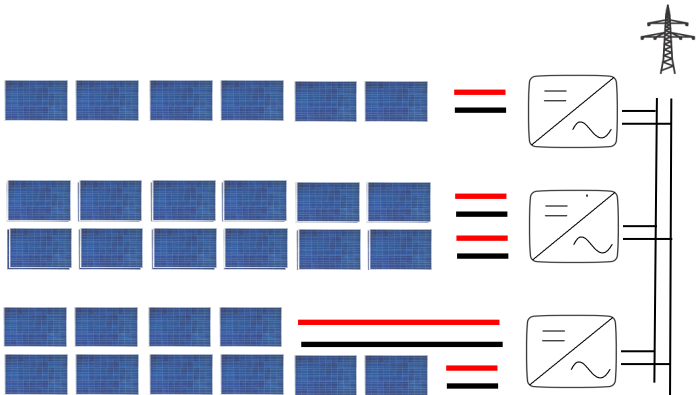
SI4.4M-13
SI6.0H-13
SI8.0H-13

Storage*

SBS2.5-1VL-10
SBS3.7-10
SBS5.0-10
SBS6.0-10

Para la configuración se tienen en cuenta principalmente:

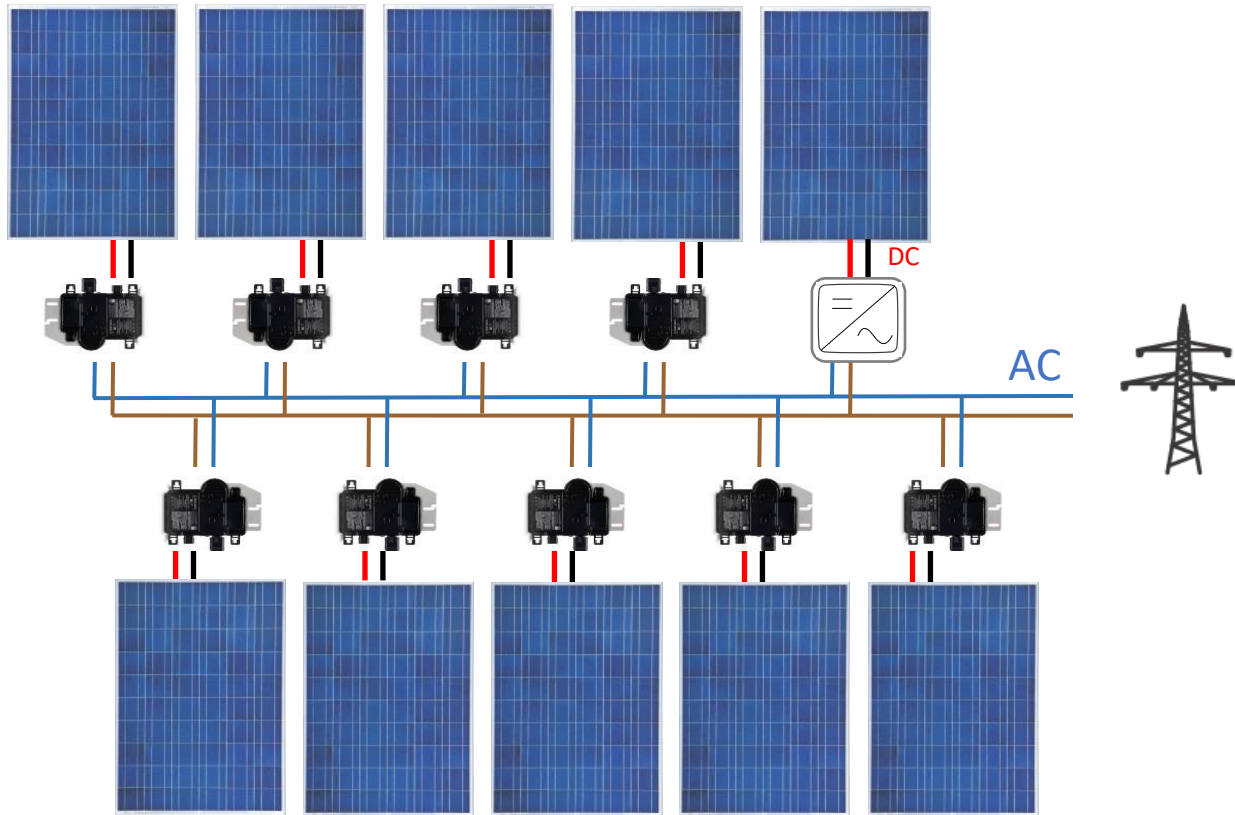
- ✓Potencia nominal AC
- ✓Tensión mínima de trabajo ($V_{mppt\ min}$) y arranque (V_{start})
- ✓Tensión máxima de trabajo ($V_{mppt\ max}$) y circuito abierto (V_{oc})
- ✓Numero de entradas CC
- ✓Numero de MPPT
- ✓Corriente nominal/máxima por entrada



Posibilidades de diseño ?										< La izquierda >		> La derecha >	
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			
	6,80 kWp RP=81%	7,14 kWp RP=85%	7,48 kWp RP=89%	7,82 kWp RP=93%	8,16 kWp RP=97%	8,50 kWp RP=101%	8,84 kWp RP=105%	9,18 kWp RP=109%	9,52 kWp RP=113%	9,86 kWp RP=117%			
	CA=34% CCP=20%	CA=34% CCP=19%	CA=34% CCP=18%	CA=35% CCP=18%	CA=35% CCP=17%	CA=35% CCP=16%	CA=35% CCP=16%	CA=35% CCP=15%	CA=35% CCP=15%	CA=35% CCP=14%			
	PV1+2: 1 x 20	PV1+2: 1 x 21	PV1: 1 x 19 PV2: 1 x 3	PV1: 1 x 20 PV2: 1 x 3	PV1: 1 x 21 PV2: 1 x 3	PV1: 1 x 21 PV2: 1 x 4	PV1: 1 x 21 PV2: 1 x 5	PV1: 1 x 21 PV2: 1 x 6	PV1: 1 x 21 PV2: 1 x 7	PV1: 1 x 21 PV2: 1 x 8			
	PV1: 1 x 17 PV2: 1 x 3	PV1: 1 x 18 PV2: 1 x 3	PV1: 1 x 18 PV2: 1 x 4	PV1: 1 x 19 PV2: 1 x 4	PV1: 1 x 20 PV2: 1 x 4	PV1: 1 x 20 PV2: 1 x 5	PV1: 1 x 20 PV2: 1 x 6	PV1: 1 x 21 PV2: 2 x 3	PV1: 1 x 20 PV2: 1 x 8	PV1: 1 x 20 PV2: 1 x 9			
	PV1: 1 x 16 PV2: 1 x 4	PV1: 1 x 17 PV2: 1 x 4	PV1: 1 x 17 PV2: 1 x 5	PV1: 1 x 18 PV2: 1 x 5	PV1: 1 x 19 PV2: 1 x 5	PV1: 1 x 19 PV2: 1 x 6	PV1: 1 x 20 PV2: 2 x 3	PV1: 1 x 20 PV2: 1 x 7	PV1: 1 x 19 PV2: 1 x 9	PV1: 1 x 21 PV2: 2 x 4			
	PV1: 1 x 15 PV2: 1 x 5	PV1: 1 x 16 PV2: 1 x 5	PV1: 1 x 16 PV2: 1 x 6	PV1: 1 x 17 PV2: 1 x 6	PV1: 1 x 18 PV2: 1 x 6	PV1: 1 x 19 PV2: 2 x 3	PV1: 1 x 19 PV2: 1 x 7	PV1: 1 x 19 PV2: 1 x 8	PV1: 1 x 20 PV2: 2 x 4	PV1: 1 x 19 PV2: 1 x 10			

MLPE / Micro Inversores

(Module Level Power Electronic) (Electrónica de potencia a nivel de módulo)



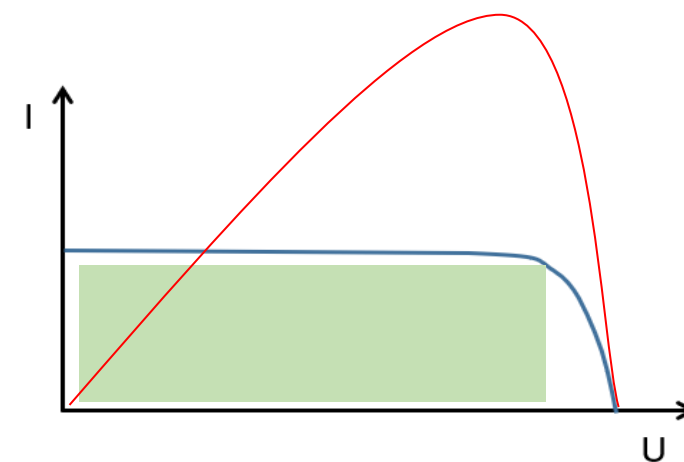
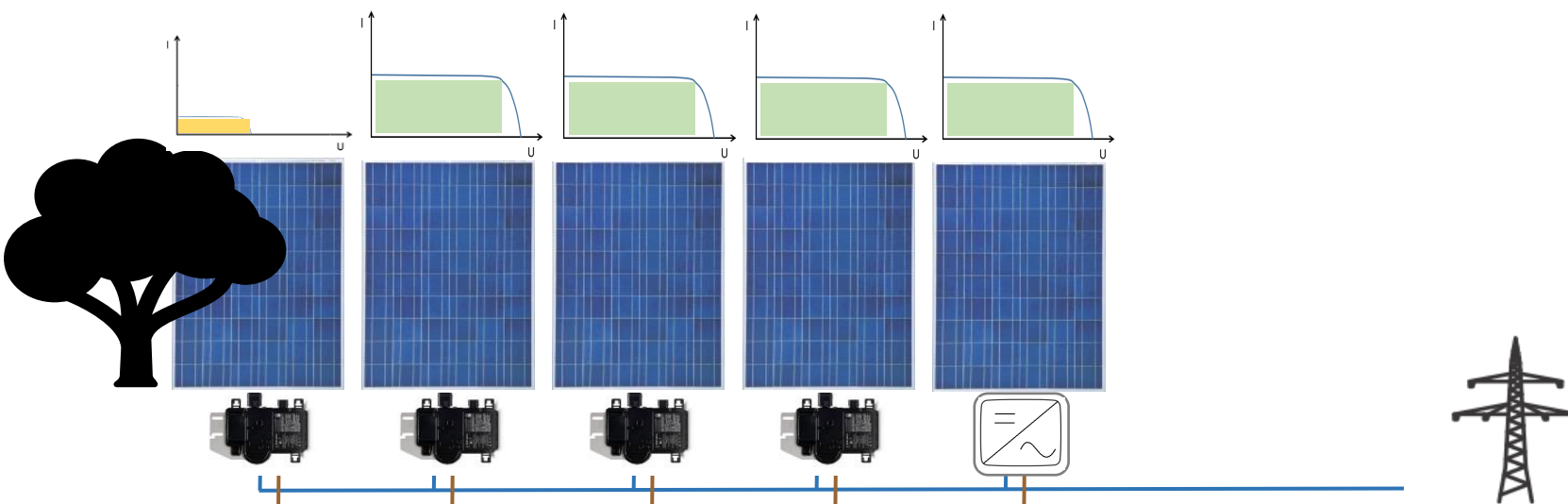
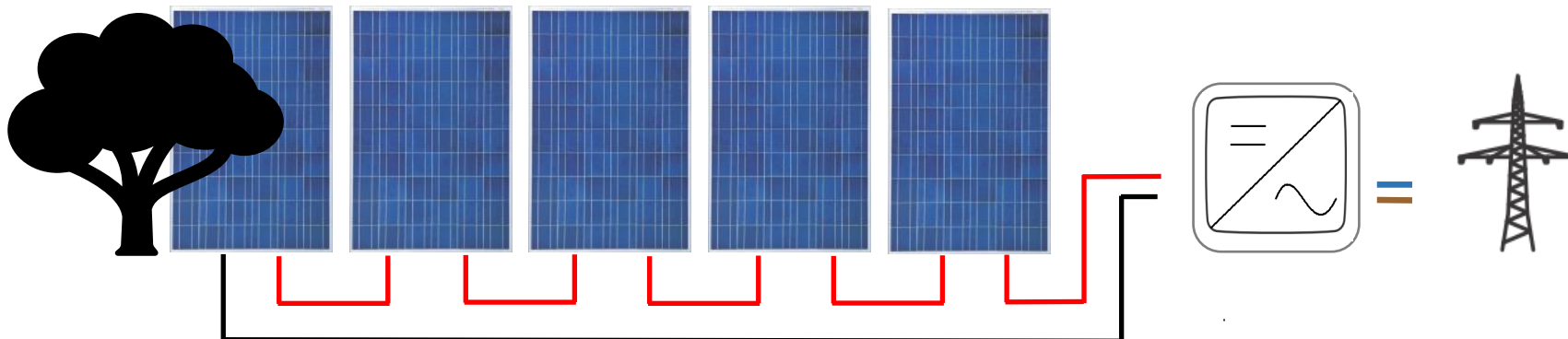
Pros

- Flexibilidad & Simplicidad
- Mayor producción
- Optimización total
- Monitorización cada módulo
- Rápida localización de fallos
- Máxima seguridad (<80Vdc)
- Monofásico / trifásico
- Logística simple
- No necesita espacio de montaje
- Menos pérdidas en caso de fallo (solo uno de varios inv.)

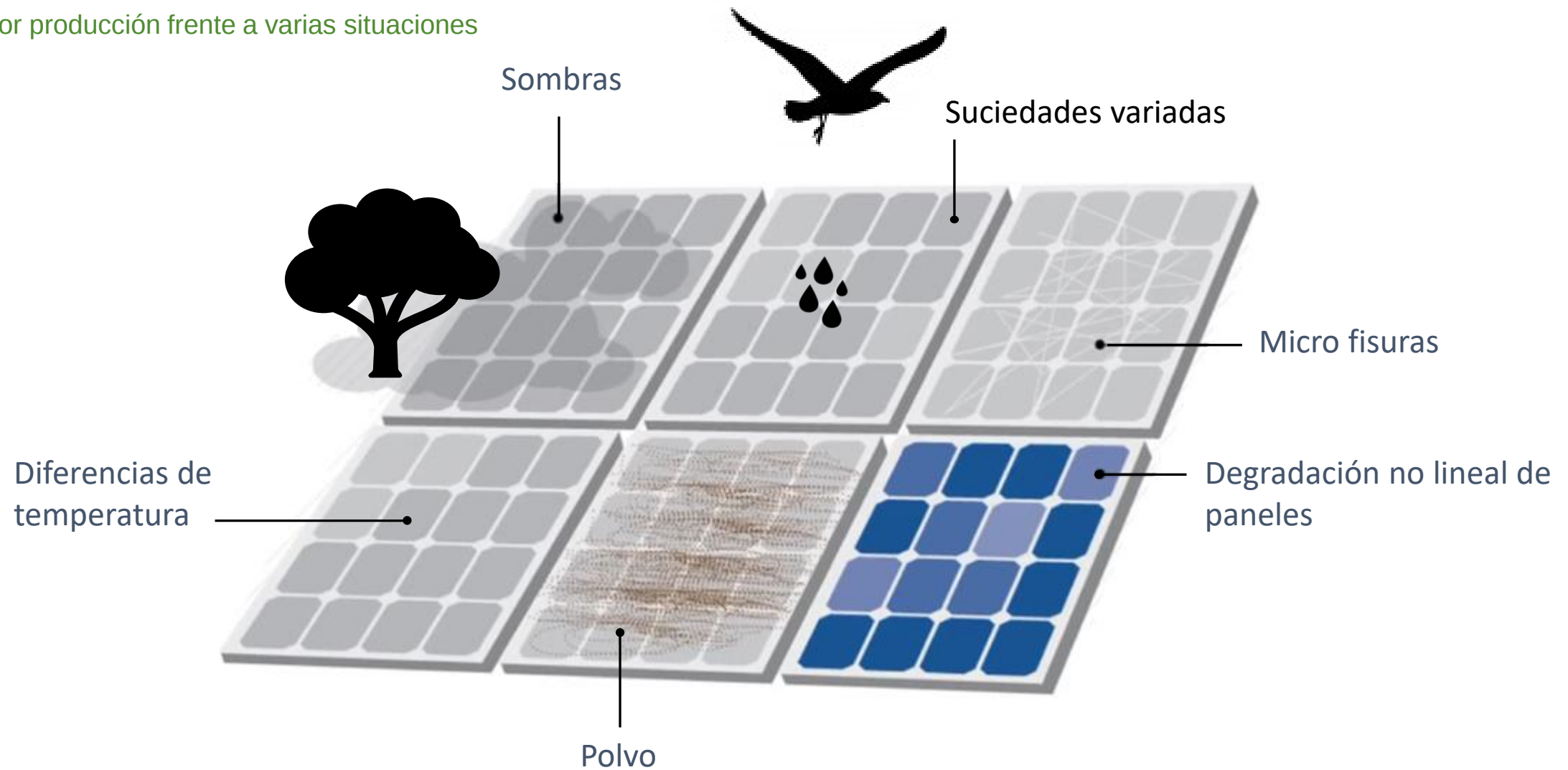
Contra

- Mayor coste / kW
- Menor eficiencia por inversor
- Mas equipos (más probabilidad de fallo)

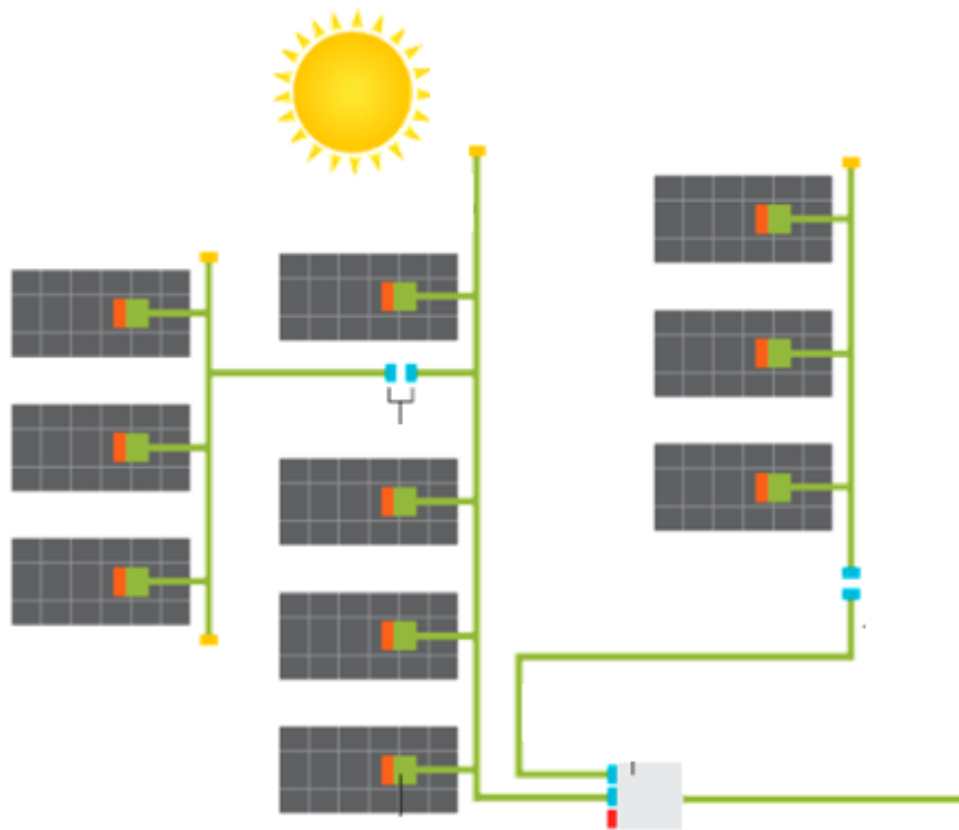
Mayor Producción



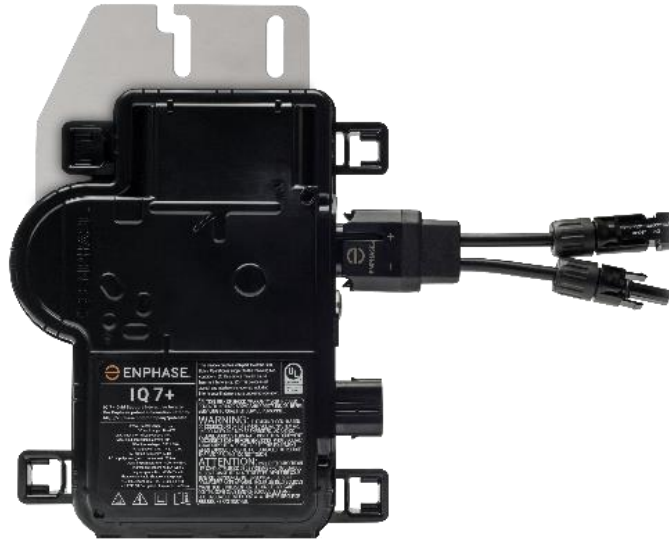
Mayor producción frente a varias situaciones



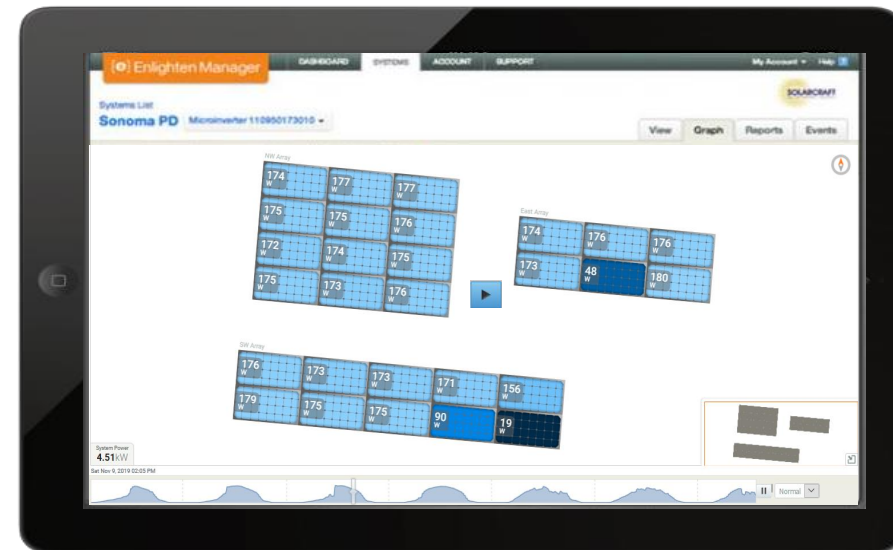
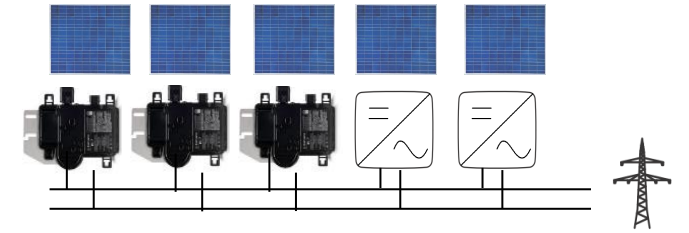
Montaje flexible, modular y sencillo



ENPHASE



25 años de
garantía



Optimización y monitorización de cada
panel individualmente

Ejemplo: 1 kWp

3 x LG 335 W Mono Neon2 Black V5 (1,005 kWp)

Compatible con IQ 7 or IQ 7+ ✓

1. 3x IQ 7 microinversor & 3x conector Q Cable
2. 3x Q Cable + Conector, monofásico, Montaje Horizontal o vertical
3. 1x Capuchón final (monofásico)
4. 1x Set de Conectores autoensamblables (monofásico)
5. 1x Envoy-S-Metered (incl. 2 CTs)
6. Q Relé (monofásico)
7. 1x Disconnect tool



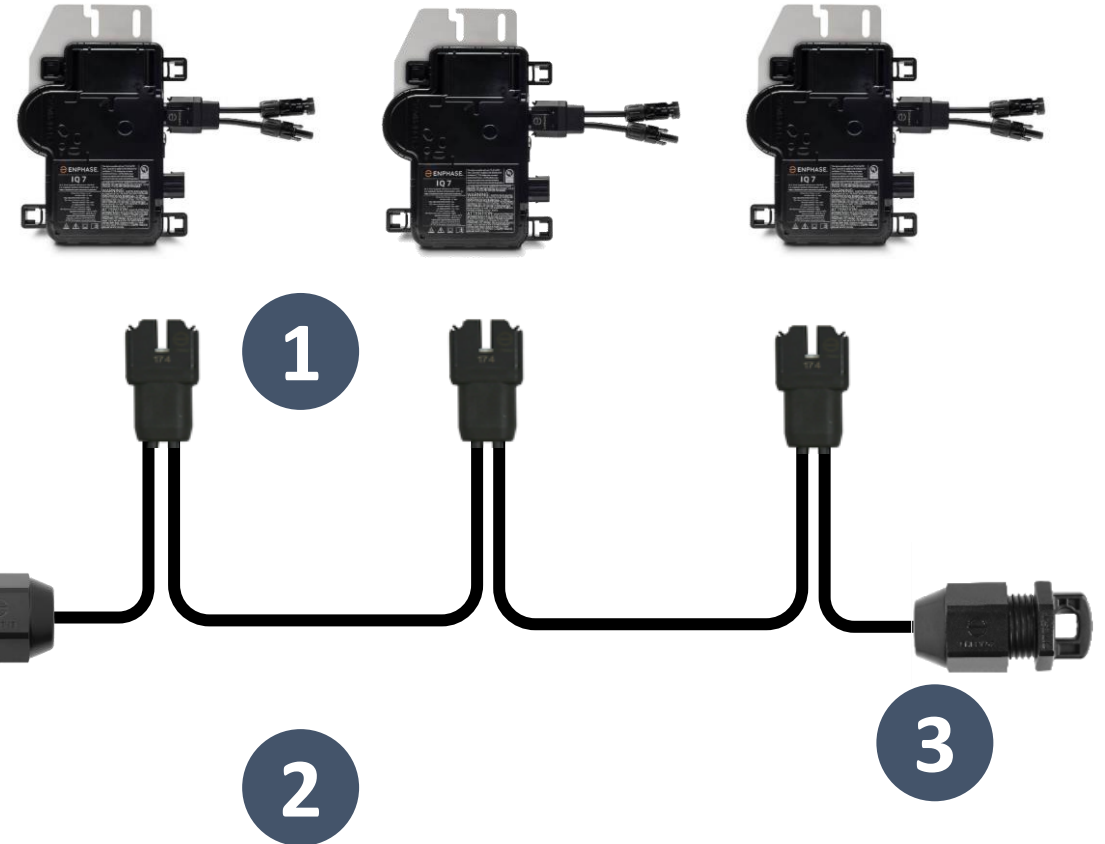
5



6



4



1

2

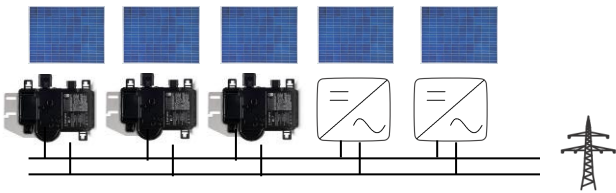
3



7

Para la configuración se tienen en cuenta principalmente:

- ✓ Tensión min/max de trabajo y circuito abierto
- ✓ Potencia del modulo vs el inversor
- ✓ Numero de inversores por ramal



Solar Module Information

Voc (Voltage at Open Circuit) ⓘ

v

Vmp (Voltage at Maximum Power) ⓘ

v

Temperature Coefficient of Voc ⓘ

-

%/... ▾

Isc (Short Circuit Current) ⓘ

A

Expected temperature range ⓘ

record low

record high

°C ▾

☐ I acknowledge that Enphase Energy is not responsible for my use of the data provided herein.

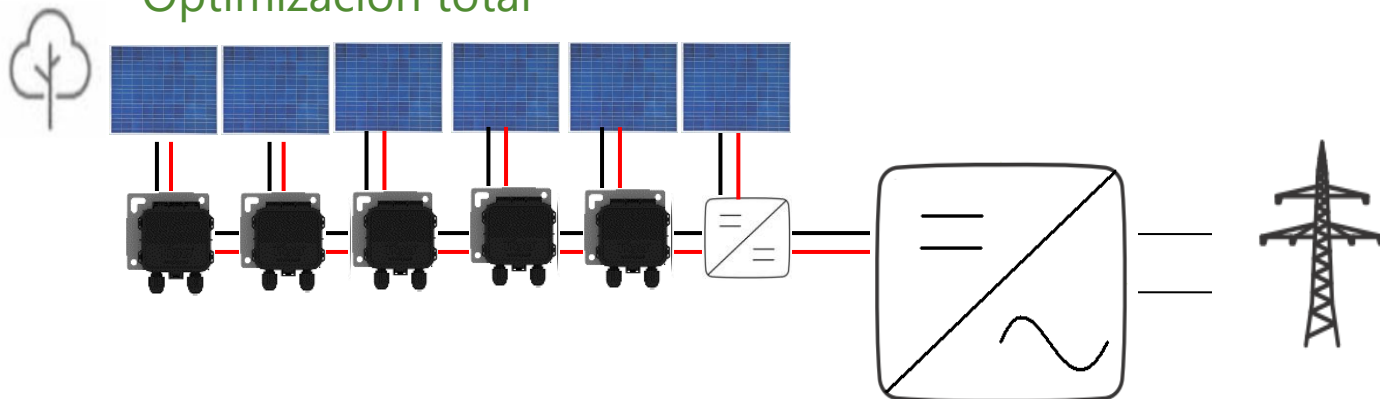
Check Compatibility

<https://enphase.com/en-uk/support/module-compatibility>

Module Information	 IQ 7	 IQ 7+	 IQ 7X	 IQ 7A
Voc - min temp	41.3 V	✓	✓	✓
Voc - max temp	41.3 V	✓	✓	✓
Vmp - min temp	34.5 V	✓	✓	✓
Vmp - max temp	34.5 V	✓	✓	✓
Isc	11.36 A	✓	✗	✓

Especificaciones Microinversor	IQ 7	IQ 7+	IQ 7A
Compatibilidad	60 cell	60 en 72 cell	60 en 72 cell
Potencia recomendada *	195 - 350 W y más	235-440 W y más	350 – 550 W y más
Máxima Potencia de Salida	240 VA 1.04 A en 230 V	290 VA 1.26 A en 230 V	366 VA 1.52 A en 230 V
Nº Total de inversores por circuito 16 A	15 (1~)	12 (1~)	10 (1~)

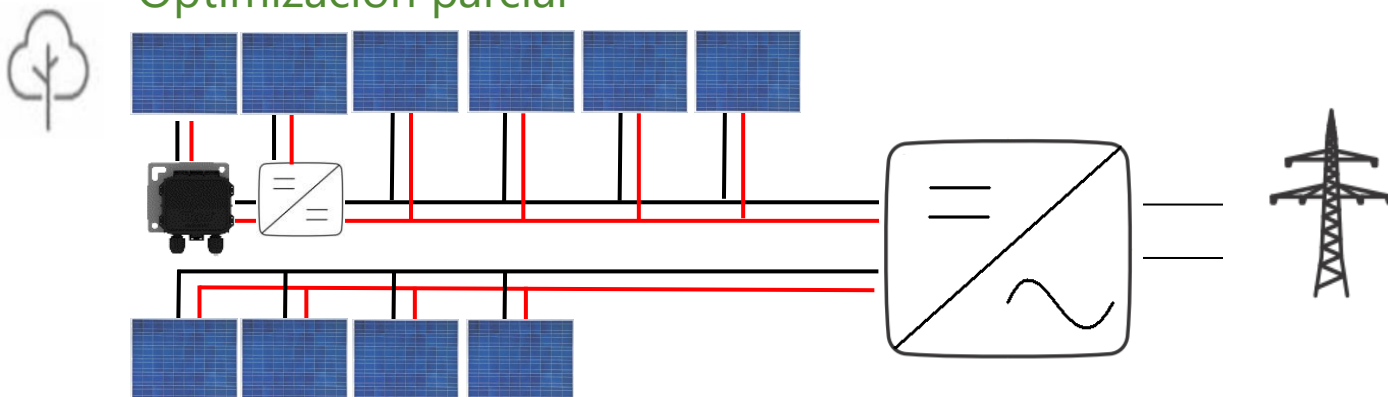
Optimización total



Pros

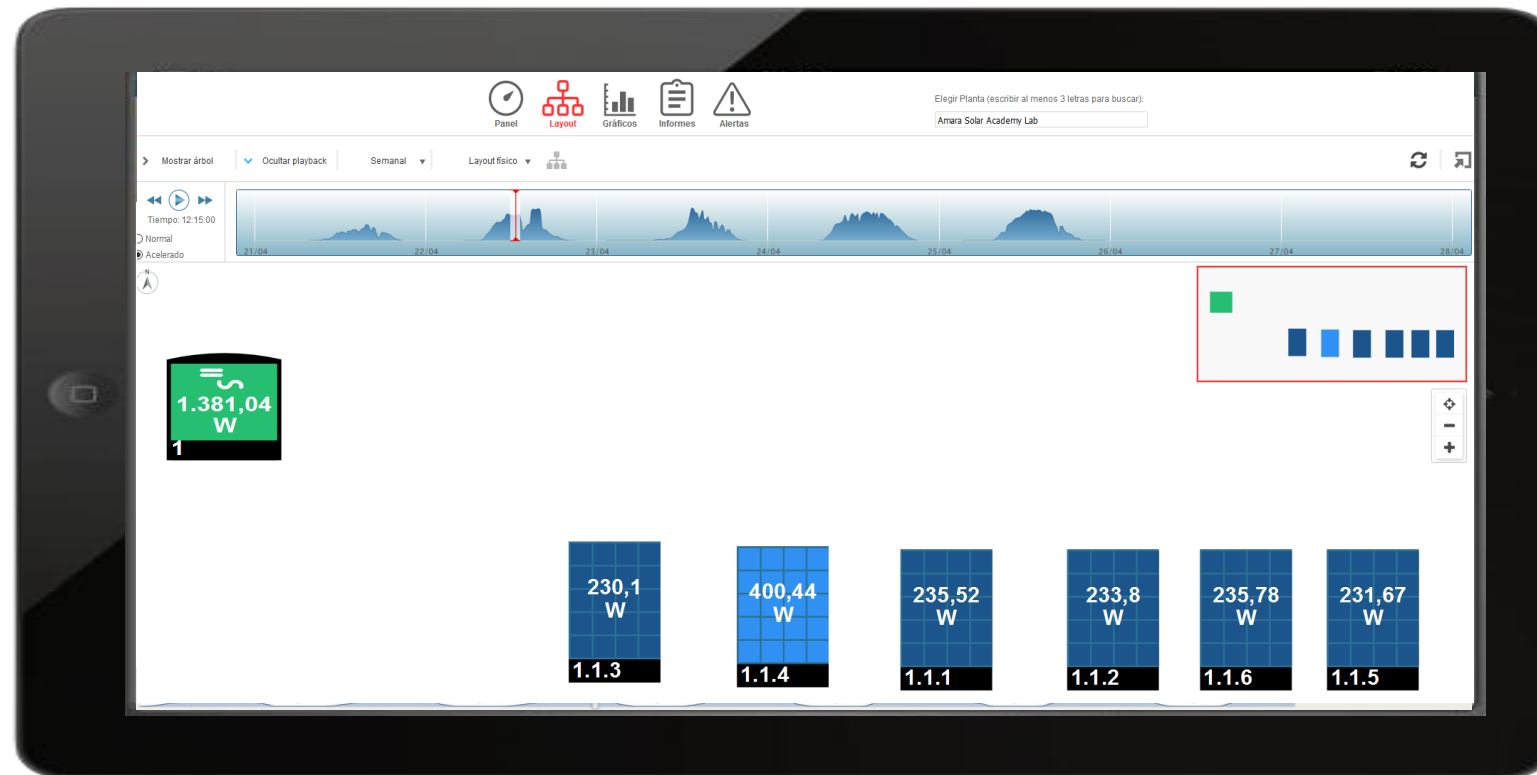
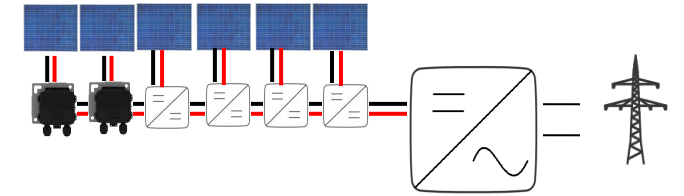
- Mayor producción
- Mayor flexibilidad/simplicidad de configuración (sombras, orientación)
- String largos
- Monitorización a nivel de módulo
- Rápida localización de fallos

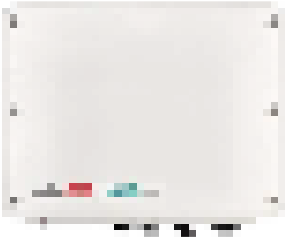
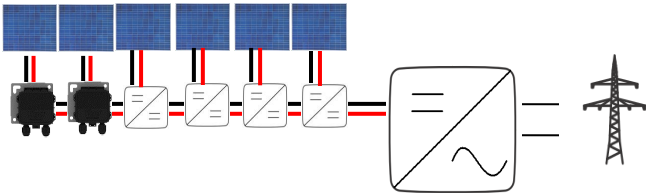
Optimización parcial



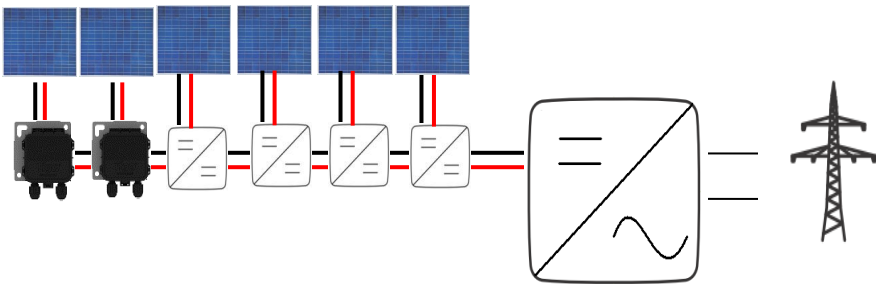
Contra

- Mayor coste / kW
- Un único punto de fallo posible
- Mas equipos de potencia (más probabilidad de fallo)





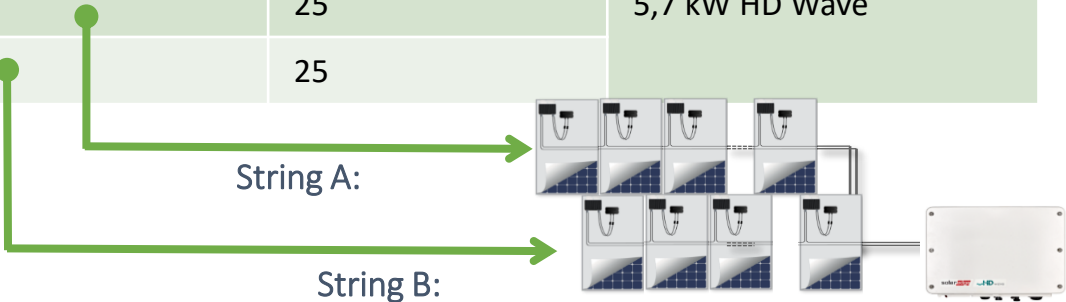
- Para la configuración se tienen en cuenta principalmente:
- ✓Potencia del optimizador vs el modulo (P optimizador > P modulo)
 - ✓Tensión min/máx. de trabajo
 - ✓Numero de optimizador por ramal

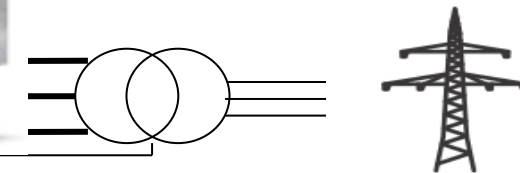
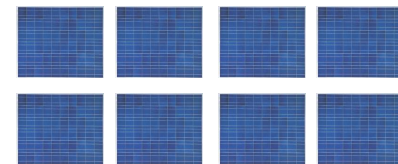
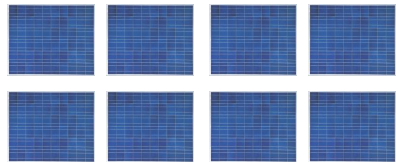
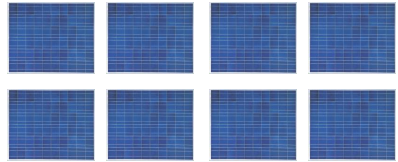


Ejemplo de datos técnicos:

Parámetro	P300 Descatalogado	P370	P401 Nuevo	P404	P405	P485	P500	P505
Tipo de módulo compatible	60 células	60/72 células	60/72 células (Alta eficiencia)	60/72 células (String cortos)	Capa Fina	Módulos de tensión alta	96 células	Bifacial
Potencia Máxima de Entrada (@STC)	340W*	370W	400W	405W		485W	500W	505W
Valor Máximo Absoluto de la Tensión de Entrada (Voc a temp. + baja)	48V	60V		80V	125V		80V	83V
Rango de Operación MPPT	8-48V	8-60V		12.5-80V	12.5-105V		8-80V	12.5-83V
Corriente Máxima de Entrada (Isc)	11A	11A	11.75A	11A			10.1A	14A

Optimizadores Compatibles	Mínimo por String	Maximo por String	Potencia máx. por String
P300, P370, P500	8	25	5,7 kW HD Wave
P404, P405, P505	6	25	





Pros

- Alta eficiencia
- Menor coste / KW
- Menos probabilidad de fallo (menos equipos)
- Posibilidad de string de 1500Vcc según modelo
- Salida a tensiones AC normalizadas para trafo MV

Contra

- Posibles pérdidas por sombreado
- Poca flexibilidad de configuración (sombras, orientación)
- Más complejo de configurar (cajas de agrupación)
- Posibles pérdidas considerables en cableado CC
- Un único punto de fallo posible

Highpower peak 3 (150KW)

► Inversores centrales

Inversor de gran potencia, o “central” (generalmente > 100kW)



Highpower peak 3 (150KW)
600Vac



Highpower peak 3 (100KW)
400Vac

► Inversores centrales

Para la configuración se tienen en cuenta principalmente:

- ✓ Potencia nominal AC
- ✓ Tensión mínima de trabajo CC
- ✓ Tensión máxima de trabajo y circuito abierto
- ✓ Numero de entradas CC
- ✓ Numero de MPPT (suele ser 1 solo, o pocos)
- ✓ Corriente nominal/máxima por entrada
- ✓ Numero de entradas en las cajas de agrupación de strings
- ✓ Corriente máxima de las cajas de agrupación de strings



1. Generador FV 1

340 / 514

A: 17 x 20

✓ Compatible con FV/inversor

Parámetros	Inversor		Entrada A
Potencia de CC máx.	102,00 kW		119,00 kWp
Tensión de CC mín.	590 V		581 V
Tensión FV normal		✓	620 V
Tensión de CC máx. (Inversor)	1000 V	✓	830 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP	180 A	✓	177,7 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP	325 A	✓	189,6 A

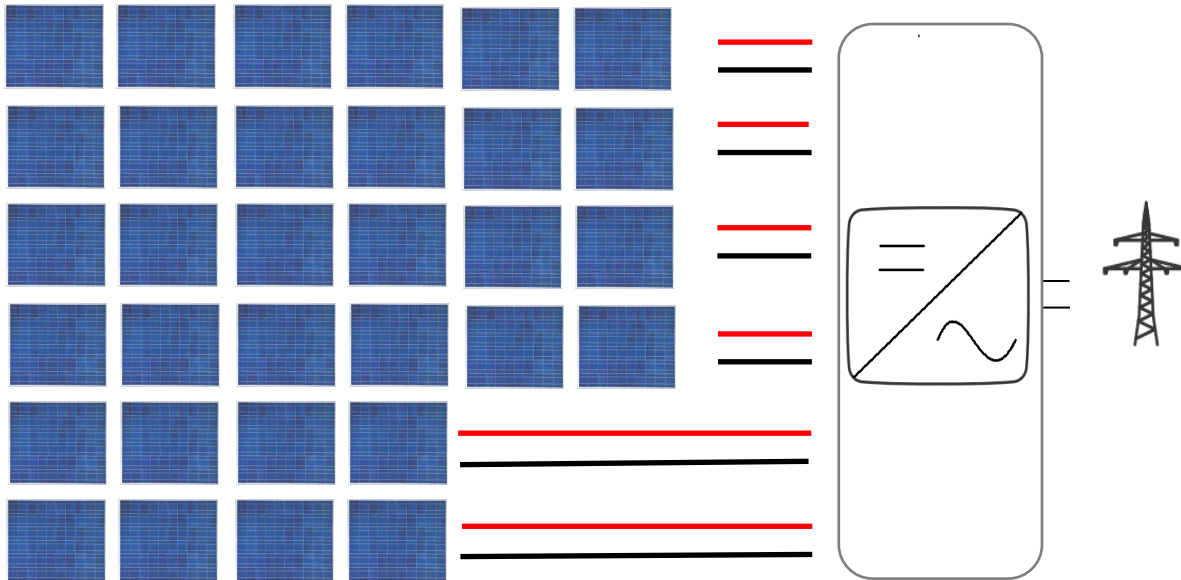
Rendimiento

Ratio de potencia nominal: 86 %



Eficiencia del inversor: 98,3 %





Pros

- Alta eficiencia
- Menor coste de instalación €/ KW
- Mejora el rendimiento con sombras (varios PMP)
- Facilidad en logística
- Mayor disponibilidad en caso de fallo
- Posibilidad de string de 1500Vcc según modelo
- Salida a tensiones AC nomalizadas para trafo MV

Contra

- Más probabilidad de fallo que Mega Station (más equipos)
- Monitorización por string



Tripower Core 1 (50kW)



SUN2000-100KTL-M1

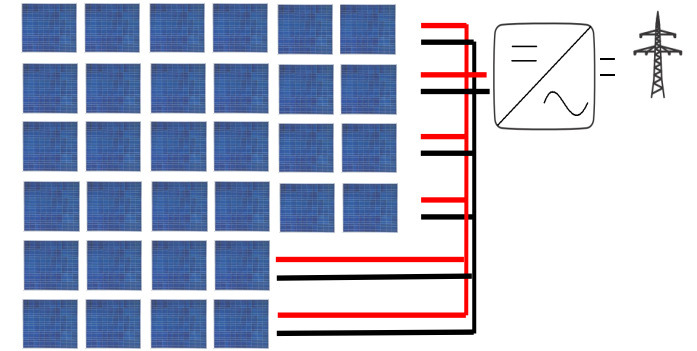


SE100K*

*Se ha incluido en SE100K en esta categoría debido a su rango de potencia a pesar de pertenecer más bien la tecnología MLPE

Para la configuración se tienen en cuenta principalmente:

- ✓ Potencia nominal AC
- ✓ Tensión mínima de trabajo CC
- ✓ Tensión máxima de trabajo y circuito abierto
- ✓ Numero de entradas CC
- ✓ Numero de MPPT
- ✓ Corriente nominal/máxima por entrada
- ✓ ¿Necesidad de fusibles CC?



Diferentes tecnologías para diferentes aplicaciones



- Maximizar la producción anual
 - MLPE
 - Multi MPPT
- Varias orientaciones
 - MLPE
 - Multi MPPT
- Precio
 - Minimizar el número de inversores
 - Si es una instalación con acumulación o se prevé en un futuro cercano, entonces un inversor híbrido.
- Monitorización
 - A nivel de modulo: MLPE
 - Que permite actuar a distancia: Consular con los fabricantes (p.e. SMA EnnexOS)
 - Que permite la integración de los datos en otro sistema, p.e. una API: Consultar fabricantes.
- Maximizar autoconsumo, (control de cargas, home Automation)
 - Solo algunos fabricantes ofrecen soluciones completas de activación y control inteligente de cargas, incluso vehículo eléctrico
- Garantía y Servicio post venta
 - Fabricante con presencia en España, o por lo menos Europea y con atención en el idioma requerido
 - Petición de visitar sus instalaciones
 - Consular a contactos de referencia su experiencia con el fabricante
- Seguridad (p.e. rapid shut-down)
 - MLPE
- Inyección cero con certificación
 - En este caso la elección se limita a los inversores que certifiquen el cumplimiento del ANEXO 1 del ITC-BT-40.
- Logística
 - Tener en cuenta la carga y descarga de los equipos voluminosos, o “subir al tejado un inversor muy grande

<https://www.amara-e.com/agenda-formaciones/>



“La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo”



Descubre nuestras aulas interactivas, donde podrás aprender y resolver todas tus preguntas.



¡Gracias!

Jean-Francois Picard

Product & training manager

amarAe