

Configuración de sistemas aislados con Sunny Island 4.4M / 6.0H / 8.0H



Índice

1	Suministro de energía independiente de la red pública	4
1.1	Necesidad de un suministro de energía independiente	4
1.2	Sistemas aislados.....	4
1.3	Los tipos de sistemas aislados	5
1.3.1	Sistemas aislados con acoplamiento de CA.....	5
1.3.2	Sistemas aislados con acoplamiento de CC.....	6
1.3.3	Sistemas aislados mixtos con acoplamiento de CA y de CC.....	7
2	Sistema aislado con Sunny Island	8
2.1	Funcionamiento del inversor Sunny Island.....	8
2.2	Ventajas del inversor Sunny Island.....	8
2.3	Montaje modular.....	9
2.3.1	Sistema sencillo	9
2.3.2	Sistema monofásico de clúster único	9
2.3.3	Sistema trifásico de clúster único	10
2.3.4	Sistema multiclúster	10
3	Diseño de un sistema aislado	12
3.1	Procedimiento	12
3.2	Cálculo de los equipos consumidores	12
3.3	Diseño de Sunny Island y Multicluster Box.....	13
3.3.1	Recomendaciones para la elección de Sunny Island / Multicluster-Box	13
3.3.2	Elección del inversor Sunny Island.....	14
3.3.3	Elección de la Multicluster-Box	14
3.4	Diseño del sistema de baterías	14
3.5	Diseño de la planta fotovoltaica	16
3.5.1	Cálculo de la potencia nominal de la planta	16
3.5.2	Elección de los inversores fotovoltaicos	17
3.6	Diseño de los generadores.....	18
3.7	Cálculo de los costes de la planta	18
3.8	Herramientas de planificación.....	18
3.8.1	Registro de datos mediante el cuestionario para sistemas aislados	18
3.8.2	Diseño de instalaciones con Sunny Design.....	19
4	Ejemplo de diseño de un sistema aislado	20
5	Anexo.....	22
5.1	Accesorios.....	22
5.2	Otras funciones del inversor Sunny Island en un sistema aislado.....	22
5.2.1	Gestión de la red y del generador	22
5.2.1.1	Fuentes de energía externas típicas	22
5.2.1.2	Sincronización de la red aislada con fuentes de energía externas	23
5.2.1.3	Interacciones de las fuentes de energía externa y la red aislada.....	23
5.2.2	Gestión de la carga	23
5.2.2.1	Capacidad de sobrecarga	23
5.2.2.2	Deslastre de carga.....	23
5.2.3	Frequency Shift Power Control.....	24
5.2.4	Control y monitorización a través de un relé multifunción interno	25
5.2.5	Gestión operativa y de usuarios	25
5.2.6	Registro y almacenamiento de datos	26
5.3	Más información sobre la gestión avanzada de baterías de plomo.....	26
5.3.1	Ventajas de la gestión avanzada de baterías	26

5.3.2	Estado de la batería	26
5.3.2.1	Capacidad nominal y envejecimiento de la batería	26
5.3.2.2	Estado de la carga actual	26
5.3.2.3	Capacidad actual disponible de la batería	27
5.3.2.4	Temperatura de la batería	27
5.3.3	Fases de carga.....	28
5.3.4	Procedimiento de carga	29
5.3.5	Compensación automática de la temperatura	30
5.3.6	Modo de funcionamiento de protección de la batería	30
5.4	Más información sobre la gestión del generador.....	31
5.4.1	Funciones de la gestión del generador	31
5.4.2	Condiciones para la solicitud de generador	31
5.4.3	Valores límite eléctricos del generador	32
5.4.4	Tiempos de funcionamiento del generador.....	32
5.4.5	Modos de funcionamiento del generador	33
5.4.6	Secuencia de funcionamiento del control del generador	34
5.4.6.1	Secuencia de funcionamiento en los generadores con arranque automático	34
5.4.6.2	Secuencia de funcionamiento en generadores sin función de arranque automático	35
5.4.6.3	Secuencia de funcionamiento en generadores con control del generador externo	37
5.5	Más información sobre la gestión de red.....	38
5.5.1	Funciones de la gestión de red	38
5.5.2	Condiciones para la solicitud de la red pública.....	39
5.5.3	Valores límite eléctricos de la red pública.....	39
5.5.4	Modos de funcionamiento de la red pública.....	39
5.5.5	Secuencia de funcionamiento del control de red	40
5.6	Más información sobre clústeres.....	40

1 Suministro de energía independiente de la red pública

1.1 Necesidad de un suministro de energía independiente

Según estimaciones de la Unión Europea, en el mundo viven aproximadamente 1500 millones de personas sin acceso al suministro energético. Tan solo en Europa, cerca de 300000 granjas y edificios no están conectados a la red pública.

En zonas remotas, la conexión a la red a menudo se ve dificultada por los altos costes de inversión para la expansión de la red eléctrica pública, a lo que se suma la escasa demanda energética. Los sistemas aislados basados en sistemas fotovoltaicos y otras fuentes de energía suponen en estos casos una alternativa importante y, a menudo, son una mejor solución desde un punto de vista económico.

1.2 Sistemas aislados

Los sistemas aislados son redes eléctricas autosuficientes que se alimentan de energía procedente de diversos generadores.

Los sistemas aislados pueden estar formados por los componentes siguientes:

Componentes	Descripción
Generadores fotovoltaicos	Un generador fotovoltaico está formado por varios módulos fotovoltaicos que producen corriente continua a partir de energía fotovoltaica.
Inversor fotovoltaico	El inversor fotovoltaico (como Sunny Boy o Sunny Tripower) transforma la corriente continua del generador fotovoltaico en corriente alterna apta para la red y la inyecta a la red de corriente alterna. El inversor fotovoltaico y los generadores fotovoltaicos deben dimensionarse en función de la potencia escogida (consulte el capítulo 3.5 "Diseño de la planta fotovoltaica", página 16).
Regulador de carga CC/CC	En un sistema aislado, la corriente continua de los generadores fotovoltaicos puede emplearse directamente para cargar una batería. Para ello, es necesario un regulador de carga.
Baterías	Las baterías almacenan energía eléctrica y sirven de apoyo a la red cuando otros generadores de energía no producen electricidad suficiente. Cuando se produce más energía de la que se consume, las baterías se pueden recargar. Para el diseño de las baterías debe tenerse en cuenta la capacidad, la potencia nominal y el tipo de las baterías (consulte el capítulo 3.4 "Diseño del sistema de baterías", página 14).
Inversor de batería	El inversor de batería (como Sunny Island) forma la red aislada como fuente de tensión. El inversor de batería regula el equilibrio entre la energía generada y la energía consumida y está equipado con una gestión de la batería, del generador y de la carga (consulte el capítulo 2.1 "Funcionamiento del inversor Sunny Island", página 8).
Fusible de batería	El fusible de la batería protege como fusible de CC eterno las líneas de conexión del inversor de batería. Además, el fusible de la batería permite desconectar el inversor de batería en el lado de CC:
Generadores	Los generadores de combustible (como los generadores diésel) se emplean a menudo para asumir el suministro de energía si el estado de carga de las baterías disminuye y no hay suficiente energía procedente del generador fotovoltaico. Los generadores ofrecen directamente corriente alterna.

Componentes	Descripción
Plantas eólicas	Las plantas eólica transforman la energía eólica en energía eléctrica y ponen a disposición directamente corriente alterna.
Centrales hidroeléctricas	Las centrales hidroeléctricas aprovechan la energía cinética del agua para producir energía eléctrica. Los generadores de las centrales hidroeléctricas ponen a disposición directamente corriente alterna o cuentan con inversores para transformar la corriente continua en corriente alterna.

Los sistemas aislados pueden suministrar con electricidad domicilios individuales, urbanizaciones o incluso pueblos enteros.

Para la planificación, el diseño y la selección de un sistema aislado se deben tener en cuenta varias condiciones. El diseño óptimo de un sistema de suministro eléctrico depende de estos factores:

- La potencia de conexión necesaria
- Consumo de energía
- El tipo de consumidores
- El período de uso
- Las condiciones meteorológicas

1.3 Los tipos de sistemas aislados

1.3.1 Sistemas aislados con acoplamiento de CA

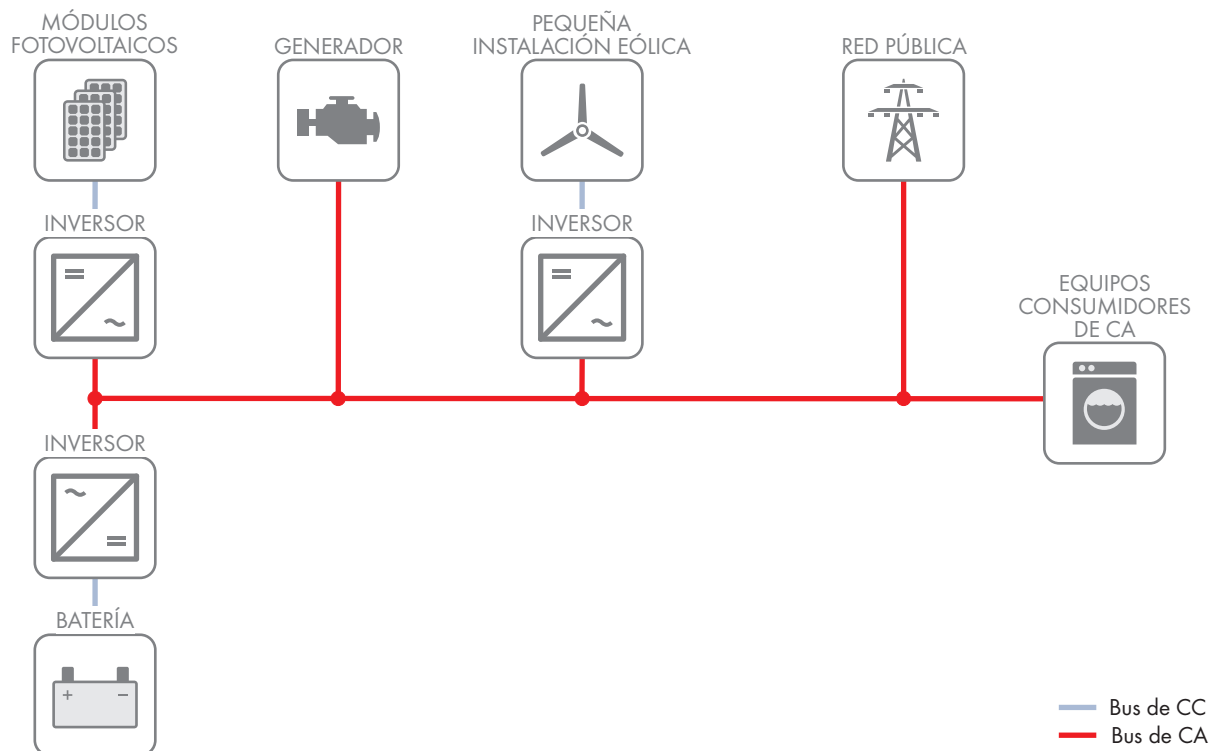


Imagen 1: Ejemplo de un sistema con acoplamiento de CA

En el acoplamiento de CA, todos los equipos consumidores y las fuentes de energía están acoplados en una red de corriente alterna. Esto tiene la ventaja de que el sistema aislado puede crearse y ampliarse de forma flexible y modular con componentes estandarizados.

Dependiendo de la aplicación y de la disponibilidad, pueden combinarse fuentes de energía renovables y convencionales. Las fuentes de energía conectadas cargan las baterías y suministran energía cuando resulta necesario. La conexión a la red pública es posible si el inversor de batería y las unidades de combustión están diseñadas para ello. Los sistemas aislados con acoplamiento de CA pueden ampliarse fácilmente con fuentes de energía adicionales. De este modo, se adaptan a una demanda creciente de energía.

Los sistemas aislados con acoplamiento de CA se pueden utilizar para alimentar consumidores convencionales de CA. En consecuencia, son idóneos para su uso en áreas rurales de países en desarrollo y países recientemente industrializados, pero también en zonas de países industrializados en las que no haya disponible red pública.

El inversor de batería conectado a la batería, como un Sunny Island, crea la red de corriente alterna.

Desde un punto de vista económico, en un rango de potencia medio (de 1 kW a 300 kW), los sistemas aislados con sistemas de baterías son claramente más ventajosos que aquellos que funcionan únicamente con generadores. Esto se puede atribuir a los elevados costes de mantenimiento, la corta vida útil y al muy bajo rendimiento de carga parcial de los generadores.

1.3.2 Sistemas aislados con acoplamiento de CC

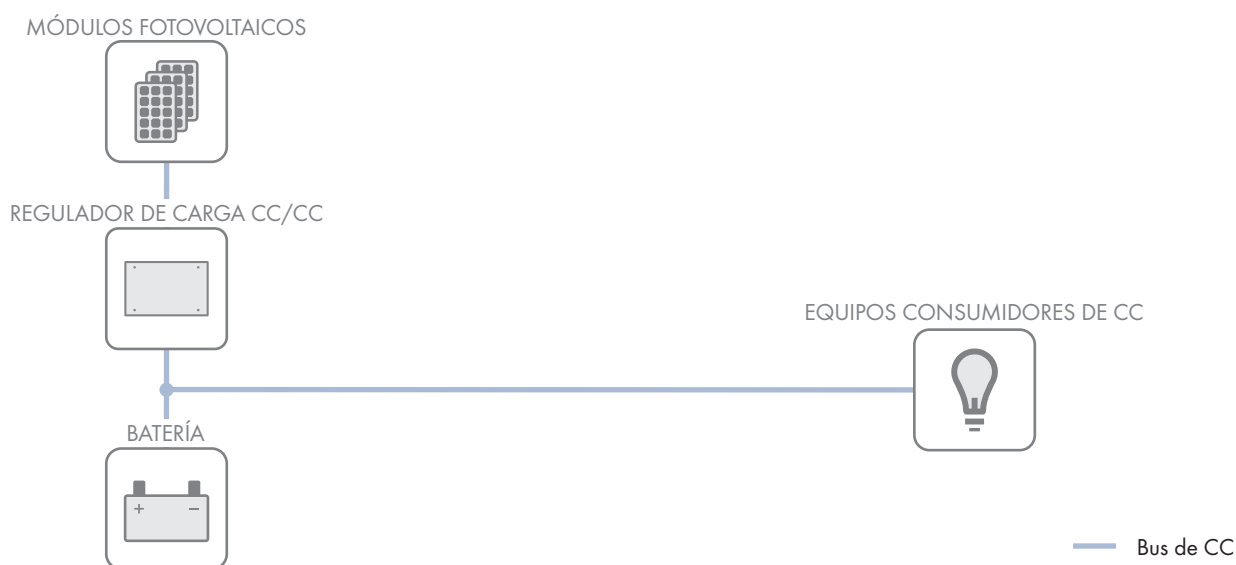


Imagen 2: Ejemplo de un sistema con acoplamiento de CC

En el acoplamiento de CC, todos los generadores de energía se acoplan exclusivamente mediante corriente continua. El generador fotovoltaico se conecta a través de reguladores de carga CC/CC especiales. Durante las horas diurnas, la batería almacena la energía suministrada por el generador fotovoltaico y por la noche esta energía está disponible nuevamente para la iluminación.

El acoplamiento de CC es adecuado para grupos de sistemas sencillos y es ventajoso si el suministro eléctrico se emplea principalmente para la iluminación. Un ejemplo de aplicación es el Solar-Home-System (SHS) en el rango de potencia de unos pocos cientos de vatios.

Los consumidores de CA solo pueden funcionar con un pequeño inversor adicional en un sistema aislado con acoplamiento de CC.

1.3.3 Sistemas aislados mixtos con acoplamiento de CA y de CC

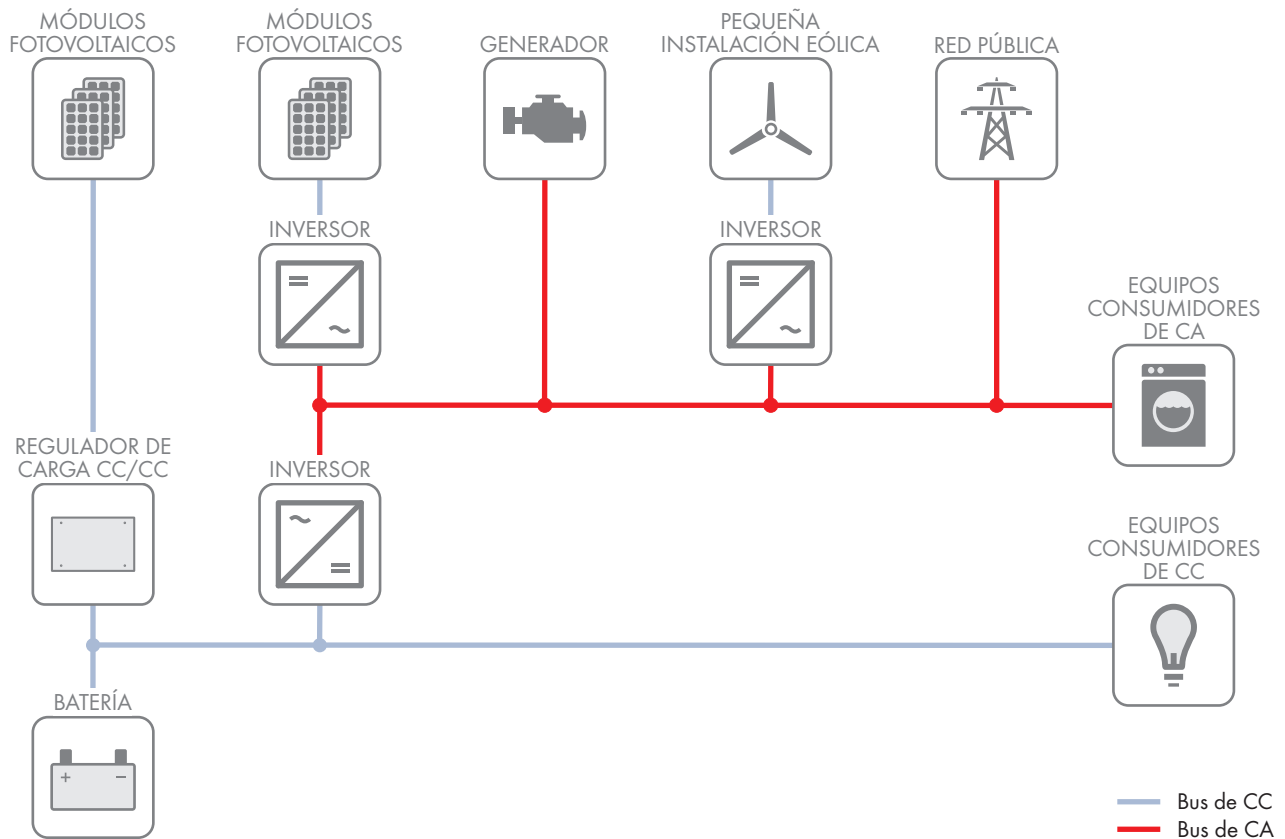


Imagen 3: Ejemplo de un sistema mixto con acoplamiento de CA y de CC

Los sistemas mixtos con acoplamiento de CA y CC son especialmente adecuados para acoplar equipos consumidores de CA de un rango de potencia medio con fuentes de energía de CC. Al mismo tiempo, en los sistemas mixtos la batería puede cargarse con un generador. Los sistemas mixtos sirven para abastecer consumidores remotos y satisfacen una mayor demanda de energía. Por este motivo, los sistemas mixtos se suelen utilizar en granjas, pequeños comercios y fincas agrícolas.

Al diseñar una planta hay que tener en cuenta que la potencia nominal de los inversores se corresponda con la potencia necesaria por los equipos consumidores. Aunque haya más potencia disponible en la planta fotovoltaica y en la planta eólica, el inversor limita la potencia disponible en el lado de CA. Diseñar sistemas mixtos es claramente más complejo que diseñar sistemas simplemente con acoplamiento de CA.

2 Sistema aislado con Sunny Island

2.1 Funcionamiento del inversor Sunny Island

El Sunny Island es un inversor de batería que está conectado directamente con un sistema de baterías. El Sunny Island conforma la red de corriente alterna del sistema aislado y regula con ello la tensión y la frecuencia de la red de corriente alterna.

A la red de corriente alterna hay conectados directamente tanto equipos consumidores como generadores de energía. Los generadores de energía como, por ejemplo, inversores fotovoltaicos, inyectan en la red de corriente alterna del sistema aislado y abastecen así a los equipos consumidores.

El Sunny Island regula el equilibrio entre la energía inyectada y la energía consumida y está equipado con un sistema de gestión de la batería, el generador y la carga. Si hay un exceso de energía (por ejemplo, mucha irradiación solar y poco consumo), el Sunny Island toma la energía de la red de corriente alterna para cargar la batería. En caso de escasez de energía (baja o ninguna irradiación solar y mucho consumo), el Sunny Island alimenta la red de corriente alterna con las baterías.

El Sunny Island comprueba de forma independiente la disponibilidad de la red de corriente alterna y de los componentes del sistema. No es necesario contar con unidades de control y monitorización adicionales. Esto simplifica el funcionamiento del sistema y reduce los costes de inversión.

2.2 Ventajas del inversor Sunny Island

- Óptimo para sistemas de suministro de energía de 1 a 300 kW
- Composición flexible como sistema único, sistema paralelo monofásico o sistema trifásico
- Tecnología multiclúster: combinación de sistemas trifásicos para la construcción sencilla de un potente sistema de suministro de energía
- Ampliable por módulos
- Extraordinaria resistencia a la sobrecarga
- Adecuado para el uso en condiciones climáticas extremas
- Gestión avanzada de baterías óptima y registro de estado de carga de la batería para una larga vida útil de las baterías de plomo
- Compatible con muchas baterías de iones de litio (consulte la información técnica "List of Approved Batteries" en www.SMA-Solar.com)
- Integración económica de equipos consumidores de corriente alterna, fuentes de energía renovables y generadores
- Posibilidad de poner en marcha fácilmente el sistema aislado

2.3 Montaje modular

2.3.1 Sistema sencillo

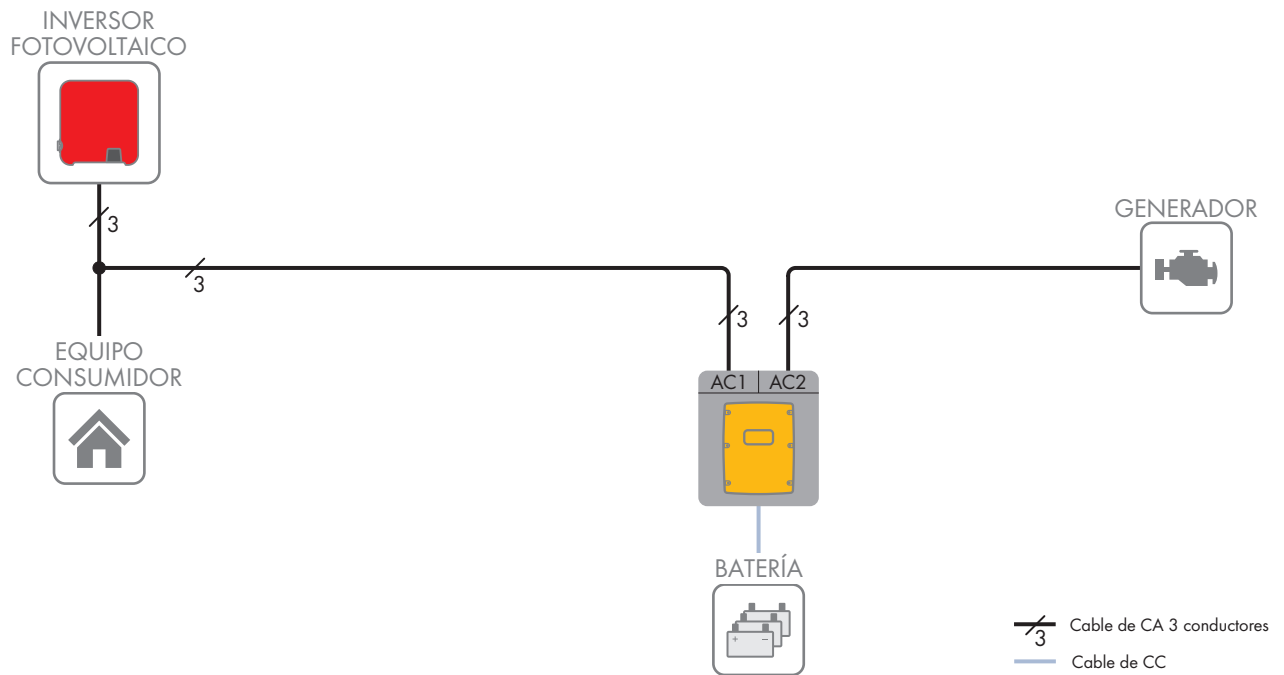


Imagen 4: Principio de un sistema sencillo

En un sistema sencillo, un Sunny Island forma una red aislada monofásica.

2.3.2 Sistema monofásico de clúster único

i Modelos necesarios para sistemas monofásicos de clúster único

En sistemas monofásicos de clúster único los inversores Sunny Island deben ser de los modelos SI6.0H-12 o SI8.0H-12.

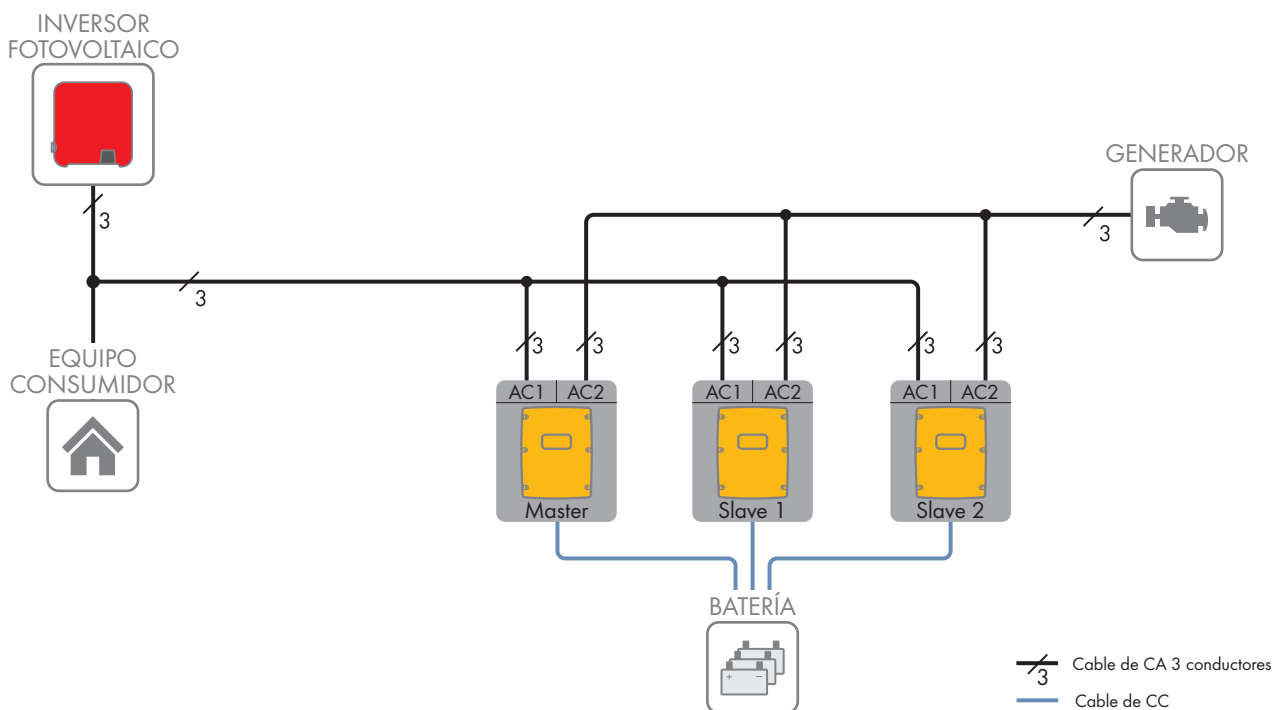


Imagen 5: Principio de un sistema monofásico de clúster único

En un sistema monofásico de clúster único puede haber hasta tres Sunny Island conectados a una batería, que forman un clúster. En el lado de CA los Sunny Island están conectados al mismo conductor de fase. Si dentro del clúster se combinan diferentes modelos, el maestro debe ser un SI8.0H-12.

2.3.3 Sistema trifásico de clúster único

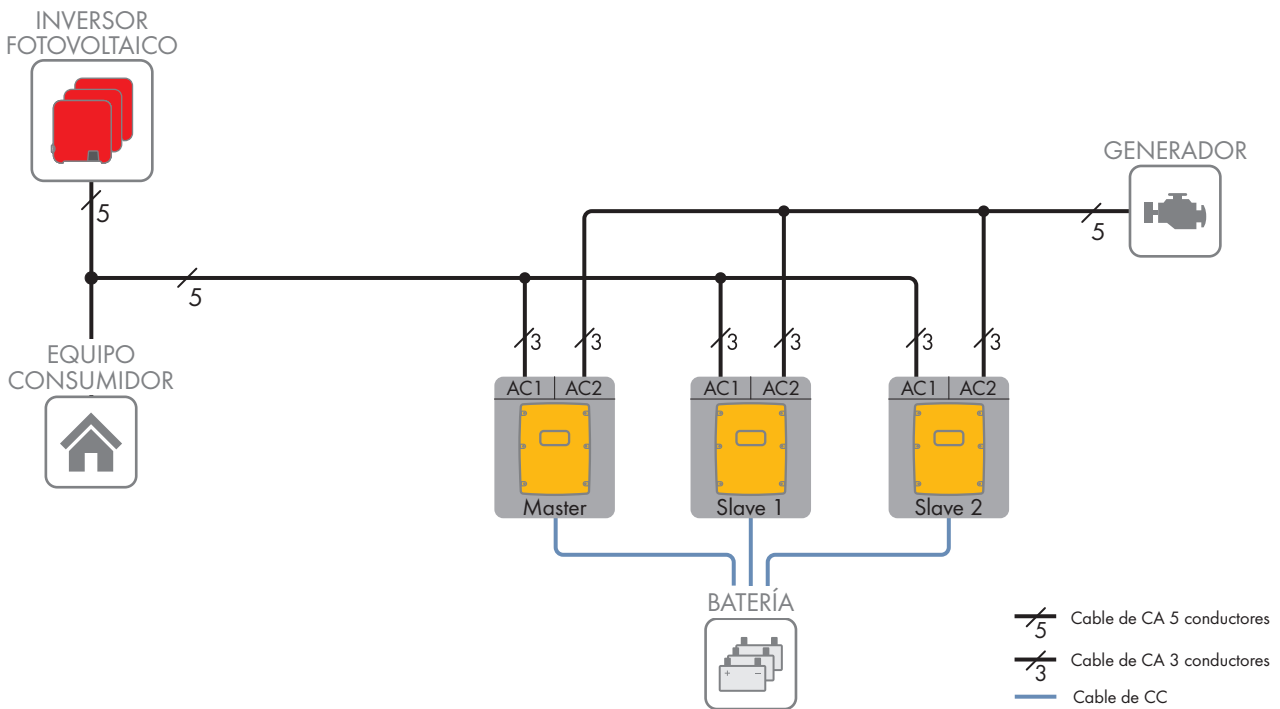


Imagen 6: Principio de un sistema trifásico de clúster único

En un sistema trifásico de clúster único puede haber hasta tres Sunny Island conectados a una batería, que forman un clúster. En el lado de CA los Sunny Island están conectados a tres conductores de fase distintos.

2.3.4 Sistema multiclúster

i Modelos necesarios para sistemas multiclúster

En sistemas multiclúster para redes aisladas deben emplearse estos modelos:

- SI6.0H-12 (Sunny Island 6.0H)
- SI8.0H-12 (Sunny Island 8.0H)
- MC-BOX-6.3-11 (Multicluster-Box 6)
- MC-BOX-12.3-20 (Multicluster-Box 12)
- MC-BOX-36.3-11 (Multicluster-Box 36)

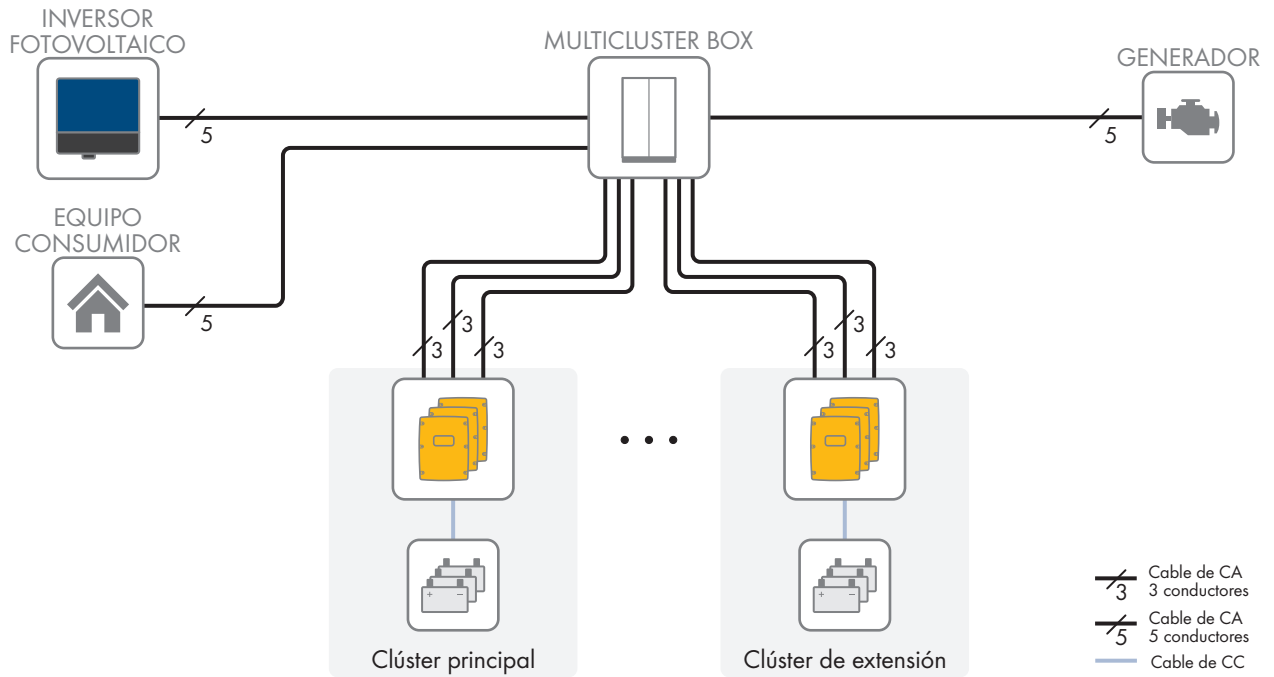


Imagen 7: Principio de un sistema multiclúster

Los sistemas multiclúster se componen de varios clústeres trifásicos. Cada uno de los clústeres debe estar conectado a una Multicluster-Box. La Multicluster-Box es un componente de la tecnología multiclúster de SMA para sistemas aislados, sistemas eléctricos de repuesto y sistemas para la optimización del autoconsumo.

La Multicluster-Box es un distribuidor principal de CA al que se pueden conectar hasta 12 clústeres. Todos los clústeres trifásicos se componen de tres inversores Sunny Island conectados en paralelo en el lado de CC.

En el mismo clúster deben utilizarse exclusivamente inversores Sunny Island del mismo modelo: SI6.0H-12 o SI8.0H-12.

3 Diseño de un sistema aislado

3.1 Procedimiento

Para garantizar la rentabilidad y la fiabilidad operativa de un sistema aislado es fundamental que el diseño se base en las necesidades. El diseño implica adaptar el sistema aislado a la disponibilidad de energía fotovoltaica existente por las condiciones geográficas y al comportamiento energético del usuario de la planta.

Cuanto más datos tengamos sobre el sistema aislado, más garantías tendremos de que el diseño de la planta será óptimo. En cualquier caso, es necesario responder a estas preguntas:

- Finalidad del sistema previsto
- Consumidores y horas de uso
- Características geográficas de la ubicación prevista
- Posibles generadores de energía
- Coeficiente de cobertura solar: proporción de energía fotovoltaica en el suministro energético de un sistema aislado (Solar Fraction, SF)
- Período de autonomía de la batería

Partiendo de estos datos es posible realizar un diseño inicial que proporcione información sobre el tamaño, las fuentes de energía adecuadas y los componentes de la instalación.

Los capítulos siguientes descubren el procedimiento para diseñar un sistema aislado y se desarrollan parcialmente interrelacionados. El orden de cada uno de los capítulos es una mera recomendación (para un ejemplo de diseño de un sistema aislado, (consulte el capítulo 4, página 20)).

Las herramientas de planificación de SMA Solar Technology AG pueden resultar de ayuda:

- Cuestionario para sistemas aislados (consulte www.SMA-Solar.com)
- Sunny Design (consulte www.SMA-Solar.com)

3.2 Cálculo de los equipos consumidores

La potencia y el consumo de energía de los equipos consumidores tienen una importancia crucial en un sistema aislado. Las cuestiones fundamentales que hay que plantearse son:

- ¿Qué equipos consumidores debe abastecer el sistema aislado?
- ¿Cuál es el consumo de energía anual o diario?
- ¿Cuál es la demanda máxima de potencia en un día?

La siguiente tabla que muestra un resumen de las cargas estándar, sus potencias y el tiempo de funcionamiento típico al día sirve de orientación.

Equipos consumidores	Potencia nominal	Tiempo de funcionamiento típico al día	Consumo de energía al día
Aire acondicionado	3000 W	2 h	6 kWh
Secadora	1000 W	4 h	4 kWh
Lavadora	2000 W	1 h	2 kWh
Cocina (fogones y horno)	2300 W	0,75 h	1,7 kWh
Lavavajillas	1300 W	1 h	1,3 kWh
Bomba de agua	200 W	3 h	0,6 kWh
Ordenador	250 W	2 h	0,5 kWh
Congelador 200 l	100 W	5 h	0,5 kWh

Equipos consumidores	Potencia nominal	Tiempo de funcionamiento típico al día	Consumo de energía al día
Hervidor	1800 W	0,25 h	0,45 kWh
Frigorífico	90 W	5 h	0,45 kWh
Aspiradora	1800 W	0,25 h	0,43 kWh
Televisor (tamaño de diagonal: 71 cm [28 in])	100 W	4 h	0,4 kWh
Microondas	1200 W	0,25 h	0,3 kWh
Tostadora	1200 W	0,25 h	0,3 kWh
Secador de pelo	1000 W	0,25 h	0,25 kWh
Plancha	1000 W	0,25 h	0,24 kWh
Impresora	100 W	2 h	0,2 kWh
Amplificador	100 W	2 h	0,2 kWh
Bomba de circulación de calefacción	70 W	2 h	0,14 kWh
Lámpara de bajo consumo	15 W	4 h	0,06 kWh
Receptor de satélite	18 W	3 h	0,054 kWh
Batidora	200 W	0,25 h	0,05 kWh
Reproductor de DVD	15 W	2 h	0,03 kWh
Máquina de coser	80 W	0,25 h	0,02 kWh
Radio	5 W	3 h	0,015 kWh
Afeitadora	15 W	0,25 h	0,0038 kWh

3.3 Diseño de Sunny Island y Multicluster Box

3.3.1 Recomendaciones para la elección de Sunny Island / Multicluster-Box

Para establecer la cantidad de Sunny Island en sistemas monofásicos se requieren los siguientes parámetros:

- Potencia máxima a la que acceden los equipos consumidores cada día (P_{\max})
- Potencia del inversor Sunny Island en 30 minutos a 25 °C ($P_{30\text{ min}}$)

Cálculo:

$$\text{Cantidad de inversores Sunny Island} = P_{\max} : P_{30\text{ min}}$$

Aviso para sistemas trifásicos

El número de equipos en sistemas trifásicos puede establecerse con el mismo procedimiento que el de los sistemas monofásicos. Sin embargo, el resultado debe redondearse al siguiente número mayor divisible por tres. Así pueden distribuirse de forma simétrica los inversores entre las fases (consulte el capítulo 3.3.2, página 14).

3.3.2 Elección del inversor Sunny Island

i Curva característica potencia/temperatura

La potencia activa suministrada por el Sunny Island depende de la temperatura ambiente (para la curva característica potencia/temperatura, consulte la ficha de datos del inversor Sunny Island). Si se esperan altas temperaturas ambiente de forma permanente en el lugar de funcionamiento previsto, debe seleccionarse un Sunny Island con una potencia nominal superior a la exigida por los equipos consumidores.

Modelo	Potencia asignada	Potencia para 30 min a 25 °C	Posibilidades de empleo			
			Sistema sencillo	Sistema monofásico de clúster único	Sistema trifásico de clúster único	Sistema multiclúster
SI4.4M-12 (Sunny Island 4.4M)	3300 W	4400 W	Sí	No	Sí	No
SI6.0H-12 (Sunny Island 6.0H)	4600 W	6000 W	Sí	Sí	Sí	Sí
SI8.0H-12 (Sunny Island 8.0H)	6000 W	8000 W	Sí	Sí	Sí	Sí

3.3.3 Elección de la Multicluster-Box

Modelo	Potencia asignada	Número de inversores	Número de clústeres
MC-BOX-6.3-11 (Multicluster-Box 6)	55 kW	6	2
MC-BOX-12.3-20 (Multicluster-Box 12)	138 kW	12	4
MC-BOX-36.3-11 (Multicluster-Box 36)	300 kW	36	12

3.4 Diseño del sistema de baterías

A la hora de elegir la batería, la capacidad de la batería, la tensión de la batería y el tipo de batería adecuado resultan factores decisivos.

Capacidad de la batería

El punto de partida para la elección de una batería es la capacidad de la batería necesaria. La capacidad de la batería necesaria se ve determinada en un primer momento por los factores siguientes:

- Período de autonomía

El periodo de autonomía es la duración en días durante los cuales el sistema aislado puede abastecer a los equipos consumidores exclusivamente con la batería. En los sistemas aislados con generador, cabe esperar un periodo de autonomía de 2 días.

- Consumo de energía al año (E_{Anno})

El consumo de energía anual previsto en el sistema aislado depende de los equipos consumidores existentes y de su demanda energética (consulte el capítulo 3.2, página 12).

- Rendimiento medio de la batería durante la descarga (η_{Batt})

El rendimiento medio de la batería durante la descarga es de aproximadamente 0,9 para sistemas aislados.

La capacidad de la batería se proporciona normalmente en kWh o en Ah.

Cálculo:

$$\text{Capacidad de la batería [kWh]} = \frac{\text{Período de autonomía} \cdot \frac{E_{\text{Anno}}}{365}}{\eta_{\text{Batt}}}$$

$$\text{Capacidad de la batería [kWh]} = \text{Capacidad de la batería [kWh]} \cdot \frac{1000}{\text{Tensión nominal de la batería}}$$

i Atención a la capacidad de la batería utilizable

Para conseguir una vida útil lo más larga posible de la batería, solo debe emplearse el rango utilizable de la batería para cargarla y descargarla. La capacidad de la batería que se calcula aquí se refiere a ese rango utilizable. En el caso de las baterías de plomo, lo característico es un rango utilizable de aproximadamente el 50 % de la capacidad nominal. En baterías de iones de litio, un 80 % de la capacidad nominal (consulte la documentación del fabricante de la batería).

i Atención a las medidas estándar

Las baterías no están disponibles en todos los tamaños. Los fabricantes de baterías ofrecen tamaños estándar. Se recomienda elegir un tamaño estándar algo superior al calculado. Tenga en cuenta la capacidad de la batería utilizable.

Tensión nominal de la tensión de la batería

Todos los Sunny Island emplean baterías con una tensión nominal de 48 V.

Tipo de batería

El Sunny Island trabaja con los tipos de batería siguientes:

- Baterías de plomo

La sala de baterías debe disponer de un sistema de ventilación conforme a las especificaciones del fabricante y a las normativas y directivas locales vigentes (consulte la documentación del fabricante de las baterías).

Las baterías de plomo VRLA y FLA están diseñadas para su uso con Sunny Island.

- Batería de iones de litio

Si va a conectarse una batería de iones de litio deben cumplirse estos requisitos:

- La batería debe cumplir con las normativas y directivas aplicables en el lugar y ser de funcionamiento intrínsecamente seguro.
- La batería de iones de litio debe estar autorizada para el uso con el Sunny Island. La lista de las baterías de iones de litio autorizadas para el Sunny Island se actualiza permanentemente (consulte la información técnica "List of Approved Batteries" en www.SMA-Solar.com).
- Si no se pueden usar baterías de iones de litio autorizadas para el Sunny Island, deben utilizarse baterías de plomo.

Fusible de batería

El fusible de la batería protege como fusible de CC externo las líneas de conexión del inversor de batería. Además, el fusible de la batería permite desconectar el inversor de batería en el lado de CC.

Entre la batería y el Sunny Island debe haber instalado siempre un fusible de la batería. SMA Solar Technology AG recomienda emplear un fusible de la batería específico para el Sunny Island de la empresa enwitec electronic GmbH & Co.KG.

Los cartuchos fusible del fusible de la batería también deben estar pensados para el Sunny Island (consulte las instrucciones de instalación del inversor de batería Sunny Island).

3.5 Diseño de la planta fotovoltaica

3.5.1 Cálculo de la potencia nominal de la planta

Factores de influencia

La potencia nominal de la planta fotovoltaica depende de los factores siguientes:

- Consumo de energía al año (E_{Anno})
- Rendimiento del sistema (η_{Sys})
El rendimiento del sistema es de aprox. 0,7.
- Coeficiente de cobertura solar: proporción de energía fotovoltaica en el suministro energético de un sistema aislado (Solar Fraction – SF)
El coeficiente de cobertura solar depende de la energía fotovoltaica que haya normalmente disponible en la zona.
- Rendimiento energético específico de energía fotovoltaica (E_{PV})
El rendimiento energético específico depende de la energía fotovoltaica que haya normalmente disponible en la zona y de la potencia nominal de la planta fotovoltaica.

Rendimiento energético de energía fotovoltaica y proporción significativa de energía fotovoltaica en el sistema aislado

Regiones (ejemplos)	Rendimiento energético específico al año *	Porcentaje de energía fotovoltaica en el suministro de energía
Alemania	800 kWh/(kWp * a) a 900 kWh/(kWp * a)	50 % a 70 %
Sur de Europa	1300 kWh/(kWp * a) a 1450 kWh/(kWp * a)	60 % a 90 %
Norte y Sur de África o Sudamérica	1450 kWh/(kWp * a) a 1700 kWh/(kWp * a)	60 % a 100 %
Arabia Saudí	1800 kWh/(kWp * a)	60 % a 100 %

* Ejemplo: 800 kWh/(kWp * a) Corresponde a un rendimiento energético de 800 kWh en 1 año por 1 kWp de potencia nominal de la planta instalada

Cálculo

A partir de los valores anteriores, se puede calcular de forma aproximada la potencia nominal de la planta.

$$P_{\text{PV}} = E_{\text{Anno}} \cdot \frac{1}{\eta_{\text{Sys}}} \cdot \frac{\text{SF}}{E_{\text{PV}}}$$

Indicaciones sobre el diseño

El diseño del generador fotovoltaico y la elección del inversor fotovoltaico se basan en la potencia nominal de la planta que se requiera (consulte el capítulo 3.5.2, página 17).

- La potencia nominal de la planta fotovoltaica se obtiene a partir de las potencias asignadas de los inversores fotovoltaicos empleados.
- En un sistema aislado, la potencia nominal de la planta fotovoltaica puede ser como máximo del doble de la potencia nominal de CA total de los Sunny Island (consulte el capítulo 3.3, página 13).

- Si se emplean baterías de plomo, la capacidad de la batería por cada kWp instalado del generador fotovoltaico debe ser de al menos 100 Ah. Por ejemplo: En un generador fotovoltaico con 5 kWp, la capacidad de la batería mínima es de 500 Ah (consulte el capítulo 3.4, página 14).
- Si se emplean baterías de iones de litio, la capacidad de la batería por cada kWp instalado del generador fotovoltaico debe ser de al menos 50 Ah. Por ejemplo: En un generador fotovoltaico con 5 kWp, la capacidad de la batería mínima es de 250 Ah (consulte el capítulo 3.4, página 14).

3.5.2 Elección de los inversores fotovoltaicos

En sistemas aislados pueden utilizarse estos inversores fotovoltaicos. Los inversores fotovoltaicos deben estar equipados con la versión de firmware indicada en la tabla o una más actual. Si no es así, ejecute una actualización del firmware (consulte la documentación del inversor fotovoltaico).

Inversor fotovoltaico	Versión de firmware	Indicación
Sunny Boy (SB)		
SB1.5-1VL-40	2.05.01.R	-
SB2.5-1VL-40	2.05.01.R	-
SB3.0-1AV-40	1.2.18.R	-
SB3.6-1AV-40	1.2.18.R	-
SB4.0-1AV-40	1.2.18.R	-
SB5.0-1AV-40	1.2.18.R	-
SB 3000TL-21	2.60.03.R	-
SB 3600TL-21	2.60.03.R	-
SB 4000TL-21	2.60.03.R	-
SB 5000TL-21	2.60.03.R	-
SB 6000TL-21	2.80.02.R	-
Sunny Tripower (STP)		
STP3.0-3AV-40	2.13.07.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.
STP4.0-3AV-40	2.13.07.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.
STP5.0-3AV-40	2.13.07.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.
STP6.0-3AV-40	2.13.07.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.
STP 5000TL-20	2.50.01.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.
STP 6000TL-20	2.50.01.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.
STP 7000TL-20	2.50.01.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.
STP 8000TL-20	2.50.01.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.
STP 9000TL-20	2.50.01.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.
STP 10000TL-20	2.53.02.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.
STP 12000TL-20	2.53.02.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.

Inversor fotovoltaico	Versión de firmware	Indicación
STP 15000TL-10	2.22.17.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.
STP 15000TL-30	2.83.03.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.
STP 20000TL-30	2.81.07.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.
STP 25000TL-30	2.81.07.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.
STP 50-40	1.1.19.R	Solamente se puede utilizar en sistemas aislados trifásicos.

Potencia máxima de la planta fotovoltaica

En los sistemas aislados, la potencia máxima de la planta fotovoltaica depende de la potencia total de los Sunny Island.

- Potencia de salida máxima de la planta fotovoltaica por SI4.4M-12: 4600 W
- Potencia de salida máxima de la planta fotovoltaica por SI6.0H-12: 9200 W
- Potencia de salida máxima de la planta fotovoltaica por SI8.0H-12: 12000 W

Para asegurar un funcionamiento estable del sistema aislado es necesario respetar la potencia de salida máxima de la planta fotovoltaica.

Configuración para funcionamiento en red aislada

Todos los inversores fotovoltaicos mencionados pueden configurarse para un funcionamiento en red aislada. Para ello, debe escogerse un registro de datos nacionales válido para el funcionamiento en red aislada o una norma nacional válida (consulte la documentación del inversor fotovoltaico).

3.6 Diseño de los generadores

La potencia nominal del generador o de los generadores debe ser de aproximadamente un 80 % a un 120 % de la potencia nominal total del inversor de batería previsto. Es preferible que el valor se mantenga por debajo del 100 %, ya que así el generador trabaja en todo momento con su carga óptima. De este modo, se garantiza una vida útil más larga y un buen aprovechamiento del combustible; por ejemplo, del diésel.

3.7 Cálculo de los costes de la planta

A partir de este diseño preliminar se puede realizar también una estimación inicial de los costes de la instalación. Los costes del cálculo que se muestra aquí incluyen:

- Costes de inversores de batería
- Costes de sistemas de baterías y fusibles de batería
- Costes de una planta fotovoltaica (módulos e inversores fotovoltaicos)
- Costes de generadores
- Costes de montaje e instalación

Dada la gran diversidad de variedades de los sistemas, no es posible tener en cuenta aquí todos los elementos posibles. En un análisis más detallado es posible incluir otros elementos.

3.8 Herramientas de planificación

3.8.1 Registro de datos mediante el cuestionario para sistemas aislados

El cuestionario para sistemas aislados de SMA Solar Technology AG ofrece la posibilidad de recabar de forma sistemática toda la información necesaria para diseñar un sistema aislado (puede descargarse en www.SMA-Solar.com). El cuestionario para sistemas aislados sirve así de preparación para el posterior diseño de las plantas.

3.8.2 Diseño de instalaciones con Sunny Design

SUNNY DESIGN WEB | español | Neues Projekt | Mi Sunny Design

Análisis de energía y potencia del sistema [?]
Aquí aparece un análisis de los flujos de energía y de la distribución de potencia en el sistema.

Potencia

Sistema compatible con limitaciones

Propuesta de sistema	
Potencia nominal de CA del inversor fotovoltaico	5 kW
Potencia nominal de CA del sistema de baterías	18 kW
Potencia nominal de CA del grupo electrógeno	500 kW
Reserva de potencia	0 kW
Déficit de energía	0 kWh
Potencia nominal de CA del inversor fotovoltaico/sistema de almacenamiento	0,28
Potencia nominal de CA del grupo electrógeno o sistema de baterías	27,78
Capacidad de almacenamiento útil	15 kWh
Autonomía	1,2 d
Grado de cobertura solar medio anual	65,4 %

Indicaciones y soluciones (1 indicación)

Energía

Grado de cobertura solar

Pasos siguientes
En el siguiente paso podrá revisar los datos introducidos y los resultados en la vista general. [Ir a la vista general](#)

© 2018 SMA Solar Technology AG | Sunny Design | Condiciones de uso | Declaración de protección de datos | Pie de imprenta

Imagen 8: Ejemplo de diseño de un sistema con Sunny Design Web

Sunny Design es un software para planificar y configurar plantas fotovoltaicas y sistemas híbridos fotovoltaicos. En Sunny Design se le aconsejará un posible diseño para su planta fotovoltaica o sistema aislado.

Sunny Design está disponible en la versión en línea Sunny Design Web y en la versión de escritorio Sunny Design 3. La versión en línea Sunny Design Web solo puede utilizarse a través de internet (www.SunnyDesignWeb.com). La versión de escritorio Sunny Design 3 debe instalarse en un ordenador pero, después del primer registro, ya no es necesario tener conexión a internet (puede encontrar la documentación y descargarlo en www.SMA-Solar.com).

4 Ejemplo de diseño de un sistema aislado

Magnitudes de salida e información buscada

El ejemplo siguiente describe el diseño de un sistema aislado en el norte de África y sirve como orientación y punto de partida para una planificación de la planta detallada.

Se ofrecen las siguientes magnitudes de salida:

- La necesidad energética de los equipos consumidores ronda los 4500 kWh/año (consulte el capítulo 3.2, página 12).
- La potencia máxima requerida por los equipos consumidores cada día es de 5 kW.
- El periodo de autonomía del sistema aislado debe ser de 2 días.
- La configuración del sistema aislado debe ser monofásica.
- El suministro de energía debe contar con el apoyo de un generador por si la potencia fotovoltaica es reducida.

Se busca la información siguiente:

- ¿Cuántos Sunny Island deben emplearse?
- ¿Cuál debe ser la capacidad de la batería?
- ¿Qué inversores fotovoltaicos deben emplearse y en qué cantidad?
- ¿Cuál debe ser la potencia nominal del generador?

Paso 1: Determinar el número de Sunny Island requerido

En este ejemplo debe emplearse el Sunny Island 6.0H (consulte el capítulo 3.3.2, página 14).

$$\text{Cantidad de inversores Sunny Island} = P_{\max} : P_{30 \text{ min}}$$

$$\text{Cantidad de inversores Sunny Island} = 5 \text{ kW} : 6 \text{ kW} = 0,8$$

El resultado debe estar redondeado. Por ello, en este ejemplo se escoge 1 Sunny Island 6.0H.

Paso 2: Determinar la capacidad de la batería

El rendimiento medio del sistema al descargar la batería se establece con el rendimiento del inversor Sunny Island y el rendimiento de la batería. Un buen valor empírico es el factor 0,9.

$$\text{Capacidad de la batería [kWh]} = \frac{\text{Período de autonomía} \cdot \frac{E_{\text{Anno}}}{365}}{\eta_{\text{Batt}}}$$

$$\text{Capacidad de la batería [kWh]} = \text{Capacidad de la batería [kWh]} \cdot \frac{1000}{\text{Tensión nominal de la batería}}$$

$$\text{Capacidad de la batería [kWh]} = \frac{2 \text{ días} \cdot \frac{4500 \text{ kWh}}{365}}{0,9} = 27,4 \text{ kWh}$$

$$\text{Capacidad de la batería [Ah]} = 27,4 \text{ kWh} \cdot \frac{1000}{48 \text{ V}} = 570 \text{ Ah}$$

La capacidad de la batería necesaria es en este ejemplo de 27,4 kWh o 570 Ah.

i Atención a la capacidad de la batería utilizable

Para conseguir una vida útil lo más larga posible de la batería, solo debe emplearse el rango utilizable de la batería para cargarla y descargarla. La capacidad de la batería que se calcula aquí se refiere a ese rango utilizable. En el caso de las baterías de plomo, lo característico es un rango utilizable de aproximadamente el 50 % de la capacidad nominal. En baterías de iones de litio, un 80 % de la capacidad nominal (consulte la documentación del fabricante de la batería).

A partir de la capacidad de la batería necesaria y del rango utilizable de la capacidad nominal puede escogerse la batería del sistema aislado (consulte el capítulo 3.4, página 14).

Paso 3: Establecer la capacidad nominal de planta de la planta fotovoltaica

El sistema aislado se instalará en el norte de África. Esto ofrece otras medidas de salida para el siguiente cálculo:

- Se recomienda asumir el rendimiento energético específico de 1450 kWh al año por kWp de la potencia nominal de la planta (consulte el capítulo 3.5.1, página 16).
- Se recomienda que el porcentaje de energía fotovoltaica en el suministro energético de un sistema aislado sea del 70 % (consulte el capítulo 3.5.1, página 16).

$$P_{PV} = E_{\text{Anno}} \cdot \frac{1}{\eta_{\text{Sys}}} \cdot \frac{SF}{E_{PV}}$$

$$P_{PV} = 4500 \text{ kWh/a} \cdot \frac{1}{0,7} \cdot \frac{70 \%}{1450 \text{ kWh}/(\text{kWp} \cdot \text{a})} = 3,10 \text{ kWp}$$

En este ejemplo, la capacidad nominal de planta es de 3,1 kWp. Por lo tanto, en este sistema debe utilizarse un inversor fotovoltaico con una potencia asignada de al menos 3100 W. La potencia asignada máxima del inversor fotovoltaico predetermina el Sunny Island escogido. En este ejemplo, la potencia asignada puede ser de hasta 9200 W (consulte el capítulo 3.5.2, página 17).

El diseño exacto de los módulos y del inversor fotovoltaico, así como el cableado adecuado, se puede calcular más fácilmente con Sunny Design (consulte el capítulo 3.8.2, página 19).

Paso 4: Establecer la potencia nominal del generador

La potencia nominal del inversor Sunny Island es de 4600 W. Por tanto, la potencia nominal del generador debe situarse entre los 3680 W (80 %) y los 5520 W (120 %). Para un diseño óptimo del generador es recomendable una potencia nominal algo inferior a los 4600 W (100 %) (consulte el capítulo 3.6, página 18).

5 Anexo

5.1 Accesorios

En la siguiente tabla encontrará los accesorios de su producto. Si necesita alguno de ellos, solicítelo a su distribuidor.

Denominación	Descripción breve	Número de pedido de SMA
SI-SYSCAN.BGx	Interfaz de comunicación para la comunicación de los clústeres en un sistema multiclúster	SI-SYSCAN-NR
BAT-TEMP-SENSOR	Sensor de temperatura de tipo KTY con cable de conexión (longitud: 10 m)	BAT-TEMP-SENSOR

5.2 Otras funciones del inversor Sunny Island en un sistema aislado

5.2.1 Gestión de la red y del generador

5.2.1.1 Fuentes de energía externas típicas

El Sunny Island permite conectar a la red la fuente de energía externa y la desconexión de la red. Las fuentes de energía externas son fuentes de tensión y determinan la tensión y la frecuencia de la red pública. Los generadores y la red pública son típicas fuentes de energía externas.

El generador como fuente de energía externa

Un generador sirve de reserva de energía para el sistema aislado. Si los equipos consumidores no cuentan con suficiente energía proveniente de las fuentes de CA de la red aislada (por ejemplo, de inversores fotovoltaicos), el Sunny Island puede emplear la energía de un generador.

Posibles generadores	Explicación
Generadores de arranque automático	Los generadores se ponen en funcionamiento y se paran a través de un contacto. Así, el Sunny Island puede controlar directamente el generador.
Generadores sin función de arranque automático	Los generadores no disponen de ningún dispositivo de arranque eléctrico. Los generadores se ponen en marcha a través de un cable Bowden o una manivela, por ejemplo.
Generadores con encendido eléctrico a distancia sin un control propio	Los generadores están equipados con dos contactos para el control: un contacto para el arrancador y un contacto para el encendido o precalentamiento. Para el control, necesita un control del generador externo.

La red pública como fuente de energía externa

Con el Sunny Island puede utilizar la red pública de dos formas:

- Como reserva energética
- Como abastecimiento principal de los equipos consumidores de la red aislada

Si la red eléctrica pública abastece principalmente a los equipos consumidores, se trata de un sistema eléctrico de repuesto. Si la red pública falla, el Sunny Island desconecta la red aislada de la red pública y cambia al funcionamiento en red aislada. En el funcionamiento en red aislada, el Sunny Island suministra a la red aislada desde la batería.

El generador y la red pública como fuentes de energía externas

La red pública y un generador también pueden conectarse de forma combinada al sistema aislado. Esto resulta útil en caso de apagones prolongados, cuando la capacidad de la batería al cabo de cierto tiempo ya no es suficiente para suministrar corriente durante el fallo de la red. En los errores de la red prolongados, puede conmutar al generador.

El generador y la red pública no pueden inyectar simultáneamente corriente al sistema aislado. Por ello, es necesario conmutar entre el funcionamiento del generador y el de la red. Como el Sunny Island no cuenta con ningún equipo de conmutación integrado, para utilizar el generador y la red pública se requiere el uso de un equipo de conmutación automático externo.

En sistemas multiclúster con la Multicluster-Box 12 (MC-BOX-12.3-20), por ejemplo, la Grid-Connect-Box adopta la función del equipo de conmutación automático.

5.2.1.2 Sincronización de la red aislada con fuentes de energía externas

La sincronización permite al Sunny Island conmutar la red aislada a la fuente de energía externa.

Si hay una tensión de CA externa conectada al Sunny Island, este sincroniza la red aislada con la tensión de CA externa. Cuando la red aislada se ha sincronizado a la fuente de energía externa, el Sunny Island cierra su relé de transferencia interno. Con el relé de transferencia interno cerrado, es la fuente de energía externa quien fija la tensión y la frecuencia en la red aislada.

5.2.1.3 Interacciones de las fuentes de energía externa y la red aislada

Las fuentes de energía externas influyen en la regulación de la potencia de las fuentes de CA (por ejemplo, los inversores fotovoltaicos). El Sunny Island regula la potencia suministrada de las fuentes de CA conectadas a través de la frecuencia de la red aislada. Cuanto mayor es la frecuencia de la red aislada, menos potencia inyectan los inversores fotovoltaicos y los inversores eólicos a la red aislada (consulte el capítulo 5.2.3 "Frequency Shift Power Control", página 24).

Si pone en marcha un generador manualmente, el Sunny Island sincroniza la frecuencia de la red aislada con la frecuencia de la tensión del generador y conecta la red aislada a la tensión del generador. Como resultado, el Sunny Island deja de poder emplear la frecuencia de la red aislada para regular las fuentes de CA en la red aislada. Durante la sincronización no es posible una regulación de la potencia de las fuentes de CA de la red aislada.

5.2.2 Gestión de la carga

5.2.2.1 Capacidad de sobrecarga

El Sunny Island ha sido optimizado para condiciones de sobrecarga tanto térmica como eléctrica. Ajusta la potencia máxima como respuesta directa a las condiciones ambientales.

Con el sistema de refrigeración patentado OptiCool, SMA Solar Technology AG ofrece ahora una solución técnica que combina tanto refrigeración activa como pasiva. La gestión inteligente de la temperatura está formada por un sistema con dos cámaras con un compartimiento estanco para los componentes electrónicos y un compartimiento de flujo de aire que contiene las fuentes de calor relevantes. Esto garantiza una protección excelente y, al mismo tiempo, un comportamiento de sobrecarga único y una fiabilidad óptima.

En el caso de corrientes de cierre elevadas, se utilizan funciones de arranque suave: el Sunny Island 6.0H/8.0H puede suministrar una corriente de 120 A durante 60 ms. Durante un máximo de 3 s, el inversor suministra 2,5 veces la sobrecorriente. Tras este período (por ejemplo, si se produce un cortocircuito largo), el equipo se desconecta por motivos de seguridad. En un lapso de 100 ms se disparan los disyuntores de 16 A de tipo B, lo que permite cubrir todos los requisitos de seguridad de las instalaciones en paralelo a la red.

5.2.2.2 Deslaste de carga

El deslaste de carga impide la descarga total de la batería y controla el suministro de corriente a los equipos consumidores. El deslaste de carga le permite desconectar de manera selectiva los equipos consumidores del sistema.

El deslaste de carga es necesario en los sistemas aislados que se abastecen exclusivamente de energía fotovoltaica o de energía eólica.

El Sunny Island controla hasta dos contactores de deslastre de carga en función del estado de carga de la batería. Se pueden instalar dos tipos de deslastre de carga:

- Deslastre de carga de un nivel
Al alcanzar el límite del estado de carga de la batería, un contactor de deslastre de carga desconecta todos los equipos consumidores a un tiempo. Según la configuración, el contactor de deslastre de carga se cierra cuando la batería se carga lo suficiente o cuando la red aislada se conecta a una fuente de energía externa.
- Deslastre de carga de dos niveles
Un deslastre de carga de dos niveles posee dos valores límite del estado de carga de la batería para controlar los dos contactores de deslastre de carga. Cuando se alcanza el primer valor límite del estado de carga de la batería, el primer contactor de deslastre de carga desconecta un grupo de equipos consumidores. Cuando se alcanza el segundo valor límite del estado de carga de la batería, el segundo contactor de deslastre de carga desconecta el resto de equipos consumidores.

5.2.3 Frequency Shift Power Control

Si en el modo de funcionamiento de red aislada hay inversores fotovoltaicos conectados en el lado de CA, el Sunny Island debe poder limitar su potencia de salida. Esto se produce, por ejemplo, cuando la batería del inversor Sunny Island está totalmente cargada y la oferta de potencia de la planta fotovoltaica supera la demanda de potencia de los equipos consumidores conectados.

Para que la energía excesiva no sobrecargue la batería, el Sunny Island detecta esta situación y modifica la frecuencia en la salida de CA. El inversor fotovoltaico evalúa esta modificación de frecuencia. En cuanto la frecuencia de red aumenta y supera un valor determinado de **f Start Delta**, el inversor fotovoltaico limita su potencia de forma correspondiente.

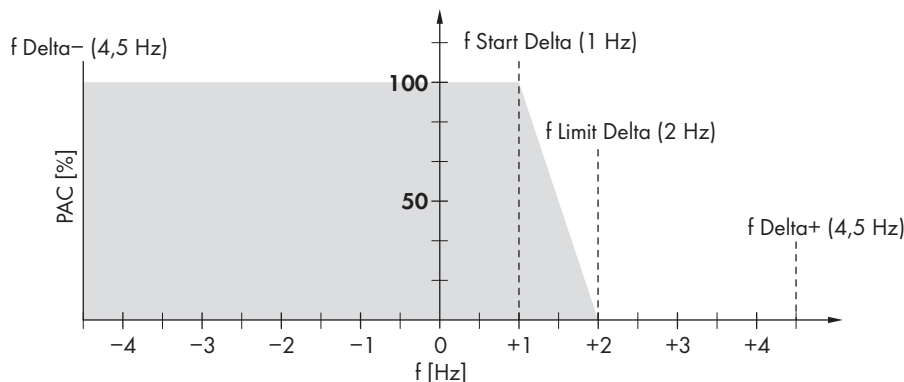


Imagen 9: Funcionamiento del Frequency Shift Power Control

Denominación	Explicación
f	Frecuencia básica de la red aislada (50 Hz)
f Delta- a f Delta+	Zona máxima con relación a la frecuencia básica en la que está activo el inversor fotovoltaico.
f Start Delta	Aumento de frecuencia con relación a la frecuencia básica a la que empieza la regulación de potencia a través de la frecuencia
f Limit Delta	Aumento de frecuencia con relación a la frecuencia básica a la que termina la regulación de potencia a través de la frecuencia La potencia del inversor fotovoltaico es aquí de 0 W.

Si no se alcanza el valor de **f Delta-** o se supera el valor de **f Delta+**, los inversores fotovoltaicos se desconectan de la red aislada. Si en la red aislada se encuentra en funcionamiento un generador, este determina la frecuencia y los inversores fotovoltaicos reaccionarán a determinadas modificaciones de frecuencia por parte del generador. En el caso de un generador, la frecuencia de la tensión de salida bajo carga es de 50 Hz. Por este motivo, en la mayoría

de los casos los inversores fotovoltaicos transmiten toda su potencia a la red aislada, incluso cuando el generador está en funcionamiento. Si la tensión actual de la batería es mayor que la tensión nominal de la batería y se debe sincronizar a un generador, el Sunny Island aumenta brevemente la frecuencia y los inversores fotovoltaicos se desconectan de la red aislada por medio de la regulación de frecuencia (sobrefrecuencia). A continuación, el Sunny Island se sincroniza con el generador.

5.2.4 Control y monitorización a través de un relé multifunción interno

A través de dos relés multifunción, cualquier Sunny Island puede controlar diferentes funciones e indicar estados de funcionamiento y mensajes de advertencia.

Función posible o salida	Explicación
Control de generadores	En caso de solicitud del generador por parte de la gestión del generador del inversor Sunny Island, se activa el relé multifunción. Con el relé multifunción se pueden controlar generadores con encendido eléctrico a distancia o conectar un emisor de señales para generadores sin función de arranque automático.
Control de contactores de deslastre de carga	El relé multifunción se activa en función del estado de carga de la batería. Dependiendo de la configuración, puede instalar un deslastre de carga de un nivel con un relé multifunción o un deslastre de carga de dos niveles con dos relés multifunción. Además, puede ajustar los valores límite del estado de carga de la batería en función de la hora del día (consulte las instrucciones de instalación del inversor Sunny Island).
Temporizador de procesos externos	Los relés multifunción pueden controlarse de forma temporizada (consulte las instrucciones de instalación del inversor Sunny Island).
Salida de estados de funcionamiento y mensajes de advertencia	Cada relé multifunción puede emitir o bien un evento o un mensaje de advertencia (consulte las instrucciones de instalación del inversor Sunny Island).
Control de un ventilador para la sala de baterías*	Si debido a la corriente de carga la batería de plomo genera gas, el relé multifunción se activa. El ventilador de la sala de baterías se conecta durante al menos una hora (consulte las instrucciones de instalación del inversor Sunny Island).
Control de una bomba de electrolito*	En función del flujo de capacidad nominal, el relé multifunción se activa al menos una vez al día (consulte las instrucciones de instalación del inversor Sunny Island).
Aprovechamiento de la energía sobrante	En sistemas aislados, durante la fase de tensión constante el relé multifunción se activa y controla así los equipos consumidores adicionales (consulte las instrucciones de instalación del inversor Sunny Island). Si se controlan los equipos consumidores adicionales, se puede utilizar de forma sensata cualquier exceso de energía que se dé y que de otro modo tendría que regularse.

* para baterías de plomo

5.2.5 Gestión operativa y de usuarios

El concepto de manejo del inversor Sunny Island está basado en la idea del "single point of operation". Todos los ajustes, secuencias de conmutación y variables importantes del sistema se pueden agrupar, visualizar y modificar en una misma pantalla.

El "single point of operation" ofrece una visión general compacta del sistema y permite ajustar unidades paralelas y reguladores de carga conectados desde un mismo equipo. La información sobre las fuentes o cargas externas está accesible porque todas las operaciones de conmutación automáticas se activan también desde el inversor de batería. Mediante un sistema de comunicación interno, toda la información relevante se puede intercambiar entre los componentes del sistema que admiten esta función.

5.2.6 Registro y almacenamiento de datos

Una parte importante del menú de funcionamiento interno se centra en el historial de todos los modos operativos que se han producido. Los valores máximos, así como otros datos y eventos importantes, se guardan en una memoria interna permanente. Un sistema de registro de datos integrado realiza todas las mediciones, cálculos y evaluaciones. De este modo es posible compilar una imagen completa de todas las actividades, desde los procesos de carga hasta los deslastres de carga automáticos.

Con el SMA Cluster Controller puede ampliarse muy fácilmente el registro de datos del inversor Sunny Island. Por ejemplo, así es posible realizar una monitorización remota completa y sencilla.

5.3 Más información sobre la gestión avanzada de baterías de plomo

5.3.1 Ventajas de la gestión avanzada de baterías

La gestión avanzada de baterías de plomo del inversor Sunny Island se basa en una determinación muy precisa del estado de la carga. Gracias a la combinación de los tres métodos más habituales de detección del estado de la carga, el Sunny Island ofrece una exactitud de medición superior al 95 %. Se evita así una sobrecarga y descarga completa de la batería de manera segura.

Otra ventaja de la gestión avanzada de baterías es la regulación de carga especialmente cuidadosa. Esta permite utilizar de forma automática la estrategia de carga más adecuada al tipo de batería y a cada situación. No solo evita las sobrecargas, sino que también permite realizar cargas completas de manera periódica. Así la energía de carga disponible se utiliza siempre de forma óptima.

5.3.2 Estado de la batería

5.3.2.1 Capacidad nominal y envejecimiento de la batería

i Capacidad nominal indicada por el fabricante de la batería

El fabricante de la batería especifica la capacidad nominal como la cantidad de energía que se puede extraer de la batería durante un período de descarga especificado. Por ejemplo, si una batería completamente cargada puede consumir una corriente de 20 A durante 10 horas, la batería tiene una capacidad nominal de 200 Ah. Debido al período de descarga de 10 horas, la capacidad nominal de 200 Ah debe indicarse con la mención C10.

Para poder comparar las capacidades nominales de diferentes baterías, la capacidad nominal de todas las batería debe ser relativa al mismo tiempo de descarga (consulte la documentación del fabricante de la batería).

La capacidad disponible de una batería nueva es igual que la capacidad nominal indicada por el fabricante de la batería para una descarga de diez horas (C10). Con el funcionamiento continuo, la capacidad disponible de la batería disminuye debido a estas causas:

- **Envejecimiento por el paso del tiempo**

La capacidad de la batería disponible se reduce con el paso del tiempo (incluso aunque la batería no se utilice).

- **Envejecimiento por los ciclos**

La batería envejece según la carga. La profundidad de descarga influye de forma fundamental en el envejecimiento.

Además, el envejecimiento se ve afectado por otros factores diferentes; por ejemplo, si las cargas son insuficientes, las tensiones de carga son muy elevadas, por descargas completas o por la temperatura. Si se seleccionan correctamente los parámetros de la batería, la gestión avanzada de baterías puede influir en estos factores y cuidar la batería.

5.3.2.2 Estado de la carga actual

La gestión avanzada de baterías indica el estado de carga actual (SOC, state of charge) como parámetro del **Estado de carga actual de batería** y el error estimado del estado de carga como parámetro **Error de estado de carga de batería**.

El error estimado del estado de la carga le permite conocer la exactitud del estado de la carga actual calculado de la batería. El error estimado es el más bajo inmediatamente después de una carga completa/carga de compensación y luego aumenta de nuevo con el tiempo hasta que se complete la siguiente carga completa/carga de compensación.

5.3.2.3 Capacidad actual disponible de la batería

La gestión avanzada de baterías indica la capacidad actual disponible de la batería como valor SOH (State of Health) referida a la capacidad nominal en porcentaje. Tras la puesta en marcha, el Sunny Island adopta la capacidad nominal ajustada (parámetro **Capacidad nominal de batería**) como capacidad de la batería disponible y establece primeramente la SOH en el 100 %.

Durante el funcionamiento, el Sunny Island aprende a determinar la SOH adoptada del 100 % cada vez con más precisión. Este proceso de aprendizaje funciona solamente en sistemas Sunny Island en los que la batería opera de forma cíclica. Además, debe haber cada vez fases de descanso largas en las que la batería no se carga y opera solo con una carga eléctrica reducida. Una carga eléctrica reducida ronda el 1,5 % de la capacidad nominal para una descarga de diez horas; por ejemplo, 150 W para una batería de 10 kW. Por esta razón, sobre todo en los primeros meses después de la puesta en marcha del sistema Sunny Island, es importante comprobar la SOH con regularidad.

El Sunny Island está en disposición de determinar la SOH con una precisión de ± 15 %. Para establecer la SOH con mayor precisión, debe medirse la capacidad de la batería. Esto deben hacerlo in situ instaladores eléctricos con equipos de medición especiales; por ejemplo, personal técnico del fabricante de la batería.

Influencia de la temperatura de la batería en la capacidad actual disponible de la batería

La capacidad actual disponible de la batería depende de la temperatura de la batería. A una temperatura de 20 °C o inferior, la capacidad disponible de la batería se reduce considerablemente. La gestión avanzada de baterías corrige la capacidad actual disponible de la batería SOH en un -1 % por cada °C a partir de 20 °C.

5.3.2.4 Temperatura de la batería

La gestión avanzada de baterías monitoriza constantemente la temperatura de la batería. El Sunny Island adapta el valor de la capacidad actual disponible de la batería y la tensión de carga (consulte el capítulo 5.3.5 "Compensación automática de la temperatura", página 30) a la temperatura actual de la batería.

La gestión avanzada de baterías muestra un aviso de advertencia si se produce uno de estos eventos:

- La temperatura de la batería está a 5 °C de la temperatura máxima admisible de la batería.
- La temperatura de la batería es inferior a -10 °C.

Si se sobrepasa la temperatura máxima admisible de la batería, el Sunny Island se apaga. En cuanto la batería recupera la temperatura fijada, el Sunny Island arranca nuevamente.

5.3.3 Fases de carga

Los parámetros proporcionados pueden adaptarse en la batería utilizada a los parámetros del fabricante.

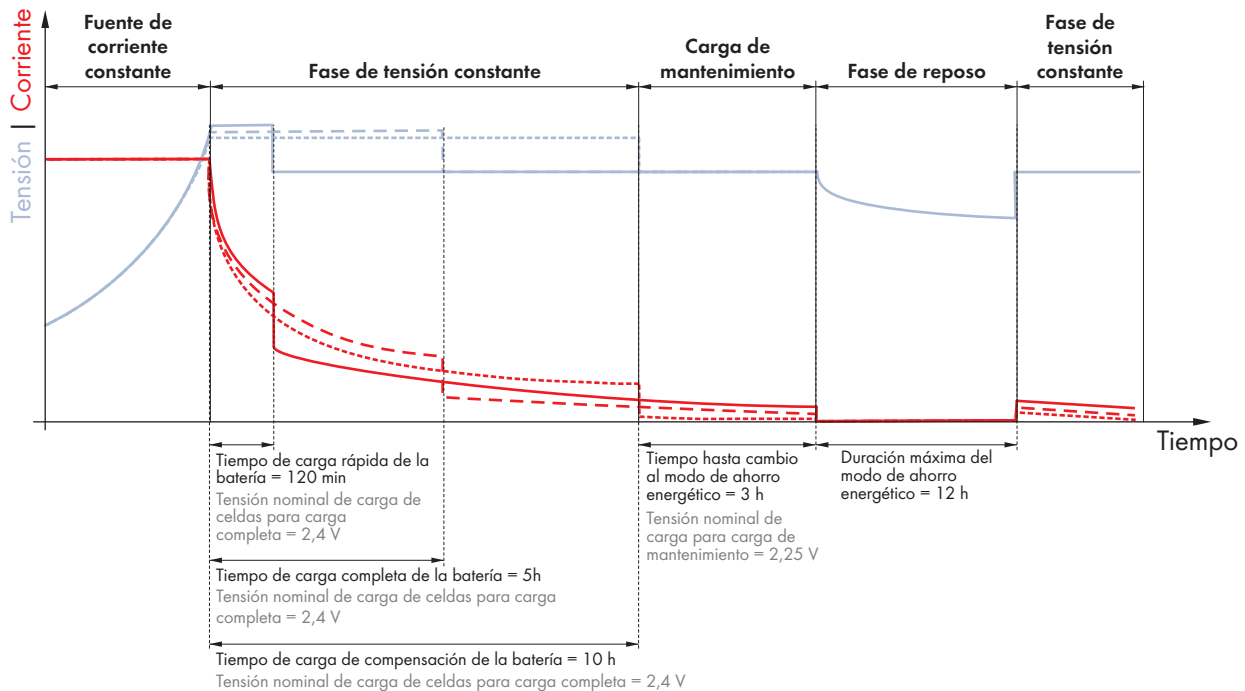


Imagen 10: Fases de carga del inversor Sunny Island con valores de ejemplo para una batería AGM.

El Sunny Island regula la carga de la batería en estas 3 fases:

- Fase de corriente constante (fase I/fase inicial)
- Fase de tensión constante (fase de absorción/fase U₀)
- Carga de mantenimiento (Float Charge/fase U)

Cuando funciona con la red pública y el modo Silent está activado, se añade otra fase: el modo silencioso.

Fase de corriente constante

Durante la fase de corriente constante, la gestión avanzada de baterías tiene la función primaria de limitar la corriente a la corriente de la batería máxima permitida. La corriente de carga máxima puede adaptarse al valor deseado por el fabricante de la batería modificando el parámetro **Corriente de carga máx. batería**. La corriente de carga de la batería disponible se limita además con los siguientes parámetros:

- Corrientes nominales de las fuentes de energía externas (parámetro **Corriente máxima de red pública y Corriente nominal del generador**)
- Corriente de carga de CA máxima del inversor Sunny Island (parámetro **Corriente CA máxima de carga de batería**)

El valor que primero se alcanza limita la corriente de carga de la batería. Mientras que la corriente de carga se mantiene dentro de los valores límite establecidos, la tensión de la batería aumenta a medida que va aumentando el estado de carga. La fase de corriente constante termina cuando la tensión de las celdas de la batería alcanza el valor de consigna fijado para ese tipo de batería.

Fase de tensión constante

En la fase de tensión constante, la tensión de la batería se regula a un valor constante. Esto disminuye la corriente de la batería de manera constante. Para la fase de tensión constante, la gestión avanzada de baterías elige uno de estos 3 procedimientos de carga (consulte el capítulo 5.3.4 "Procedimiento de carga", página 29):

- Carga rápida (Boost Charge)

- Carga completa (Full Charge)
- Carga de compensación (Equalization Charge)

Para cada uno de estos 3 procedimientos de carga, puede adaptar en el Sunny Island el nivel de la tensión y la duración de carga a las indicaciones del fabricante de la batería. Cuando se alcanza la duración de carga deseada, finaliza la fase de tensión constante y el Sunny Island pasa a la carga de mantenimiento.

Carga de mantenimiento

La carga de mantenimiento sirve para mantener la batería totalmente cargada sin sobrecargarla. Cuando comienza la carga de mantenimiento, la gestión avanzada de baterías reduce gradualmente la tensión de carga hasta alcanzar el valor de consigna fijado para la carga de mantenimiento. La gestión avanzada de baterías mantiene esta tensión de carga hasta que finaliza la carga de mantenimiento. La carga de mantenimiento termina cuando se cumple una de estas condiciones:

- La suma de todas las descargas de la batería es del 30 % de la capacidad nominal.
- El estado de carga actual es inferior al 70 % de la capacidad de carga disponible.

La gestión avanzada de baterías pasa de la carga de mantenimiento a la fase de corriente constante. Si la red aislada está conectada a la red pública, la gestión avanzada de baterías también puede pasar de la carga de mantenimiento al estado de reposo.

Estado de reposo

En el estado de reposo, el Sunny Island pasa al modo en espera y ahorra energía. Si en sistemas de la red pública ha transcurrido el tiempo ajustado para la duración de la carga de mantenimiento (parámetro **Tiempo hasta pasar a modo de ahorro de energía**), la gestión avanzada de baterías pasa a un estado de reposo y los equipos consumidores conectados se abastecen exclusivamente de la red pública. El Sunny Island abandona el estado de reposo en intervalos ajustables (parámetro **Duración máxima del modo de ahorro de energía**) o cuando la tensión de la batería por celda disminuye en 0,14 V. Así se consigue que la batería esté siempre completamente cargada.

5.3.4 Procedimiento de carga

En la transición a la fase de tensión constante, la gestión avanzada de baterías elige uno de estos procedimientos de carga:

- Carga rápida
- Carga completa
- Carga de compensación

Carga rápida

Durante la carga rápida la batería tiene una alta tensión de carga. La batería debe cargarse en poco tiempo hasta el 85 % a 90 % de la capacidad actual disponible de la batería. La tensión de carga (parámetro **Tensión nominal de carga de celda p. carga rápida**) y la duración (parámetro **Tiempo para carga rápida batería**) puede adaptarlas a las recomendaciones para la batería empleada.

Carga completa

El objetivo de la carga completa es cargar la batería hasta que vuelva a alcanzar un estado de carga de como mínimo el 95 %. Además, debe compensar los efectos debidos a cargas deficientes y prolongar la vida útil de la batería.

El Sunny Island realiza una carga completa de la batería cuando se cumple una de estas condiciones:

- Se ha completado el tiempo del ciclo fijado para la carga completa (parámetro **Tiempo de ciclo de carga completa**).
- La suma de todas las descargas eléctricas desde la última carga completa corresponde a 8 veces la capacidad nominal de la batería.

La tensión de carga (parámetro **Tensión nominal carga de celda p. carga completa**) y la duración (parámetro **Tiempo para carga completa batería**) puede adaptarlas a las recomendaciones para la batería empleada.

Carga de compensación

Durante la carga de compensación, el Sunny Island compensa las diferencias que se producen debido al comportamiento distinto de las celdas de la batería en los estados de carga de las distintas celdas de la batería. De este modo, el Sunny Island evita el fallo prematuro de celdas individuales y prolonga la vida útil de la batería.

El Sunny Island realiza una carga de compensación de la batería cuando la carga de compensación automática está activada y se cumple una de estas condiciones:

- Se ha completado el tiempo del ciclo fijado para la carga de compensación (parámetro **Tiempo de ciclo de carga de compensación**).
- La suma de todas las descargas eléctricas desde la última carga de compensación corresponde a 30 veces la capacidad nominal de la batería.

La tensión de carga (parámetro **Tensión nominal carga celda p. carga compensación**) y la duración (parámetro **Tiempo para carga de compensación batería**) puede adaptarlas a las recomendaciones para la batería empleada.

Para cuidar la batería o llevar a cabo su mantenimiento, por ejemplo en sistemas que se utilizan por temporadas, puede iniciar manualmente una carga de compensación (consulte las instrucciones de funcionamiento del Sunny Island en www.SMA-Solar.com).

5.3.5 Compensación automática de la temperatura

La capacidad de carga de la batería depende de la temperatura. Para evitar sobrecargas y cargas incompletas de la batería, la gestión avanzada de baterías está equipada con una compensación automática de la batería. A temperaturas iguales o superiores a 20 °C, la gestión avanzada de baterías disminuye la tensión de carga. A temperaturas por debajo de 20 °C, la gestión avanzada de baterías aumenta la tensión de carga.

5.3.6 Modo de funcionamiento de protección de la batería

El modo de funcionamiento de protección de la batería (Battery Protection Mode) la protege. Si no se alcanzan los valores límite del estado de carga de la batería (SOC), se activa el modo de funcionamiento de protección de la batería. En el modo de funcionamiento de protección de la batería, el Sunny Island conmuta al modo en espera o se desconecta automáticamente. El modo de funcionamiento de protección de la batería dispone de 3 niveles. A cada nivel corresponde un valor límite ajustable del estado de carga. Los niveles 1 y 2 del modo de funcionamiento de protección de la batería se ajustan en función de la hora del día mediante el establecimiento de una hora de inicio y de fin.

Nivel 1

Al caer por debajo del valor límite del estado de carga del nivel 1, el Sunny Island conmuta al modo en espera entre la hora de inicio y la hora de fin. Esto le permite ajustar horas en las que preferentemente se desconecta la red aislada en caso de falta de energía.

Nivel 2

Al caer por debajo del valor límite del estado de carga del nivel 2, el Sunny Island conmuta al modo en espera. Durante el día, cuando los inversores fotovoltaicos pueden suministrar energía, el Sunny Island intenta cargar la batería. Mediante la hora de inicio y la hora de fin se ajusta el intervalo de tiempo durante el que el Sunny Island se pone en funcionamiento cada 2 horas para cargar la batería. Si no hay energía disponible para cargar la batería, el Sunny Island permanece en el modo en espera.

Nivel 3

Al caer por debajo del valor límite del estado de carga del nivel 3, el Sunny Island se desconecta por sí solo. De este modo se protege la batería contra una descarga completa y contra la destrucción total. Para volver a cargar la batería, es preciso conectar manualmente el Sunny Island y ponerlo en funcionamiento.

En los tres niveles, el Sunny Island solamente conmuta al modo en espera o se desconecta si no llega ninguna corriente de carga a la batería durante 6 minutos. Puede ajustar los valores límite para el funcionamiento de protección de la batería al sistema (para configurar el funcionamiento de protección de la batería, consulte las instrucciones de instalación del inversor Sunny Island).

5.4 Más información sobre la gestión del generador

5.4.1 Funciones de la gestión del generador

La gestión del generador del inversor Sunny Island tiene estas funciones:

- Solicita el generador en el funcionamiento automático del generador.
- Controla los inversores Sunny Island para la conexión de la red aislada a la tensión del generador.
- Cumple los tiempos de funcionamiento del generador para asegurar un funcionamiento cuidadoso con el generador.
- Protege el generador de la sobrecarga o alimentación inversa.
- Controla los procesos de conmutación en Sunny Island para la desconexión del generador.
- Prepara la potencia reactiva para el generador.

La gestión del generador permite utilizar generadores con una pequeña potencia de salida en relación con la potencia nominal del inversor Sunny Island (consulte la documentación técnica "Sunny Island - Generator Whitepaper" en www.SMA-Solar.com).

5.4.2 Condiciones para la solicitud de generador

Para adaptar la gestión del generador a las necesidades del sistema aislado, puede modificar las condiciones para la solicitud de generador.

Solicitud de generador	Explicación
Solicitud de generador en función del estado de la carga	Para recargar la batería, la gestión del generador solicita el generador en función del estado de carga. De este modo, la gestión del generador evita una descarga demasiado profunda de la batería. Consejo: Adicionalmente, puede ajustar la solicitud de generador en función de la hora del día, por ejemplo, para que en la medida de lo posible el generador no arranque de noche.
Solicitud de generador en función del consumo	Si la carga en la red aislada rebasa un límite ajustado, la gestión del generador solicita el generador. El generador abastecerá los equipos consumidores. De este modo, se reduce la carga de la batería. En caso necesario, el generador y el Sunny Island abastecen conjuntamente los equipos consumidores de la red aislada. La suma de ambas potencias se encuentra a disposición en la red aislada.
Solicitud del generador temporizada	Puede ajustar qué días, a qué horas y durante cuánto tiempo la gestión del generador solicita el generador.
Solicitud de generador en función del procedimiento de carga	Se solicita el generador con una carga completa y de compensación. Puede ajustar si se solicita el generador para la carga completa, la carga de compensación o para los dos procedimientos de carga.

5.4.3 Valores límite eléctricos del generador

A través de la configuración de los valores límite eléctricos, la gestión del generador puede evitar una sobrecarga del generador o detectar y solucionar un mal funcionamiento.

Límite ajustable	Explicación
Corriente máxima del generador	La gestión del generador limita el consumo de corriente del generador a un valor máximo ajustable. De este modo, el generador no se sobrecarga.
Frecuencia de la tensión del generador fotovoltaico	Los valores límite de frecuencia y altura de la tensión del generador fotovoltaico definen el rango dentro del cual trabajan el Sunny Island y el generador. Estos valores límite influyen directamente en la calidad de la tensión de la red aislada.
Nivel de tensión del generador	
Potencia inversa máxima del generador	<p>En el generador pueden generarse potencias inversas cuando las fuentes de CA de la red aislada suministran más corriente de la que necesita el sistema aislado. La potencia inversa del generador acciona el generador. En función del generador, la potencia inversa del generador puede provocar la desconexión automática, la inestabilidad o la destrucción del generador.</p> <p>Puede ajustar la potencia activa de la potencia inversa y el tiempo admisible de potencia inversa. Si la potencia inversa rebasa los valores límite, la gestión del generador desconecta el generador de la red aislada para proteger el generador.</p>

5.4.4 Tiempos de funcionamiento del generador

Los tiempos de funcionamiento del generador establecen los períodos de funcionamiento del generador. Los tiempos de funcionamiento del generador solo se interrumpen en caso de fallo. De este modo, la gestión del generador puede utilizar el generador con un desgaste mínimo y de forma eficiente. La eficiencia energética mejora si la gestión del generador utiliza un generador en funcionamiento con un rendimiento alto del generador durante el mayor tiempo posible.

Puede adaptar y optimizar los tiempos de funcionamiento del generador así como los requisitos del sistema aislado.

Tiempo de funcionamiento del generador	Explicación
Tiempo de calentamiento	Para no cargar el generador en frío, durante el tiempo de calentamiento el generador se va calentando. El tiempo de calentamiento reduce el desgaste del generador. Cuando termina el tiempo de calentamiento, el Sunny Island conecta la red aislada al generador.
Tiempo mínimo de funcionamiento	Después del tiempo de calentamiento comienza el tiempo mínimo de funcionamiento. Durante el tiempo mínimo de funcionamiento, el generador suministra corriente para cargar la batería y abastecer los equipos consumidores. El tiempo mínimo de funcionamiento evita los tiempos de funcionamiento del generador cortos.

Tiempo de funcionamiento del generador	Explicación
Tiempo de funcionamiento en inercia	Una vez transcurrido el tiempo mínimo de funcionamiento y si ya no se da la condición para la solicitud del generador, la gestión del generador desconecta el generador de la red aislada. Después de la desconexión comienza el tiempo de funcionamiento en inercia. Durante el tiempo de funcionamiento en inercia, el generador funciona sin carga y los combustibles se enfrían lentamente.
Tiempo mínimo de parada	Después del tiempo de funcionamiento en inercia comienza el tiempo mínimo de parada. Durante el tiempo mínimo de parada, el generador está parado. De este modo, la gestión del generador suprime frecuentes arranques del generador. Los arranques frecuentes provocan un desgaste prematuro del motor del generador.

5.4.5 Modos de funcionamiento del generador

La gestión del generador distingue entre el funcionamiento manual y el funcionamiento automático del generador.

Funcionamiento manual del generador

En el funcionamiento manual del generador, puede controlar los generadores de arranque automático y los generadores con control externo en todo momento mediante la interfaz de usuario del Sunny Island. Para controlar el generador tiene estas opciones:

- Poner el marcha el generador en el Sunny Island.
Si pone en marcha el generador de forma manual en el Sunny Island, también tendrá que pararlo manualmente.
- Detener el generador en el Sunny Island.
- Poner el marcha el generador en el Sunny Island durante una hora.
No es necesario volver a parar el generador. El generador funcionará durante una hora.

Funcionamiento automático del generador

En el funcionamiento automático del generador, la gestión del generador controla el generador.

i Funcionamiento automático del generador y generadores sin arranque automático

La gestión del generador puede controlar un emisor de señales con ayuda de un relé multifunción. El emisor de señales puede señalar cuándo debe poner en marcha y parar el generador.

En el funcionamiento automático del generador, el generador se puede poner en marcha y parar manualmente en cualquier momento. Si el generador está parado y ha transcurrido el tiempo mínimo de parada, se reanudará el funcionamiento automático.

5.4.6 Secuencia de funcionamiento del control del generador

5.4.6.1 Secuencia de funcionamiento en los generadores con arranque automático

Evento o estado	Consecuencia	Relé de transferencia interno
La gestión del generador solicita el generador.	El Sunny Island inicia el generador.	Si está abierto, la red aislada no está conectada con el generador.
El generador arranca.	Aumenta la tensión del generador. La gestión del generador mide el tiempo durante el cual la tensión del generador se encuentra dentro de los valores límite ajustados para la tensión y la frecuencia. Si se rebasa el tiempo máximo, la gestión del generador interrumpe el arranque del generador.	
La tensión del generador se encuentra dentro de los valores límite ajustados para la tensión y la frecuencia.	La gestión del generador inicia el tiempo de calentamiento.	
Está transcurriendo el tiempo de calentamiento.	-	
Finaliza el tiempo de calentamiento.	El Sunny Island sincroniza la red aislada con la tensión del generador.	
La red aislada está sincronizada.	El Sunny Island conecta la red aislada al generador.	Si está cerrado, la red aislada está conectada con el generador.
La red aislada está conectada al generador.	El generador inyecta corriente a la red aislada. La gestión del generador inicia el tiempo mínimo de funcionamiento.	
Está transcurriendo el tiempo mínimo de funcionamiento.	Incluso si la gestión del generador ya no solicita el generador, la red aislada continúa conectada al generador.	
Finaliza el tiempo mínimo de funcionamiento.	Si la gestión del generador continúa solicitando el generador, la red aislada continúa conectada al generador.	

Evento o estado	Consecuencia	Relé de transferencia interno
La gestión del generador ya no solicita el generador.	El Sunny Island abastece la red aislada y desconecta el generador sin carga de la red aislada. La gestión del generador inicia el tiempo de funcionamiento en inercia.	Si está abierto, la red aislada no está conectada con el generador.
Está transcurriendo el tiempo de funcionamiento en inercia.	Durante el tiempo de funcionamiento en inercia, la gestión del generador no puede volver a solicitar el generador y el Sunny Island no puede volver a conectar la red aislada con el generador.	
Finaliza el tiempo de funcionamiento en inercia.	El Sunny Island detiene el generador. La gestión del generador inicia el tiempo mínimo de parada.	
Está transcurriendo el tiempo mínimo de parada.	El Sunny Island no puede poner en marcha el generador. Tampoco es posible el arranque manual a través del Sunny Island. La gestión del generador no puede solicitar el generador.	
Finaliza el tiempo mínimo de parada.	La gestión del generador puede solicitar el generador. El generador se puede poner en marcha en el Sunny Island.	

5.4.6.2 Secuencia de funcionamiento en generadores sin función de arranque automático

Evento o estado	Consecuencia	Relé de transferencia interno
La gestión del generador solicita el generador.	El Sunny Island acciona un emisor de señales. El emisor de señales le señala que debe poner en marcha el generador.	Si está abierto, la red aislada no está conectada con el generador.
Pone en marcha el generador (por ejemplo, conectado con un cable Bowden).	El generador arranca. Aumenta la tensión del generador.	
Cierra el interruptor-seccionador entre generador y Sunny Island.	El generador está conectado con el Sunny Island.	
La tensión del generador se encuentra dentro de los valores límite ajustados para la tensión y la frecuencia.	La gestión del generador inicia el tiempo de calentamiento.	
Está transcurriendo el tiempo de calentamiento.	-	
Finaliza el tiempo de calentamiento.	El Sunny Island sincroniza la red aislada con la tensión del generador.	

Evento o estado	Consecuencia	Relé de transferencia interno
La red aislada está sincronizada.	El Sunny Island conecta la red aislada al generador.	Si está cerrado, la red aislada está conectada con el generador.
El generador está conectado.	El generador inyecta corriente a la red aislada. La gestión del generador inicia el tiempo mínimo de funcionamiento.	
Está transcurriendo el tiempo mínimo de funcionamiento.	Incluso si la gestión del generador ya no solicita el generador, el generador continúa conectado a la red aislada.	
Finaliza el tiempo mínimo de funcionamiento.	-	
La gestión del generador ya no solicita el generador.	El Sunny Island deja de controlar el emisor de señales. El emisor de señales le señala que debe desconectar el generador del Sunny Island.	
Abre el interruptor-seccionador entre generador y Sunny Island.	El Sunny Island abre el relé de transferencia interno.	
	El Sunny Island continúa abasteciendo la red aislada sin interrupción. La gestión del generador inicia el tiempo mínimo de parada.	
Está transcurriendo el tiempo mínimo de parada.	El Sunny Island no detecta que ha reiniciado el generador.	
	La gestión del generador no puede solicitar el generador. El emisor de señales no es controlado.	
Detiene el generador.	-	
Finaliza el tiempo mínimo de parada.	La gestión del generador puede solicitar el generador.	
	El Sunny Island detecta un arranque del generador.	

5.4.6.3 Secuencia de funcionamiento en generadores con control del generador externo

Evento o estado	Consecuencia	Relé de transferencia interno
La gestión del generador solicita el generador.	El Sunny Island señala al control externo del generador que se está solicitando el generador.	Si está abierto, la red aislada no está conectada con el generador.
El control del generador externo arranca el generador.	Aumenta la tensión del generador.	
Comienza el tiempo de calentamiento ajustado en el control del generador externo.	La gestión del generador calcula la hora a la que el control del generador externo señala al Sunny Island que ha transcurrido el tiempo de calentamiento. Si se rebasa el tiempo máximo, la gestión del generador interrumpe el arranque del generador.	
El control del generador externo señala al Sunny Island que su tiempo de calentamiento ha transcurrido correctamente.		
El Sunny Island sincroniza la red aislada con la tensión del generador.	-	
La red aislada está sincronizada.	El Sunny Island conecta la red aislada al generador.	Si está cerrado, la red aislada está conectada con el generador.
La red aislada está conectada al generador.	El generador inyecta corriente a la red aislada. La gestión del generador inicia el tiempo mínimo de funcionamiento.	
Está transcurriendo el tiempo mínimo de funcionamiento.	Incluso si la gestión del generador ya no solicita el generador, la red aislada continúa conectada al generador.	
Finaliza el tiempo mínimo de funcionamiento.	Si la gestión del generador continúa solicitando el generador, la red aislada continúa conectada al generador.	

Evento o estado	Consecuencia	Relé de transferencia interno
La gestión del generador ya no solicita el generador.	<p>El Sunny Island abastece la red aislada y desconecta el generador sin carga de la red aislada.</p> <p>La gestión del generador le señala al control del generador externo que el generador ya no está siendo solicitado.</p>	Si está abierto, la red aislada no está conectada con el generador.
Comienza el tiempo de funcionamiento en inercia ajustado en la gestión del generador.	-	
Está transcurriendo el tiempo de funcionamiento en inercia.	Durante el tiempo de funcionamiento en inercia, la gestión del generador no puede volver a solicitar el generador y el Sunny Island no puede volver a conectar la red aislada con el generador.	
Finaliza el tiempo de funcionamiento en inercia.	<p>El control del generador externo detiene el generador.</p> <p>El control del generador externo señala al Sunny Island que el tiempo de funcionamiento en inercia ha transcurrido correctamente.</p>	
La gestión del generador inicia el tiempo mínimo de parada.	-	
Está transcurriendo el tiempo mínimo de parada.	El Sunny Island suprime la solicitud de generador. Tampoco es posible el arranque manual a través del Sunny Island.	
Finaliza el tiempo mínimo de parada.	La gestión del generador puede solicitar el generador.	
El generador se puede poner en marcha en el Sunny Island.		

5.5 Más información sobre la gestión de red

5.5.1 Funciones de la gestión de red

La gestión de red tiene estas funciones:

- La gestión de red detecta el fallo, la avería y la recuperación de la red pública.
- La gestión de red controla la transición del funcionamiento en red aislada al funcionamiento de red.
- La gestión de red controla la transición del funcionamiento de red al funcionamiento en red aislada.
- Si la red pública funciona como reserva energética, la gestión de red se conecta automáticamente a la red pública en caso necesario.

5.5.2 Condiciones para la solicitud de la red pública

Para adaptar la gestión de red a las necesidades del sistema eléctrico de repuesto, puede modificar las condiciones para la solicitud de la red pública.

Solicitud de la red pública	Explicación
Solicitud en función del estado de carga	En función del estado de la carga de la batería, la gestión de red solicita la red pública para recargar la batería. De este modo, la gestión de red evita una descarga demasiado profunda de la batería. Consejo: Adicionalmente, puede ajustar la solicitud en función de la hora del día.
Solicitud en función del consumo	Si la demanda de los equipos consumidores en la red eléctrica de repuesto rebasa un límite ajustado, la gestión de red solicita la red pública. La red pública abastecerá los equipos consumidores. De este modo, se reduce la carga de la batería.
Solicitud temporizada	Puede ajustar qué días, a qué horas y durante cuánto tiempo la gestión de red solicita la red pública.
Solicitud en función del procedimiento de carga	Puede ajustar si se solicita la red pública para la carga completa, la carga de compensación o para los dos procedimientos de carga.

5.5.3 Valores límite eléctricos de la red pública

Si la red pública infringe los valores límite eléctricos, la gestión de red detecta un fallo, una avería o la sobrecarga de la red pública.

Límite ajustable	Explicación
Corriente de red máxima	La gestión de red limita el consumo de corriente de la red pública a un valor máximo ajustable.
Frecuencia de la tensión de la red pública	También puede adaptar los valores límite de la frecuencia y el nivel de la tensión a las normas y los requisitos locales aplicables.
Nivel de tensión de la red pública	La frecuencia y el nivel de tensión en la red pública influyen directamente en la calidad de la tensión de la red eléctrica de repuesto. Si la red pública infringe los valores límite, el Sunny Island desconecta la red pública de la red de repuesto y cambia al funcionamiento en red aislada.
Potencia inversa máxima en la red pública	En caso de potencia inversa, el sistema eléctrico de repuesto inyecta potencia a la red pública. Las potencias inversas en la red pública pueden producirse durante el funcionamiento con fuentes de CA. Puede ajustar la potencia activa y el tiempo admisible de potencia inversa. Si se infringen los valores límite, la gestión de red desconecta la red pública de la red eléctrica de repuesto.

5.5.4 Modos de funcionamiento de la red pública

El Sunny Island diferencia los modos de funcionamiento de funcionamiento de carga y de modo de ahorro de energía (Silent Mode).

Modo de carga

El modo de carga con la red pública se caracteriza por que el Sunny Island carga la batería o mantiene la carga de la batería.

Modo de ahorro de energía

En el modo de ahorro de energía, el Sunny Island funciona en modo en espera y la red pública abastece los equipos consumidores. El Sunny Island abandona periódicamente el modo de ahorro de energía para recargar la batería. Si el Sunny Island se encuentra en el modo de ahorro de energía, un apagón puede producir un fallo del sistema eléctrico de repuesto durante un breve periodo durante el cual los equipos consumidores no se abastecen.

5.5.5 Secuencia de funcionamiento del control de red

Evento o estado	Consecuencia	Relé de transferencia interno
La gestión de red solicita la red pública.	-	Si está abierto, la red eléctrica de repuesto no está conectada a la red pública.
La tensión de red se encuentra dentro de los valores límite ajustados para la tensión y la frecuencia.	Para que la gestión de red detecte una tensión válida, la red pública debe mantenerse dentro de los valores límite para la tensión y la frecuencia durante un tiempo mínimo. Si la gestión de red detecta una tensión válida, el Sunny Island sincroniza la red eléctrica de repuesto con la red pública.	
La red eléctrica de repuesto está sincronizada.	Sunny Island conecta la red eléctrica de repuesto a la red pública.	Si está cerrado, la red eléctrica de repuesto está conectada a la red pública.
La red eléctrica de repuesto está conectada a la red pública.	La red pública inyecta corriente a la red eléctrica de repuesto.	
La gestión de red ya no solicita la red pública.	El Sunny Island desconecta la red eléctrica de repuesto de la red pública y continúa abasteciendo la red eléctrica pública.	Si está abierto, la red eléctrica de repuesto no está conectada a la red pública.

5.6 Más información sobre clústeres

Clúster en sistemas monofásicos de clúster único

Modelo	Modelos posibles en un clúster	Explicación
SI4.4M-12	-	El modelo SI4.4M-12 no debe utilizarse en sistemas monofásicos de clúster único.
SI6.0H-12	SI6.0H-12 o SI8.0H-12	Un clúster puede estar formado por un modelo o por ambos modelos. Si se utilizan los dos modelos dentro del clúster, el maestro debe ser del modelo SI8.0H-12.
SI8.0H-12	SI6.0H-12 o SI8.0H-12	

Clúster en sistemas trifásicos de clúster único

Modelo	Modelos posibles en un clúster	Explicación
SI4.4M-12	SI4.4M-12	Dentro de un clúster solo debe utilizarse el modelo SI4.4M-12.

Modelo	Modelos posibles en un clúster	Explicación
SI6.0H-12	SI6.0H-12 o SI8.0H-12	Un clúster puede estar formado por un modelo o por ambos modelos. Si se utilizan los dos modelos dentro del clúster, el maestro debe ser del modelo SI8.0H-12.
SI8.0H-12	SI6.0H-12 o SI8.0H-12	

Clúster en sistemas multiclúster

Modelo	Modelos posibles en un clúster	Explicación
SI4.4M-12	-	El modelo SI4.4M-12 no debe ser utilizado en el sistema de multiclúster.
SI6.0H-12	SI6.0H-12 o SI8.0H-12	En el mismo clúster deben utilizarse exclusivamente Sunny Island del mismo modelo: SI6.0H-12 o SI8.0H-12.
SI8.0H-12	SI6.0H-12 o SI8.0H-12	

Si se combinan varios clústeres trifásicos en un sistema multiclúster, debe escogerse además una Multicluster-Box (consulte el capítulo 3.3.3, página 14).

