

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 735**

51 Int. Cl.:

G01R 31/40 (2014.01)

H02S 50/10 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.04.2013 PCT/IB2013/053043**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.10.2013 WO13156943**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.04.2013 E 13724413 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 2839303**

54 Título: **Procedimiento para determinar el rendimiento de instalaciones fotovoltaicas**

30 Prioridad:

20.04.2012 EP 12165049

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

14.05.2019

73 Titular/es:

VODERMAYER, CHRISTIAN (100.0%)

Schabing 3

83119 Obing, DE

72 Inventor/es:

VODERMAYER, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

DE PABLOS RIBA, Juan Ramón

ES 2 712 735 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

5 Procedimiento para determinar el rendimiento de instalaciones fotovoltaicas.

La presente invención se refiere a un procedimiento mejorado y a un sistema mejorado para determinar el rendimiento de instalaciones fotovoltaicas y/o de sus componentes. El procedimiento según la invención y el sistema según la invención pueden determinar el
10 rendimiento de la instalación fotovoltaica durante el funcionamiento de la instalación fotovoltaica.

Una instalación fotovoltaica típica comprende cadenas que presentan aproximadamente siete a diez módulos fotovoltaicos conectados en serie. La conexión en serie de módulos es necesaria
15 para generar una tensión más elevada, para reducir la potencia perdida en las líneas que es proporcional al cuadrado de la corriente. En una llamada mesa pueden estar dispuestos dos a diez cadenas, una encima de la otra.

Las cadenas de una mesa o de varias mesas pueden conectarse en paralelo para formar un
20 llamado generador parcial. Actualmente se conocen tipos de instalación con un llamado inversor de cadena o un inversor central.

Algunas instalaciones al aire libre disponen en parte de cientos de inversores de cadena pequeños con una potencia de aproximadamente 10 kW. Los inversores de cadena de este
25 tipo se usan para reducir los efectos de un sombreado parcial o para conseguir también en un terreno ondulado una buena eficiencia.

No obstante, la mayor parte de las instalaciones fotovoltaicas disponen de un inversor central o de un número reducido de inversores centrales. Cada inversor central puede presentar uno o
30 dos llamados dispositivos seguidores del punto de máxima potencia (MPP-Tracker; Maximum Power Point Tracker). Un inversor central puede procesar una potencia de aproximadamente 500 kW a aproximadamente 3 MW. También un inversor de cadena puede presentar uno o dos llamados dispositivos seguidores del punto de máxima potencia (MPP-Tracker; Maximum Power Point Tracker).

35 Un llamado dispositivo seguidor del punto de máxima potencia elige un punto de funcionamiento tal en la curva de tensión-corriente en el que se genera la potencia máxima (producto de tensión y corriente). Con un dispositivo seguidor del punto de máxima potencia pueden estar conectadas una o varias cadenas. Una instalación fotovoltaica al aire libre típica
40 genera una potencia de 5 MW y comprende tres inversores centrales con respectivamente dos dispositivos seguidores del punto de máxima potencia. Además, una instalación fotovoltaica al aire libre de este tipo presenta 7000 cadenas con respectivamente diez módulos fotovoltaicos, es decir, un total de 70.000 módulos fotovoltaicos.

45 El rendimiento de una instalación fotovoltaica o de sus componentes se determina en llamadas condiciones estándar de medida (Standard Test Conditions: STC). Las condiciones estándar de medida son aquí un estado definido de las condiciones del entorno, en las que los componentes de la instalación presentan un rendimiento determinado y a las que se refieren habitualmente los datos de rendimiento garantizados por los fabricantes de los componentes.
50 Se parte de una radiación solar (insol) de 1000 W/m^2 y de una masa de aire de 1,5. La masa de aire de 1,5 define una distribución espectral definida de la luz, que puede resultar en

mediciones terrestres en determinadas latitudes, niveles del suelo, planos de inclinación y composiciones de la atmósfera. Además, las condiciones estándar de medida comprenden una temperatura de módulo de 25°C (Tgen).

5 Los procedimientos conocidos para medir la potencia de instalaciones fotovoltaicas al aire libre determinan curvas características de tensión-corriente completas en el sentido de conducción en un dispositivo seguidor del punto de máxima potencia. Por consiguiente, cada medición requiere la desconexión de la parte de la instalación a medir y tarda por lo tanto varios minutos. Por motivos económicos, varias cadenas que están conectadas en paralelo deben medirse de forma conjunta. Por lo tanto, solo es posible medir de una forma rentable la instalación completa a nivel de generadores parciales. Estos procedimientos tienen el inconveniente que no se detectan problemas en cadenas individuales. Estos procedimientos también pueden presentar el inconveniente de que se cambian sin necesidad demasiados módulos en caso de determinarse una potencia insuficiente. Además, este estado de la técnica tiene el inconveniente de que la instalación fotovoltaica no puede alimentar corriente a la red o solo una corriente fuertemente reducida durante la comprobación del rendimiento. El enchufar y desenchufar cables con frecuencia puede conducir a errores que reducen aún más la potencia de la instalación fotovoltaica o incluso puede dañar componentes de la misma. Además, el desenchufar y enchufar cables con frecuencia es crítico por motivos relacionados con la seguridad laboral, puesto que en las instalaciones fotovoltaicas de este tipo se producen tensiones comparativamente elevadas en las cadenas individuales.

El documento US 2008/0147335 A1 da a conocer un sistema de vigilancia y un procedimiento para vigilar el rendimiento de fuentes de corriente individuales en un sistema distribuido de fuentes de corriente.

La invención tiene el objetivo de crear un procedimiento mejorado y un dispositivo mejorado para determinar el rendimiento de una instalación fotovoltaica.

30 El objetivo de la invención se consigue mediante un procedimiento según la reivindicación 1.

El procedimiento según la invención para determinar el rendimiento de componentes de una instalación fotovoltaica y/o de la instalación fotovoltaica que presenta una pluralidad de cadenas, en las que respectivamente una pluralidad de módulos fotovoltaicos están conectados en serie, estando conectada la pluralidad de cadenas con al menos un inversor, comprende las etapas de la generación de datos de referencia, la generación de datos individuales y la evaluación de los datos de referencia y de los datos individuales. La etapa de la generación de datos individuales se realiza en el mismo intervalo de tiempo que la etapa de la generación de datos de referencia. El rendimiento puede ser la potencia eléctrica, la eficiencia, la corriente generada, la tensión generada y similares por los componentes individuales de la instalación fotovoltaica y/o por la instalación fotovoltaica en conjunto. El término componentes puede comprender elementos de construcción individuales de la instalación fotovoltaica y/o áreas parciales, por ejemplo áreas parciales en gran medida autárquicas o jerárquicas, áreas parciales que están asignadas a un inversor de cadena, etc.

45 La etapa de la generación de datos de referencia puede presentar la determinación de una tensión vía una primera cadena de referencia. La tensión puede detectarse en un inversor de cadena, en un inversor central y/o en un dispositivo seguidor del punto de máxima potencia. La tensión puede detectarse en una línea que está eléctricamente conectada con el inversor central y/o con un dispositivo seguidor del punto de máxima potencia. La tensión puede detectarse en una línea que está eléctricamente conectada con la primera cadena de referencia.

La instalación fotovoltaica puede generar durante la determinación del rendimiento una corriente tal y una tensión tal que los componentes de la instalación fotovoltaica y/o la instalación fotovoltaica se encuentren sustancialmente en el punto de máxima potencia. Por lo tanto, no se interrumpe la alimentación a la red por la determinación del rendimiento. En varios inversores de cada instalación fotovoltaica, todos los dispositivos seguidores del punto de máxima potencia pueden encontrarse sustancialmente en el punto de potencia máxima. La instalación fotovoltaica puede suministrar la potencia normal a la red durante la comprobación del rendimiento. Además, no hay que cambiar la conexión de los componentes de la instalación fotovoltaica para la comprobación del rendimiento. El término sustancialmente comprende el error de regulación habitual y similares de un dispositivo seguidor del punto de máxima potencia. El dispositivo seguidor del punto de máxima potencia ajusta el punto de trabajo a lo largo de la curva característica de tensión-corriente. Puesto que la potencia de los módulos fotovoltaicos cambia continuamente por los cambios de la radiación solar, el dispositivo seguidor del punto de máxima potencia debe volver a determinar el punto de trabajo permanentemente. Por ello resultan oscilaciones pendulares. Además, resultan errores, puesto que no todas las cadenas conectadas en paralelo presentan las mismas condiciones de funcionamiento (radiación solar, temperatura, etc.), variando sus propiedades eléctricas por tolerancias de fabricación. Además, resultan errores que se generan por varios máximos locales de la potencia, así como ajustes incorrectos del hardware y software del seguimiento del punto de máxima potencia.

La etapa de la generación de datos individuales puede presentar las etapas de la determinación de una corriente que fluye en una cadena de medición de una pluralidad de cadenas de medición y la determinación de un valor estimado de la radiación solar, que está asignado a al menos un módulo fotovoltaico de la cadena de medición durante la determinación de la corriente en la cadena de medición correspondiente. La etapa de la generación de datos individuales se realiza para una pluralidad de cadenas de medición. Los datos individuales se determinan sucesivamente para cada cadena de medición de la pluralidad de cadenas de medición. Dicho de otro modo, los datos individuales se determinan sucesivamente para otras cadenas de medición de la pluralidad de cadenas de medición. La corriente puede determinarse mediante procedimientos inductivos, por ejemplo una pinza amperimétrica, de modo que no es necesario abrir la cadena.

La corriente en la cadena de medición correspondiente puede determinarse aplicándose una pinza amperimétrica alrededor de una línea que conduce corriente de la cadena de medición. El valor estimado de la radiación solar puede determinarse disponiéndose un sensor en un módulo fotovoltaico que se encuentra en la cadena de la que se determina la corriente generada. Puede disponerse por ejemplo un sensor o una célula de referencia monocristalina en paralelo al plano de un módulo fotovoltaico de la cadena de medición en el módulo fotovoltaico. La pinza amperimétrica y la célula de referencia monocristalina pueden disponerse sucesivamente en otras cadenas de medición cuando haya terminado la medición en la cadena de medición anterior.

La determinación de los datos de referencia y/o la determinación de los datos individuales puede presentar la etapa de la determinación de la temperatura de al menos un módulo fotovoltaico. La temperatura puede determinarse mediante un termómetro que se acopla mecánicamente con el módulo fotovoltaico. La temperatura puede determinarse por ejemplo mediante una sonda de medición del tipo PT100. La temperatura influye en la eficiencia de un módulo fotovoltaico.

La etapa de la evaluación de los datos de referencia y de los datos individuales comprende la

etapa de la comprobación de si los datos de referencia están dentro de una banda de tolerancia de referencia y/o si los datos individuales están durante un intervalo de tiempo predeterminado dentro de una banda de tolerancia individual. Mediante esta etapa puede comprobarse por ejemplo si los datos con consistentes o si están dentro de un margen
 5 admisible. Gracias a esta etapa se comprueban las condiciones de estabilidad de la medición y las condiciones de plausibilidad, que sirven como base para decidir si pueden usarse los datos de referencia y los datos individuales obtenidos para la evaluación. Puede realizarse una coordinación en función del tiempo. Además, puede comprobarse si la radiación solar es superior a un valor umbral predeterminado. Puede comprobarse la homogeneidad espacial, en
 10 caso de haber varios dispositivos para la determinación de datos de referencia. Además, puede comprobarse la homogeneidad en función del tiempo de la radiación solar, de la tensión y de la corriente durante un intervalo de medición. En caso de que los datos de referencia estén durante un intervalo de tiempo predeterminado dentro de la banda de tolerancia de referencia y/o los datos individuales estén durante un intervalo de tiempo predeterminado dentro de la
 15 banda de tolerancia individual, se determina el rendimiento de cadenas de medición cuyas corrientes se han determinado durante el intervalo de tiempo predeterminado. La etapa de la evaluación de los datos de referencia y de los datos individuales puede realizarse más o menos al mismo tiempo con la etapa de la generación de los datos de referencia y de la generación de los datos individuales. No obstante, también es posible determinar y almacenar los datos de
 20 referencia y los datos individuales durante un primer intervalo de tiempo y evaluar los datos de referencia y los datos individuales a continuación en un intervalo de tiempo posterior.

A diferencia del estado de la técnica, el procedimiento según la invención no determina ninguna curva característica de tensión-corriente sino las corrientes en cada cadena individual, por
 25 ejemplo mediante pinzas amperimétricas. Por lo tanto, en el procedimiento según la invención no deben desconectarse las cadenas y el procedimiento puede realizarse con mayor rapidez. Las condiciones de medida, por ejemplo la temperatura del módulo fotovoltaico, la radiación solar y la tensión del dispositivo seguidor del punto de máxima potencia se detectan por separado y sirven para que los valores detectados se conviertan a las condiciones estándar de
 30 medida, por lo que es posible determinar el rendimiento de las cadenas detectadas siendo posible, por lo tanto, una mejor comparación de los valores detectados. Además, los resultados obtenidos pueden resumirse y permitir así sacar conclusiones acerca de la parte de la instalación comprada, el conjunto de la instalación o la capacidad de funcionamiento y el rendimiento de componentes de la instalación.

35 La etapa de la determinación de corriente puede comprender la etapa de la determinación simultánea de corrientes que fluyen en varias cadenas de medición de la pluralidad de cadenas de medición, realizándose la etapa de la determinación simultánea de corrientes sucesivamente en varias otras cadenas de medición de la pluralidad de cadenas de medición.
 40 Las corrientes que fluyen en varias cadenas de medición pueden medirse o detectarse al mismo tiempo y de forma independientemente una de la otra. Pueden usarse por ejemplo varias pinzas amperimétricas con las que pueden medirse y detectarse al mismo tiempo las corrientes en diferentes cadenas de medición. Cuando haya terminado la medición de corriente en una cadena de medición correspondiente, una de las pinzas amperimétricas puede llevarse
 45 a otra cadena y puede medir o detectar la corriente en esta cadena de medición, concretamente de forma independiente de otras pinzas amperimétricas.

La etapa de la generación de datos de referencia puede presentar además la determinación de una corriente que fluye en una primera cadena de referencia, la determinación de una corriente
 50 que fluye en una segunda cadena de referencia, la determinación de una tensión vía una segunda cadena de referencia, la determinación de la temperatura de al menos un módulo fotovoltaico en la segunda cadena de referencia y/o en una segunda cadena de medición, la

- determinación de un valor estimado de la radiación solar que incide en al menos un módulo fotovoltaico en la primera cadena de referencia y/o la determinación de un valor estimado de la radiación solar que incide en al menos un módulo fotovoltaico en la segunda cadena de referencia. De este modo, los datos de referencia se generan de forma redundante. Por un
5 lado, puede comprobarse la consistencia de los datos de referencia generados de forma redundante. Además, puede comprobarse la homogeneidad espacial de la radiación solar y la temperatura de los módulos fotovoltaicos. Por otro lado, no hay que repetir la medición cuando fallan algunas etapas para la generación de los datos de referencia.
- 10 La determinación de datos de referencia puede comprender la determinación de datos meteorológicos y/o la determinación de la radiación solar absoluta. Los datos meteorológicos pueden comprender la dirección del viento, la velocidad del viento, la temperatura del aire, la humedad del aire, la presión del aire, etc. Estos datos meteorológicos pueden usarse para la evaluación de las temperaturas del módulo fotovoltaico, por ejemplo mediante procedimientos
15 de interpolación. La etapa de la determinación de la radiación solar absoluta puede realizarse mediante un piranómetro u otros instrumentos de medición meteorológica con una gran precisión de calibrado. Además, pueden usarse varios dispositivos de medición de la radiación para vigilar el paso de nubes y faltas de homogeneidad de la radiación relacionadas con el tiempo mediante partes de la instalación a medir.
- 20 Los valores estimados anteriormente mencionados de la radiación solar, que están asignados a al menos un módulo fotovoltaico en una cadena de referencia o en una cadena de medición, sirven para poder estimar qué radiación solar relativa incide en un módulo fotovoltaico en comparación con otro módulo fotovoltaico. De este modo pueden tenerse en cuenta y
25 compensarse un terreno ondulado y/o diferencias angulares de los módulos fotovoltaicos en al menos una cadena de referencia y en al menos una cadena de medición. La determinación de la radiación solar absoluta también puede servir para garantizar o mejorar la extrapolación a condiciones estándar de medida.
- 30 La etapa de la determinación de una tensión respecto a un primero y/o segundo valor de tensión de referencia puede determinar el valor de tensión en el dispositivo seguidor del punto de máxima potencia correspondiente o en una línea eléctricamente conectada con este. El dispositivo seguidor del punto de máxima potencia puede estar asignado a un inversor de cadena o a un inversor central, pudiendo presentar un inversor central varios dispositivos
35 seguidores del punto de máxima potencia.
- La etapa de la determinación de datos individuales puede presentar además la etapa de la entrada de datos, que permitan una asignación de la cadena de medición a la corriente determinada que fluye en la cadena de medición correspondiente. En la cadena de medición
40 puede estar dispuesto por ejemplo un código de barra o un código matricial, que se evalúa mediante un escáner. El número y/o la denominación de la cadena de medición también puede introducirse mediante un teclado. Además, puede determinarse la posición de la cadena de medición, por ejemplo mediante GPS.
- 45 La etapa de la determinación de datos de referencia puede comprender además la determinación de la tensión en un inversor de cadena. Se sobreentiende que puede detectarse la tensión de varios inversores de cadena. Esta etapa puede ser necesaria cuando hay varios inversores de cadena. Además, pueden tenerse en cuenta condiciones de funcionamiento que varían localmente, por ejemplo por un terreno ondulado.
- 50 La etapa de la evaluación de los datos individuales y/o de los datos de referencia puede comprender la etapa de la normalización de los datos de referencia detectados y/o de los datos

individuales detectados, realizándose la determinación del rendimiento de la instalación fotovoltaica y/o de los componentes de la instalación fotovoltaica partiendo de la base de los datos de referencia normalizados y/o de los datos individuales normalizados. De este modo puede comprobarse con mayor precisión el rendimiento de los componentes de la instalación
5 fotovoltaica.

La etapa de la evaluación de los datos de referencia y/o de los datos individuales puede comprender la etapa de la conversión de los datos de referencia detectados y/o de los datos individuales detectados o de los datos detectados a las condiciones estándar de medida. El
10 término “conversión a condiciones estándar de medida” puede interpretarse por ejemplo de tal modo que los valores detectados o estimados se convierten de tal modo que resultan valores que serían detectados o estimados en caso de haber condiciones estándar de medida. La determinación del rendimiento de la instalación fotovoltaica y/o de los componentes de la instalación fotovoltaica puede realizarse partiendo de la base de los datos de referencia
15 convertidos a condiciones estándar de medida y/o partiendo de la base de los datos individuales convertidos a condiciones estándar de medida. Se sobreentiende que también es posible otro tipo de conversión.

Las etapas de la generación de datos de referencia pueden realizarse mediante uno o varios
20 dispositivo(s) implementado(s) por ordenador. También las etapas de la generación de datos individuales pueden realizarse mediante uno o varios dispositivo(s) implementado(s) por ordenador. Finalmente, las etapas de la evaluación de los datos de referencia y datos individuales pueden realizarse mediante uno o varios dispositivo(s) implementado(s) por ordenador.

25 Muestran:

- la Figura 1 una representación esquemática de una primera variante de una instalación fotovoltaica con un inversor;
- 30 la Figura 2 una segunda variante de una instalación fotovoltaica con tres inversores;
- la Figura 3 una representación esquemática de un dispositivo de determinación de datos de referencia;
- la Figura 4 una representación esquemática de un dispositivo de determinación de datos individuales; y
- 35 la Figura 5 una representación esquemática de un dispositivo de evaluación.

La Figura 1 muestra una primera variante de una instalación fotovoltaica 1 con una primera área parcial 2, una segunda área parcial 4 y una tercera área parcial 6, que están conectadas con un dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP1 y un inversor WR1. La primera
40 área parcial comprende tres cadenas que están conectadas en paralelo, presentando cada cadena siete módulos fotovoltaicos AM11-AM17, AM21-AM27, AM31-AM37. La segunda área parcial presenta tres cadenas conectadas en paralelo con respectivamente siete módulos fotovoltaicos BM11-BM17, BM21-BM27, BM31-BM37 conectados en serie. La tercera área parcial 6 presenta tres cadenas conectadas en paralelo con siete módulos fotovoltaicos CM11-
45 CM17, CM21-CM27, CM31-CM37 conectados en serie.

Las áreas parciales 2, 4, 6 pueden ser mesas. No obstante, también es concebible que las áreas parciales comprendan varias mesas.

50 Las tres áreas parciales 2, 4, 6 están conectadas eléctricamente en paralelo y están conectadas con el dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP1. El dispositivo seguidor del punto de máxima potencia 1 regula la corriente suministrada por las cadenas con

los módulos fotovoltaicos y la tensión suministrada por los mismos de tal modo que se maximice el producto de la tensión y de la corriente generadas por los módulos fotovoltaicos, por lo que se maximiza la potencia de salida de la instalación fotovoltaica. El dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP1 está conectado con el inversor WR1. El inversor
5 suministra la corriente generada finalmente a la red pública (no mostrada).

La Figura 2 muestra una segunda variante de una instalación fotovoltaica 1'. La segunda variante comprende varias áreas parciales 2, 4, 6, como se ha descrito anteriormente respecto a la primera variante de la Figura 1. Cada área parcial 2, 4, 6 comprende una pluralidad de
10 cadenas conectadas en paralelo, que presentan una pluralidad de módulos fotovoltaicos conectados en serie.

A diferencia de la variante según la Figura 1, la variante según la Figura 2 presenta una pluralidad de dispositivos seguidores del punto de máxima potencia MPP1, MPP2, MPP3 y una
15 pluralidad de inversores WR1, WR2, WR3. El primer dispositivo seguidor del punto de máxima potencia 1 está conectado con el primer inversor WR1, el segundo dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP2 con el segundo inversor WR2 y el tercer dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP3 está conectado con el tercer inversor WR3. Las salidas de los inversores WR1, WR2, WR3 están conectadas en paralelo y con la red pública (no
20 mostrada).

La primera área parcial 2 está conectada eléctricamente con el primer dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP1, la segunda área parcial 4 con el segundo dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP2 y la tercera área parcial 6 con el tercer
25 dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP3. La segunda variante se usa por ejemplo en un terreno ondulado o en un terreno en el que es posible una desconexión parcial. Gracias al uso de una pluralidad de dispositivos seguidores del punto de máxima potencia MPP1, MPP2, MPP3 puede garantizarse que cada área parcial 2, 4, 6 trabaja en punto de funcionamiento óptimo. Por lo tanto, puede optimizarse el suministro de potencia de la
30 instalación fotovoltaica 1'.

Se hace referencia nuevamente a la Figura 1. A continuación se describirán detalladamente el procedimiento según la invención para la determinación del rendimiento de componentes de una instalación fotovoltaica y/o de la instalación fotovoltaica, así como el dispositivo de
35 determinación del rendimiento.

El dispositivo de determinación del rendimiento comprende un primer dispositivo de determinación de datos de referencia Ref1 con un dispositivo de determinación de la tensión de referencia para la determinación de una primera tensión de referencia URef1 vía una primera
40 cadena de referencia BM21-BM27. Además, el primer dispositivo de determinación de datos de referencia Ref1 mide la temperatura TR1 del módulo fotovoltaico BM22.

Un primer dispositivo de determinación de datos individuales Ind1 determina mediante una pinza amperimétrica la corriente I1 que fluye en la segunda cadena AM21-AM27 de la primera
45 área parcial 2. Además, el primer dispositivo de determinación de datos individuales Ind1 comprende un primer dispositivo de estimación de radiación solar individual SI1. El dispositivo de estimación de radiación solar individual puede estimar la radiación solar que incide en un módulo fotovoltaico. Para ello, el dispositivo de estimación de radiación solar individual se fija de tal modo en un módulo fotovoltaico que la superficie de incidencia de la luz del módulo
50 fotovoltaico y del dispositivo de estimación de radiación solar individual estén sustancialmente paralelas entre sí.

Durante el funcionamiento, el primer dispositivo de determinación de datos de referencia Ref1 determina la tensión vía la segunda cadena BM21-BM27 de la segunda área parcial 4. La tensión medida se almacena con un sello de tiempo en intervalos predeterminados, por ejemplo de aproximadamente un segundo, en un dispositivo de memoria. Además, el primer dispositivo de determinación de datos de referencia Ref1 almacena la temperatura medida TR1 en intervalos predeterminados con un sello de tiempo en el dispositivo de memoria.

El primer dispositivo de determinación de datos individuales Ind1 determina durante un intervalo de tiempo predeterminado la corriente en una cadena AM21-AM27, así como la radiación solar que incide en un módulo de la cadena AM21-AM27, por ejemplo en intervalos de aproximadamente un segundo durante un intervalo de tiempo de varios segundos. Los valores medidos durante este intervalo de tiempo para la corriente y la radiación solar se almacenan junto con un sello de tiempo y un identificador de cadena opcional. En cuanto haya transcurrido el intervalo de tiempo predeterminado, el dispositivo de determinación de datos individuales Ind1 se conecta con otra cadena, por ejemplo con la cadena AM11-AM17. Vuelve a medirse la corriente que fluye en la misma y se estima la radiación solar que incide en un módulo fotovoltaico de esta cadena AM11-AM17 durante un intervalo de tiempo predeterminado. Los valores para la corriente medidos durante este intervalo de tiempo y la radiación solar estimada se almacenan junto con un sello de tiempo y un identificador de cadena. El primer dispositivo de determinación de datos individuales Ind1 puede conectarse con otra cadena, por ejemplo la cadena AM31-AM37. También para esta cadena se determina durante un intervalo de tiempo predeterminado en intervalos de tiempo predeterminados la corriente detectada en esta cadena y se estima la radiación solar que incide en un módulo fotovoltaico AM31-AM37. Este procedimiento puede seguir hasta que se haya determinado la corriente en todas las cadenas y se haya estimado durante la medición de la corriente la radiación solar en un módulo fotovoltaico de la cadena correspondiente. Cada medición se realiza durante el intervalo de tiempo predeterminado en intervalos predeterminados. Todos los valores determinados o estimados se almacenan junto con un identificador (una identificación) de la cadena, por ejemplo posición, número y similares.

De forma opcional existe un segundo dispositivo de determinación de datos individuales Ind2, que detecta en la Figura 1 la corriente I12 en la cadena CM21-CM27, además de estimar con el dispositivo de estimación de radiación solar individual SI2 la radiación solar que incide en un módulo de la cadena CM21-CM27. La detección de la corriente y la estimación de la radiación solar se realizan durante un intervalo de tiempo predeterminado en intervalos predeterminados y los valores obtenidos se almacenan con un sello de tiempo y un identificador de cadena. Después del intervalo de tiempo predeterminado, el segundo dispositivo de determinación de datos individuales Ind2 puede determinar la corriente que fluye en otra cadena y puede estimar la radiación solar que incide en un módulo fotovoltaico de la otra cadena, por ejemplo CM11-CM17. Esta determinación y la estimación vuelven a realizarse durante un intervalo de tiempo predeterminado en intervalos predeterminados y los valores obtenidos se almacenan con un sello de tiempo y un identificador de cadena. El segundo dispositivo de determinación de datos individuales Ind2 puede determinar sucesivamente la corriente en una cadena y estimar la radiación solar que incide en un módulo fotovoltaico en esta cadena, que aún no ha sido detectada por otro dispositivo de determinación de datos individuales. El primer dispositivo de determinación de datos individuales Ind1 y el segundo dispositivo de determinación de datos individuales Ind2 y eventuales otros dispositivos de determinación de datos individuales pueden determinar corrientes en cadenas de forma independiente uno de otro y pueden estimar la radiación solar que incide en un módulo fotovoltaico en la cadena de medición correspondiente y almacenar estos valores con una identificación de la cadena (posición, denominación, etc.).

Las corrientes detectadas en las cadenas y la radiación solar estimada que incide en un

módulo fotovoltaico de la cadena correspondiente, así como los sellos de tiempo e identificadores de cadena correspondientes pueden enviarse a un dispositivo de evaluación central. La transmisión de los datos detectados puede realizarse mediante una interfaz alámbrica o una interfaz aérea.

5

El primer dispositivo de determinación de datos individuales Ind1, el segundo dispositivo de determinación de datos individuales Ind2 y eventuales otros dispositivos de determinación de datos individuales existentes almacenan además de las corrientes detectadas y los valores estimados de la radiación solar un sello de tiempo y un identificador de cadena, de modo que
10 las corrientes detectadas y la radiación solar estimada pueden asignarse a un momento y a una cadena. El primer dispositivo de determinación de datos de referencia Ref1 mide la tensión URef1 vía la cadena BM21-BM27, mientras que los dispositivos de determinación de datos individuales Ind1 e Ind2 detectan las corrientes en las cadenas y estiman la radiación solar que
15 de determinación de datos de referencia almacena los valores de tensión detectados en intervalos regulares junto con un sello de tiempo y opcionalmente también el identificador de cadena.

Por consiguiente, el dispositivo de evaluación puede determinar si la tensión URef 1 estaba en
20 un momento predeterminado dentro de una banda de tolerancia de referencia. Si la tensión URef1 se encuentra dentro de la banda de tolerancia de referencia predeterminada, puede partirse de que el dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP1 trabaja correctamente.

25 Además, el primer dispositivo de determinación de datos de referencia Ref1 almacena la temperatura TR1 detectada junto con el sello de tiempo.

Por consiguiente, el dispositivo de evaluación puede determinar si la corriente II1, así como la estimación de la radiación solar SI1 del dispositivo de determinación de datos individuales
30 estaba en un momento predeterminado dentro de una banda de tolerancia individual. Las cadenas defectuosas se identifican partiendo de la base de los datos de corriente y de potencia extrapolados obtenidos.

Para mejorar la precisión de la medición, el primer dispositivo de determinación de datos de
35 referencia Ref1 detecta la corriente IR1 que fluye en la cadena BM21-BM27 en intervalos de tiempo predeterminados. La corriente IR1 detectada se almacena junto con un sello de tiempo. Además, el primer dispositivo de determinación de datos de referencia Ref 1 comprende un dispositivo de estimación de radiación solar de referencia SR1, que estima la radiación solar en un módulo BM21-BM27. El dispositivo de estimación de radiación solar de referencia SR1
40 puede presentar la misma estructura que el dispositivo de estimación de radiación solar individual SI1 y puede fijarse al igual que este en un módulo fotovoltaico. Además, el primer dispositivo de determinación de datos de referencia Ref1 comprende una estación meteorológica W, que puede detectar por ejemplo la dirección del viento, la velocidad del viento, la temperatura del aire, la humedad del aire, la presión etc. Además, el primer
45 dispositivo de determinación de datos de referencia Ref1 comprende un dispositivo de determinación de la radiación solar absoluta AS.

El primer dispositivo de determinación de datos de referencia Ref1 almacena los datos meteorológicos y la radiación solar absoluta, incluido el ángulo de la radiación solar en
50 intervalos predeterminados junto con un sello de tiempo y un identificador de cadena opcional.

La determinación de la radiación solar absoluta, del ángulo de incidencia del sol y de los datos

meteorológicos permite que el dispositivo de evaluación pueda comprobar con mayor precisión el rendimiento de las cadenas. En particular, puede tenerse en cuenta que un viento más fuerte hace que los módulos fotovoltaicos se enfrien más y que se reduzca la temperatura de estos, por lo que aumenta el rendimiento de los módulos fotovoltaicos. Los datos meteorológicos pueden usarse para la comprobación de la estabilidad y para la comprobación de la plausibilidad de los valores de medición.

En la variante según la Figura 1, todas las áreas parciales 2, 4, 6 y por lo tanto todas las cadenas están conectadas con un dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP1. Por lo tanto, el primer dispositivo de determinación de datos de referencia Ref1 y el primer dispositivo de determinación de datos individuales Ind1 pueden encontrarse en diferentes áreas parciales 2, 4, puesto que en sus cadenas está aplicada forzosamente la misma tensión por la conexión en paralelo de las cadenas en el dispositivo seguidor del punto de máxima potencia.

Un tercer dispositivo de determinación de datos de referencia opcional UCadena detecta la tensión en el dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP1. El tercer dispositivo de determinación de datos de referencia puede sustituir o completar en una solución mínima la detección de la tensión URef1 del primer dispositivo de determinación de datos de referencia Ref1. Además, mediante una comparación de las tensiones URef1 y UCadena pueden sacarse conclusiones acerca de la capacidad de funcionamiento de componentes individuales de la instalación. Puesto que el tercer dispositivo de determinación de datos de referencia UCadena solo detecta la tensión, puede ser desplazado de forma relativamente sencilla de una cadena a la siguiente o de un inversor al siguiente.

La Figura 2 muestra una segunda variante de una instalación fotovoltaica 1'. Como ya se ha mencionado anteriormente, la primera área parcial 2 está conectada con el primer dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP1, la segunda área parcial 4 con el segundo dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP2 y la tercera área parcial 6 con el tercer dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP3. Por lo tanto, las cadenas de áreas parciales 2, 4, 6 diferentes no están conectadas eléctricamente en paralelo. No obstante, las cadenas en las diferentes áreas parciales siguen estando conectadas eléctricamente en paralelo. Esto significa que en todas las cadenas de un área parcial hay sustancialmente la misma tensión, con excepción de las pérdidas en los cables. No obstante, son diferentes las tensiones de cadena de las áreas parciales, puesto que están conectadas respectivamente con otro dispositivo seguidor del punto de máxima potencia.

El funcionamiento del primer dispositivo de determinación de datos de referencia Ref1, del segundo dispositivo de determinación de datos de referencia Ref2, del primer dispositivo de determinación de datos individuales Ind1 y del segundo dispositivo de determinación de datos individuales Ind2 corresponde al que se ha descrito haciéndose referencia a la Figura 1 respecto a la primera variante 1. Puesto que son diferentes las tensiones de cadena de las diferentes áreas parciales 2, 4, 6 de la segunda variante, el dispositivo de determinación de datos de referencia y el/los dispositivo(s) de determinación de datos individuales correspondiente(s) deben encontrarse en la misma área parcial 2, 6. Dicho de otro modo, el primer dispositivo de determinación de datos de referencia Ref1 se encuentra en la primera área parcial 2 y, por consiguiente, el primer dispositivo de determinación de datos individuales Ind1 solo puede determinar o estimar valores de cadenas y módulos fotovoltaicos en la primera área parcial 2. El segundo dispositivo de determinación de datos de referencia Ref2 se encuentra en la tercera área parcial 6. Por consiguiente, el segundo dispositivo de determinación de datos individuales Ind2 solo puede determinar datos de cadenas en la tercera área parcial 6. En caso de pretenderse examinar cadenas en la segunda área parcial 4, debe conectarse en la misma un dispositivo de determinación de datos de referencia y al menos un

dispositivo de determinación de datos individuales.

En toda la instalación fotovoltaica 1' se necesita solo un dispositivo de determinación de datos de referencia con una estación meteorológica opcional y un dispositivo de determinación de la radiación solar absoluta opcional, puesto que la radiación solar absoluta y los datos meteorológicos no cambian en la zona de la instalación fotovoltaica 1' o solo cambian de forma insignificante.

Un tercer dispositivo de determinación de datos de referencia UCadena opcional detecta la tensión en el dispositivo seguidor del punto de máxima potencia MPP1. El tercer dispositivo de determinación de datos de referencia puede sustituir o completar en una solución mínima la detección de la tensión URef1 del primer dispositivo de determinación de datos de referencia Ref1. Además, mediante una comparación de las tensiones URef1 y UCadena pueden sacarse conclusiones acerca de la capacidad de funcionamiento de componentes individuales de la instalación. Puesto que el tercer dispositivo de determinación de datos de referencia UCadena solo detecta la tensión, puede realizarse fácilmente un cambio de la posición en el interior de la instalación fotovoltaica y la detección de una tensión en diferentes lugares o componentes.

Se sobreentiende que el dispositivo de evaluación debe evaluar las áreas parciales 2, 4, 6 de forma separada una de la otra.

Se hace referencia a la Figura 3, que muestra una representación esquemática de un dispositivo de determinación de datos de referencia 20. El dispositivo de determinación de datos de referencia comprende una pareja de medidores de tensión 22 y una primera unidad de interfaz 28, que forman un dispositivo de determinación de la tensión de referencia. La primera unidad de interfaz 28 está conectada mediante un bus 34 con un dispositivo de procesamiento 40. Con el bus 34 también está conectada una unidad de temporización 44. La unidad de procesamiento 40 almacena los valores de tensión medidos y la señal de tiempo emitida por la unidad de temporización 44 de forma conjunta en una unidad de memoria 42. Además, el dispositivo de determinación de datos de referencia 20 comprende un dispositivo de indicación 36, al menos un dispositivo de entrada 38, por ejemplo un teclado o un escáner de códigos de barras y una interfaz de datos 46. Mediante la interfaz de datos 46, los datos almacenados en el dispositivo de memoria 42 pueden emitirse de forma inalámbrica o alámbrica.

Además, el dispositivo de determinación de datos de referencia 20 comprende una pinza amperimétrica 24, con la que puede determinarse de forma inductiva la corriente que fluye en una cadena de referencia. La pinza amperimétrica 24 también está conectada con el primer dispositivo de interfaz 28, que transmite mediante el bus 34 los valores de corriente medidos a la unidad de procesamiento 40. La unidad de procesamiento 40 almacena los valores de corriente detectados junto con una señal de tiempo o un sello de tiempo de la unidad de temporización 44 en la unidad de memoria 42.

Además, el dispositivo de determinación de datos de referencia 20 comprende un dispositivo de determinación de la radiación solar absoluta AS, que determina la radiación solar absoluta. El dispositivo de determinación de la radiación solar absoluta AS puede presentar por ejemplo un piranómetro. El dispositivo de determinación de la radiación solar absoluta AS también está conectado mediante una primera unidad de interfaz 28 y el bus 34 con la unidad de procesamiento 40. La unidad de procesamiento 40 almacena los valores determinados por el dispositivo de determinación de la radiación solar absoluta en intervalos de tiempo predeterminados junto con una señal de tiempo o un sello de tiempo de la unidad de temporización 44 en la memoria 42.

Además, el dispositivo de determinación de datos de referencia 40 comprende una sonda de temperatura T, que está conectada mediante la primera unidad de interfaz 28 y el bus 34 con la unidad de procesamiento 40. La unidad de procesamiento 40 almacena los valores de temperatura detectados junto con una señal de tiempo o un sello de tiempo de la unidad de temporización 44 en la unidad de memoria 42.

Además, el dispositivo de determinación de datos de referencia 20 comprende una estación meteorológica W, que puede detectar datos meteorológicos, por ejemplo, la dirección del viento, la velocidad del viento, la temperatura del aire, la humedad del aire, la presión del aire, etc. La estación meteorológica 40 está conectada mediante una segunda unidad de interfaz 30 y el bus 34 con la unidad de procesamiento 40. La unidad de procesamiento 40 almacena los datos meteorológicos detectados junto con una señal de tiempo o un sello de tiempo de la unidad de temporización 44 en el dispositivo de memoria 42.

15 El dispositivo de determinación de datos de referencia 20 comprende además un dispositivo de estimación de radiación solar 26, que puede estimar la radiación solar que incide en un módulo fotovoltaico. El dispositivo de estimación de radiación solar 26 puede implementarse mediante una célula de referencia monocristalina. El dispositivo de estimación de radiación solar 26 está
20 conectado mediante una segunda unidad de interfaz 32 y el bus 34 con la unidad de procesamiento 40. La unidad de procesamiento almacena los valores de radiación solar determinados por el dispositivo de estimación de radiación solar junto con una señal de tiempo o un sello de tiempo de la unidad de temporización 44 en el dispositivo de memoria 42.

25 Se sobreentiende que el dispositivo de determinación de datos de referencia 20 también puede almacenar un identificador de cadena junto con los valores anteriormente indicados.

Mediante el dispositivo de entrada 38 pueden introducirse datos, que comprenden por ejemplo datos acerca de la cadena medida, por ejemplo su identificador. La unidad de indicación 36
30 puede solicitar al usuario realizar determinadas acciones, por ejemplo aplicar la pinza amperimétrica. Después de terminar la comprobación de una parte definida de la instalación fotovoltaica o de toda la instalación fotovoltaica, los datos son emitidos por la unidad de memoria 42 a través de la unidad de interfaz 46 por ejemplo al dispositivo de evaluación.

35 La Figura 4 muestra un dispositivo de determinación de datos individuales 60. El dispositivo de determinación de datos individuales comprende una pluralidad de pinzas amperimétricas 62, 64, 66, 68, 70 que pueden detectar respectivamente una corriente en otra cadena. Las pinzas amperimétricas pueden fijarse por ejemplo en diferentes cadenas de una mesa para detectar la corriente que fluye respectivamente en las mismas. Las pinzas amperimétricas están
40 conectadas con una primera unidad de interfaz 74, que está conectada mediante un bus 78 con una unidad de procesamiento 84. La unidad de procesamiento 84 almacena las corrientes detectadas junto con una señal de tiempo o un sello de tiempo de la unidad de temporización 88 en la unidad de memoria 86.

45 El dispositivo de determinación de datos individuales 60 comprende un dispositivo de estimación de radiación solar 72, que puede estimar la radiación solar que incide en un módulo fotovoltaico. El dispositivo de estimación de radiación solar 72 puede tener una estructura como la que se ha descrito anteriormente haciéndose referencia a la Figura 3 respecto al dispositivo de determinación de datos de referencia 20. El dispositivo de estimación de radiación solar 72
50 está conectado mediante un segundo dispositivo de interfaz 76 y el bus 78 con la unidad de procesamiento 84. El dispositivo de procesamiento 84 almacena la radiación solar detectada y una señal de tiempo o un sello de tiempo 88 en el dispositivo de memoria 86.

La unidad de indicación 80 puede solicitar a un usuario a realizar acciones, por ejemplo disponer las pinzas amperimétricas 62, 64, 66, 68, 70 en diferentes cadenas y disponer el dispositivo de estimación de radiación solar 72 en un módulo fotovoltaico. Mediante un dispositivo de entrada 82, por ejemplo un teclado y/o un escáner de códigos de barra, el usuario puede indicar qué cadenas y qué mesa se está comprobando en un momento determinado. Esto puede realizarse mediante un identificador que se almacena junto con los valores anteriormente indicados.

Mediante un dispositivo de interfaz 90, el dispositivo de determinación de datos individuales 60 puede transmitir los datos almacenados en la unidad de memoria de datos 86 de forma inalámbrica o alámbrica al dispositivo de evaluación.

Tanto el dispositivo de determinación de datos de referencia 20 como el dispositivo de determinación de datos individuales 60 pueden estar formados por un ordenador, un ordenador pequeño, un equipo de diagnóstico y similares. El experto sabe que para detectar los valores de medición son necesarios otros componentes, por ejemplo un convertor analógico/digital, un amplificador y similares. Además, el dispositivo de determinación de datos de referencia 20 y el dispositivo de determinación de datos individuales 60 no tienen que estar formados forzosamente por unidades discretas y pueden realizarse en forma de componentes integrados.

La Figura 5 muestra una representación esquemática de un dispositivo de evaluación 100. El dispositivo de evaluación 100 comprende una unidad de interfaz 102, un bus 104, una unidad de salida 106, una unidad de entrada 110, una unidad de procesamiento 108 y una unidad de memoria 112. Los datos de referencia y los datos individuales se introducen mediante la interfaz 102 y se almacenan en la unidad de memoria 112. La unidad de procesamiento 108 comprueba si los datos de referencia están dentro de una banda de tolerancia de referencia y/o si los datos individuales están dentro de una banda de tolerancia individual. Si esto es el caso, las corrientes detectadas en las diferentes cadenas se comparan para determinar de este modo las cadenas cuyo rendimiento es demasiado bajo. En la comparación de las corrientes, el dispositivo de evaluación 100 tiene en cuenta la temperatura del módulo fotovoltaico y la radiación solar determinada por el dispositivo de estimación de radiación solar individual 72 correspondiente. Además, todos los datos detectados pueden convertirse mediante la radiación solar absoluta detectada a las condiciones estándar de medida, por lo que pueden normalizarse los resultados de medición.

La presente invención tiene la ventaja de que no debe interrumpirse el funcionamiento de la instalación fotovoltaica mientras se está determinando el rendimiento de la misma. Además, pueden comprobarse al mismo tiempo una pluralidad de cadenas de medición mediante una pluralidad de pinzas amperimétricas y/o dispositivos de determinación de datos individuales, por lo que se consigue por un lado una resolución local precisa, puesto que se comprueban individualmente una pluralidad de componentes, pudiendo realizarse por otro lado el procedimiento según la invención de forma ágil. De este modo se evita que en caso de la determinación de un rendimiento reducido deban cambiarse un gran número de módulos fotovoltaicos, aunque solo debería cambiarse un número pequeño. La invención permite una extrapolación de los datos de potencia de la cadena determinados adaptándolos a las condiciones estándar de medida, a las que hacen referencia habitualmente los datos de potencia de los módulos fotovoltaicos indicados por el fabricante.

50

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar el rendimiento de componentes de una instalación fotovoltaica (1) y/o de la instalación fotovoltaica (1) que presenta una pluralidad de cadenas, en las que respectivamente una pluralidad de módulos fotovoltaicos (AM, BM, CM) están conectados en serie, estando conectada la pluralidad de cadenas con al menos un inversor (WR) y presentando el procedimiento las siguientes etapas:

- 10 - la generación de datos de referencia;
- la generación de datos individuales; y
- la evaluación de los datos de referencia y de los datos individuales;

realizándose la etapa de la generación de datos individuales en el mismo intervalo de tiempo que la etapa de la generación de datos de referencia y presentando la etapa de la generación de datos de referencia las siguientes etapas:

- 20 - la determinación de una tensión vía una primera cadena de referencia (AM31-AM37; BM21-BM27); y/o
- la determinación de una corriente que fluye en la primera cadena de referencia;

presentando la etapa de la generación de datos individuales las siguientes etapas:

- 25 - la determinación de una corriente que fluye en una cadena de medición (AM21-AM27; CM21-CM27) de una pluralidad de cadenas de medición; y
- la determinación de un valor estimado de la radiación solar que incide en al menos un módulo fotovoltaico de la cadena de medición (AM21-AM27; CM21-CM27) durante la determinación de la corriente en la cadena de medición correspondiente;

comprendiendo la etapa de la determinación de los datos de referencia y/o la etapa de la determinación de los datos individuales la etapa de la temperatura de la temperatura de al menos un módulo fotovoltaico;

realizándose la etapa de la generación de datos individuales sucesivamente para otras cadenas de medición de la pluralidad de cadenas de medición (AM21-AM27; CM21-CM27), controlándose la instalación fotovoltaica de tal modo que los componentes de la instalación fotovoltaica (1) generan una corriente tal y una tensión tal que los componentes de la instalación fotovoltaica y/o la instalación fotovoltaica (1) se encuentren sustancialmente en el punto de máxima potencia; y

comprendiendo la etapa de la evaluación de los datos de referencia y de los datos individuales las siguientes etapas:

- 40 - la comprobación de si los datos de referencia están durante un intervalo de tiempo predeterminado dentro de una banda de tolerancia de referencia y/o de si los datos individuales están durante un intervalo de tiempo predeterminado dentro de una banda de tolerancia individual; y
- 45 - en caso de que los datos de referencia estén durante el intervalo de tiempo predeterminado dentro de la banda de tolerancia de referencia y/o los datos individuales estén durante el intervalo de tiempo predeterminado dentro de la banda de tolerancia individual, la determinación del rendimiento de cadenas de medición cuyas corrientes se han determinado durante el intervalo de tiempo predeterminado.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, comprendiendo la etapa de la

determinación de la corriente la etapa de la determinación simultánea de corrientes que fluyen en varias cadenas de medición de la pluralidad de cadenas de medición, realizándose la etapa de la determinación simultánea de corrientes sucesivamente para varias otras cadenas de medición de la pluralidad de cadenas de medición.

5

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, presentando la etapa de la generación de datos de referencia al menos una de las siguientes etapas:

- 10
- la determinación de una corriente que fluye en una segunda cadena de referencia;
 - la determinación de un valor estimado de la radiación solar que incide en al menos un módulo fotovoltaico en la primera cadena de referencia;
 - la determinación de una tensión vía una segunda cadena de referencia;
 - la determinación de la temperatura de al menos un módulo fotovoltaico en la segunda cadena de referencia y/o en una segunda cadena de medición; y
 - 15 - la determinación de un valor estimado de la radiación solar que incide en al menos un módulo fotovoltaico en la segunda cadena de referencia.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, presentando la etapa de la generación de datos de referencia al menos una de las siguientes etapas:

20

- la determinación de datos meteorológicos; y
- la determinación de la radiación solar absoluta.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, determinando la etapa de la determinación de una tensión vía una primera y/o segunda cadena de referencia el valor de tensión en el dispositivo seguidor del punto de máxima potencia correspondiente o en una línea eléctricamente conectada con este.

25

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, presentando la etapa de la determinación de datos individuales al menos una de las siguientes etapas:

30

- la entrada de datos que permiten una asignación de la cadena de medición a la corriente determinada que fluye en la cadena de medición; y
- la determinación de la posición de la cadena de medición cuya corriente se detecta.

35

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo la etapa de la evaluación de los datos individuales y/o de los datos de referencia la etapa de la normalización de los datos de referencia detectados y/o de los datos individuales detectados, realizándose la determinación del rendimiento de la instalación fotovoltaica y/o de los componentes de la instalación fotovoltaica partiendo de la base de los datos de referencia normalizados y/o de los datos individuales normalizados.

40

8. Procedimiento según la reivindicación 7, comprendiendo la etapa de la evaluación de los datos de referencia y/o de los datos individuales la etapa de la conversión de los datos de referencia detectados y/o de los datos individuales detectados a las condiciones estándar de medida, realizándose la determinación del rendimiento de la instalación fotovoltaica y/o de los componentes de la instalación fotovoltaica partiendo de la base de los datos de referencia convertidos a las condiciones estándar de medida y/o partiendo de la base de los datos individuales convertidos a las condiciones estándar de medida.

45

50

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo

además la etapa de la alimentación de la corriente generada mediante los módulos fotovoltaicos (AM, BM, CM) al inversor de cadena (WR) durante la determinación de los datos individuales.

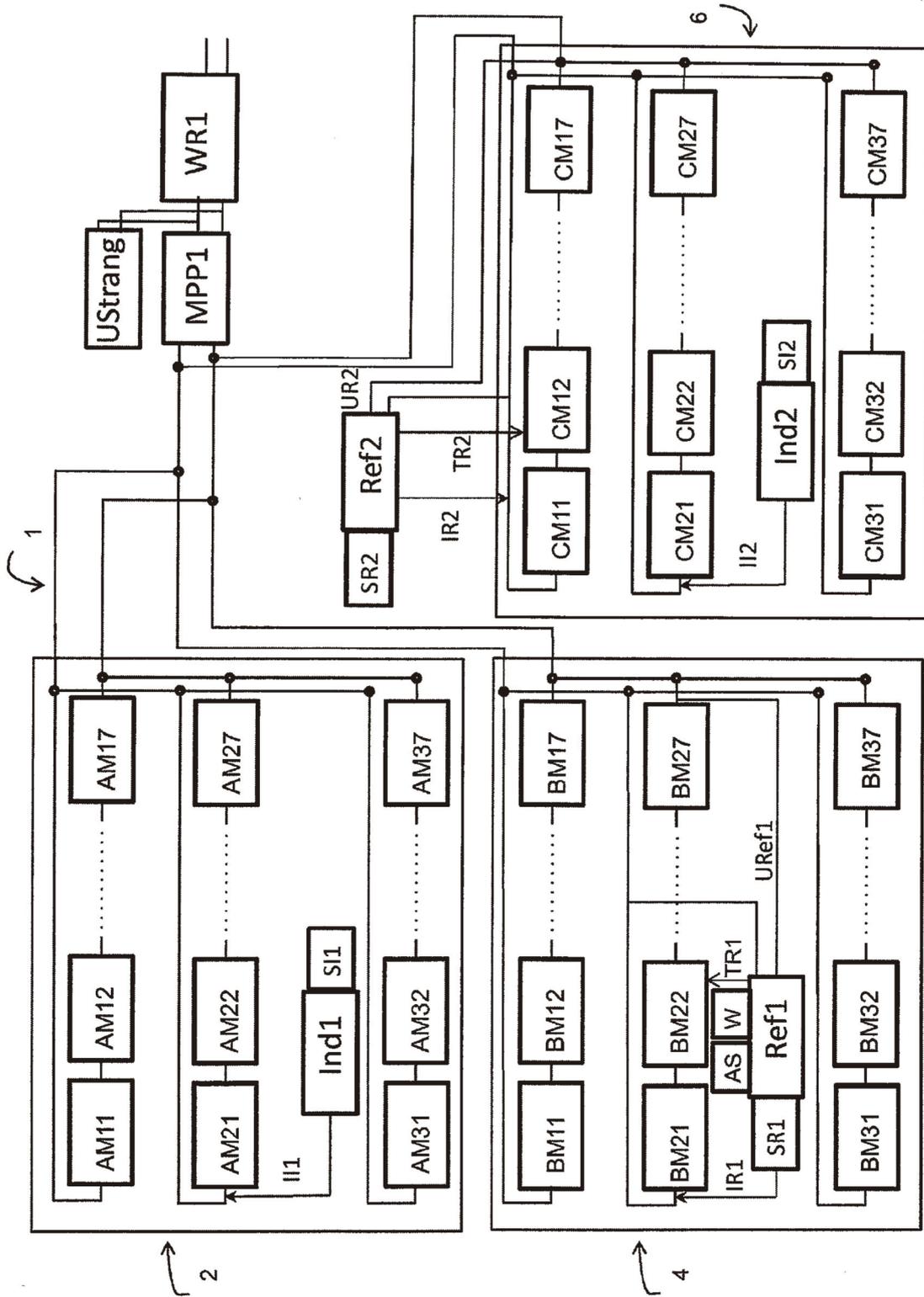


Fig. 1

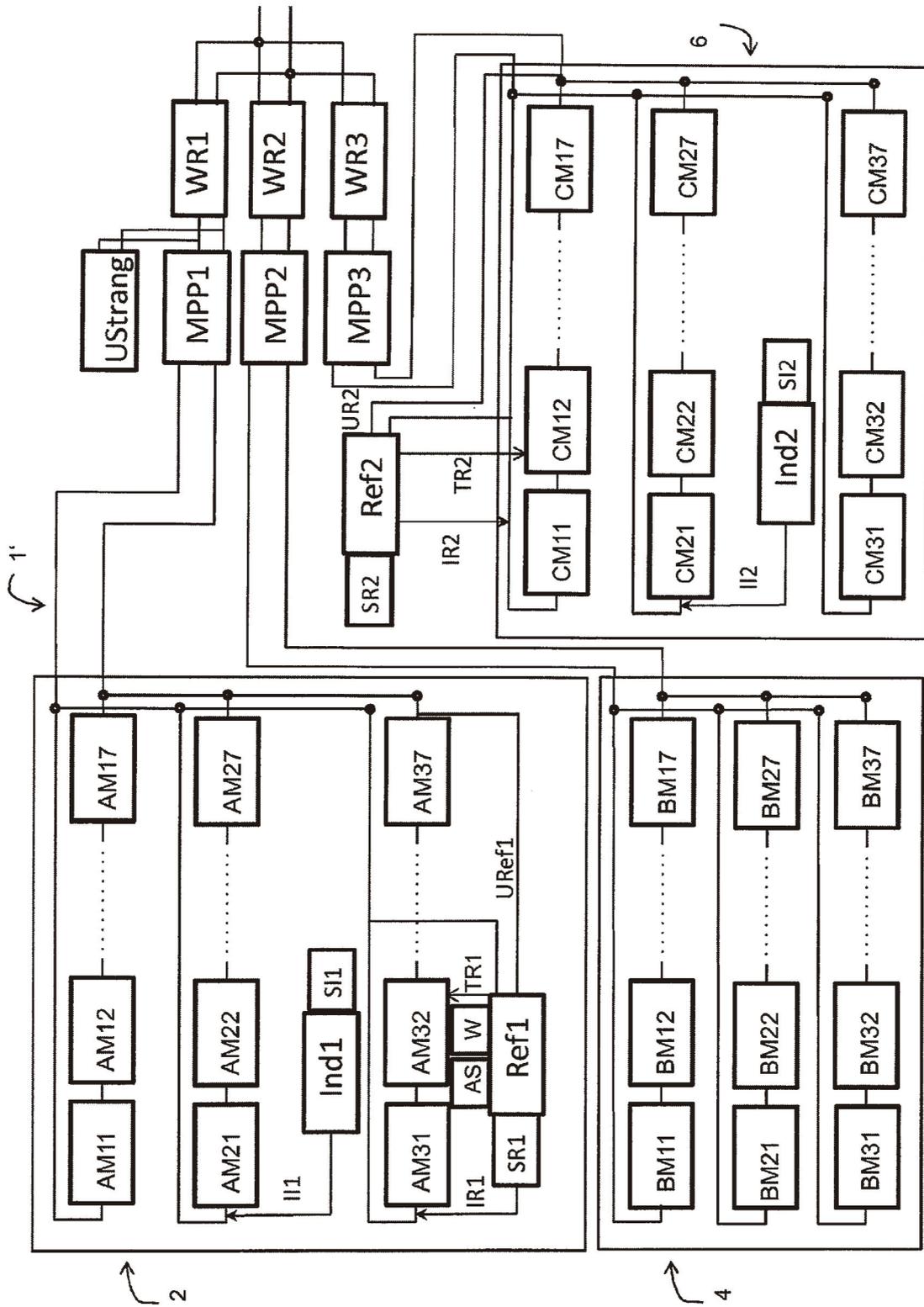


Fig. 2

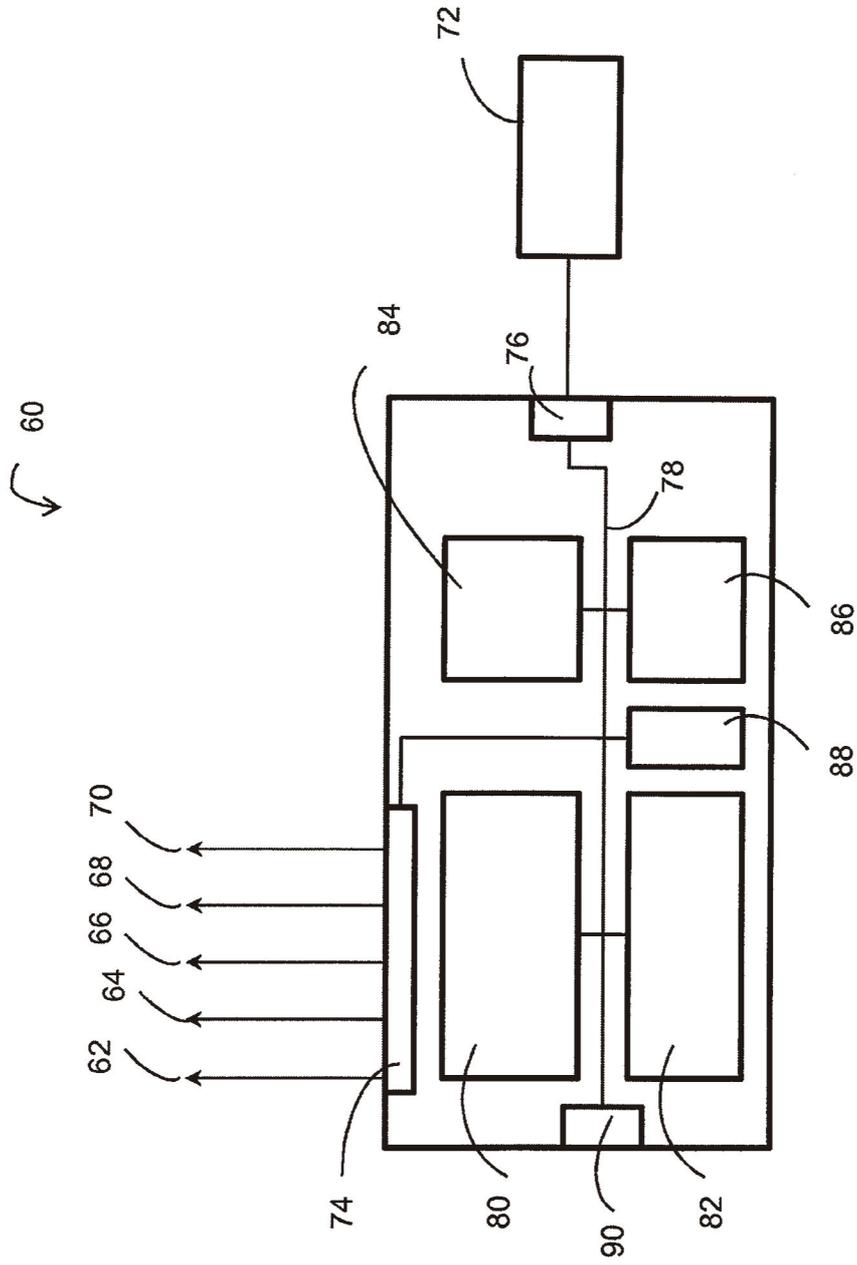


Fig. 4

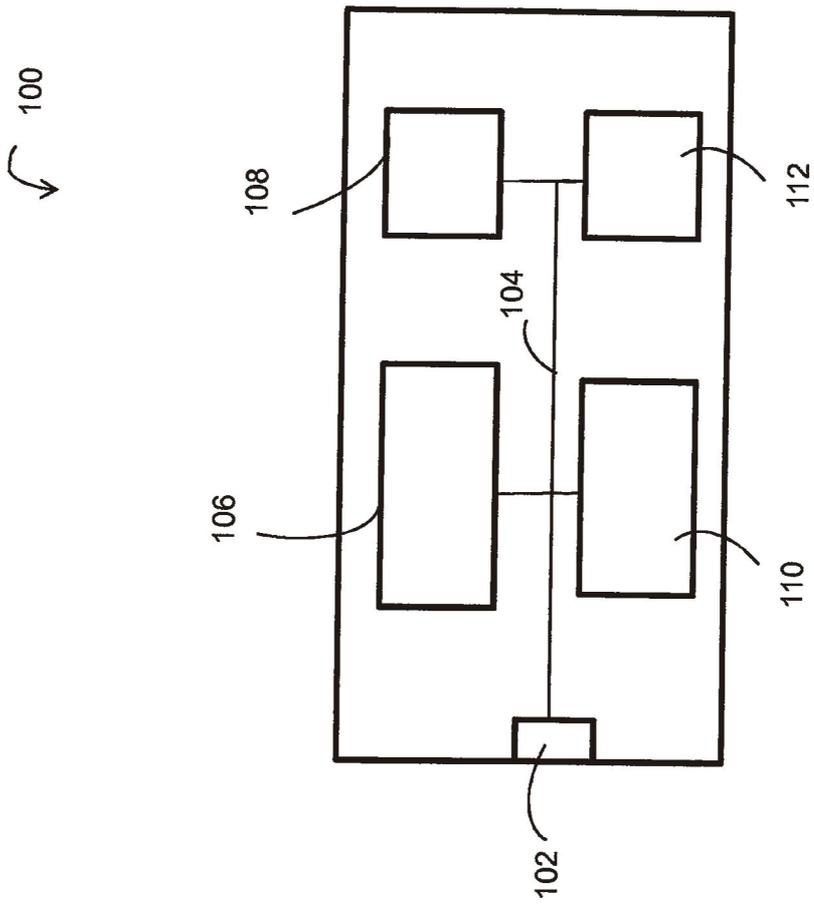


Fig. 5