

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 345**

51 Int. Cl.:

**H02J 1/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2010 E 10737486 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2013 EP 2449643**

54 Título: **Método para la monitorización de módulos fotovoltaicos individuales en un sistema que comprende una pluralidad de módulos fotovoltaicos, así como un dispositivo para ejecutar el método anteriormente mencionado**

30 Prioridad:

**03.07.2009 DE 102009031839**

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

**04.02.2014**

73 Titular/es:

**KRUSE, INGMAR (100.0%)  
Tuchergartenstrasse 8  
90409 Nürnberg, DE**

72 Inventor/es:

**ROUSTAM, ASIMOV y  
KRUSE, INGMAR**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 441 345 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

Método para la monitorización de módulos fotovoltaicos individuales en un sistema que comprende una pluralidad de módulos fotovoltaicos, así como un dispositivo para ejecutar el método anteriormente mencionado.

Objeto de la presente invención

- 5 La presente invención hace referencia, por una parte, a un método para la monitorización de módulos fotovoltaicos individuales en un sistema que comprende una pluralidad de módulos fotovoltaicos, a un módulo fotovoltaico, así como a un sistema para generar corriente eléctrica.

Estado del arte

- 10 Un método conforme a la clase se conoce previamente a partir de la patente DE 101 36 147 B4. El método comprende un convertidor modular como componente de cada módulo solar, que presenta una pluralidad de sensores separados unos de otros, para la medición de determinadas propiedades del módulo solar, como por ejemplo, tensión continua, corriente continua, temperatura o vibraciones. Los valores medidos se suministran a un microprocesador como señales analógicas, el cual convierte las señales analógicas en señales digitales, y suministra en forma de un valor real a un regulador de potencia que se encuentra conectado con una barra colectora. Dicho método conocido presenta la desventaja que consiste en que la instalación necesaria requiere de un trabajo considerable y resulta costosa.

La patente WO 2008/125915 revela un sistema y un método para la monitorización de paneles solares individuales en una estructura. La transmisión de datos se realiza en una unidad de evaluación central, en forma de bloques de datos que se transmiten independientemente unos de otros.

- 20 El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un método conforme a la clase o bien, un sistema correspondiente, que permita una monitorización de los módulos fotovoltaicos con medios simples en relación con la técnica de circuitos, y con costes reducidos.

- 25 El objeto mencionado anteriormente se resuelve en relación con el método reivindicado, mediante un método de acuerdo con la reivindicación 1, en relación con el módulo fotovoltaico reivindicado, mediante un módulo fotovoltaico de acuerdo con la reivindicación 23, así como en relación con el sistema reivindicado, mediante un sistema de acuerdo con la reivindicación 27.

Las reivindicaciones relacionadas restantes hacen referencia a acondicionamientos ventajosos de la presente invención.

- 30 La transmisión independiente de los bloques de datos significa que la transmisión de los conjuntos de datos desde un módulo fotovoltaico a través de las líneas eléctricas, no considera si simultáneamente también otro módulo o una pluralidad de módulos fotovoltaicos adicionales transmiten sus bloques de datos. De manera intencionada, no se realiza direccionamiento alguno de los módulos fotovoltaicos individuales, desde la unidad de evaluación. El microcontrolador no experimenta direccionamiento alguno por parte de la unidad de evaluación, el microcontrolador es más bien autónomo. Por consiguiente, mediante costes de inversión comparativamente reducidos, la presente invención permite realizar una comprobación eficiente de la capacidad de rendimiento de los módulos fotovoltaicos individuales en sistemas que comprenden una pluralidad de módulos fotovoltaicos. Dado que el sistema no requiere de hilos o cableados, o fuentes de energía propias asociadas al módulo fotovoltaico, existe la posibilidad de reequipar en correspondencia también instalaciones existentes, mediante costes de inversión reducidos. De esta manera, se puede incrementar de manera considerable la eficacia de instalaciones fotovoltaicas con medidas de reequipamiento simples.

No se cuenta con las desventajas esperadas en una primera instancia, de un método de transmisión de datos unidireccional, como la colisión de bloques de datos durante la transmisión, partiendo de la ausencia de direccionamiento de los módulos fotovoltaicos individuales por parte de una unidad de evaluación central, dado que predominan mayormente las ventajas a obtener.

- 45 A continuación, se explica en detalle un acondicionamiento conveniente de la presente invención mediante los dibujos. Muestran:

Fig. 1 una representación completa esquemática de una instalación fotovoltaica de acuerdo con un acondicionamiento de la presente invención,

- 50 Fig. 2 un esquema básico de conexiones, representado esquemáticamente y simplificado de manera considerable, de un módulo fotovoltaico de acuerdo con un acondicionamiento de la presente invención,

Fig. 3 una representación esquemática, simplificada de manera considerable, de bloques de datos para la transmisión a la unidad de evaluación,

Fig. 4 una representación, simplificada de manera considerable, de un esquema de conexiones para garantizar una monitorización contra robo.

5 La figura 1 muestra una instalación fotovoltaica 20 para generar energía eléctrica a partir de energía solar. La instalación fotovoltaica comprende una pluralidad de módulos fotovoltaicos 1, 2 que se encuentran conectados entre sí a través de líneas eléctricas convencionales 3 ó 4, de manera que conforman una hilera (conexión en serie). El sistema que se observa en la representación de acuerdo con la figura 1, comprende en conjunto dos hileras de módulos fotovoltaicos, en donde los módulos fotovoltaicos 1, 2 se encuentran conectados entre sí a través de las líneas eléctricas 3, y los módulos fotovoltaicos restantes representados en la figura 1, se encuentran conectados entre sí a través de las líneas eléctricas 4. En la figura 1 se observa que también resultan concebibles otras conexiones en serie de módulos fotovoltaicos.

Las líneas eléctricas 3 y 4 se utilizan para alimentar la corriente generada mediante la pluralidad de fotocélulas 9 del respectivo módulo fotovoltaico, por ejemplo, 1 ó 2, a un consumidor (no representado), acumulador o similares.

15 A cada módulo fotovoltaico, por ejemplo, 1 ó 2, se asocia un dispositivo de comprobación 12 ó 13. Dicho dispositivo de comprobación 12, 13 se encuentra convenientemente en la denominada caja de conexiones (caja de derivación) 14, 15, que conecta el módulo fotovoltaico con la línea eléctrica 3 o bien, 4.

Con el respectivo módulo fotovoltaico, por ejemplo, 1 ó 2 de la instalación fotovoltaica 20, se encuentra conectada una unidad de evaluación central 10 a través de las líneas eléctricas en cuestión, por ejemplo, 3 ó 4. La unidad de evaluación 10 se proporciona para recibir información en relación con el estado (por ejemplo, tensión, temperatura y/o intensidad de la corriente, etc.) desde los módulos fotovoltaicos individuales, por ejemplo, 1 ó 2, para evaluar la información mencionada y, en el caso necesario, iniciar las medidas indicadas (reemplazo de fotocélulas o módulos fotovoltaicos, recorte de plantaciones de árboles que ensombrecen, limpieza de superficies, reparación de daños en las líneas causados por tormenta, etc.).

25 La unidad de evaluación presenta diferentes interfaces 16, 17, 18, 19 para la conexión de la unidad de evaluación 10 con los dispositivos requeridos de salida de datos o bien, de transmisión de datos, como por ejemplo, un puerto COM 21, una interfaz óptica 22, una conexión a Internet 23 y/o una conexión GSM 24.

Para el funcionamiento de la unidad de evaluación 10, se proporciona una fuente de energía 25. Mediante un dispositivo de conmutación 26 se puede conmutar la unidad de evaluación 10 a la respectiva serie de módulos fotovoltaicos individuales, por ejemplo, 1 ó 2.

La unidad de evaluación 10 presenta entradas (entrada de tensión 27), (entrada de datos 28), así como (entrada de señales de corriente 29). Las entradas anteriormente mencionadas 27 a 29 se encuentran conectadas con las líneas eléctricas 3.

35 La energía necesaria para el funcionamiento del dispositivo de comprobación 12, 13 se proporciona, conforme a la presente invención, directamente como energía eléctrica desde los módulos fotovoltaicos 1, 2. Por consiguiente, no se requiere de ninguna fuente de energía adicional o de ningún cableado de alimentación adicional en la zona de los módulos fotovoltaicos. Más bien, se pueden utilizar los hilos o bien, el cableado estándar existente.

No obstante, en tanto no haya luz solar, tampoco se dispone de potencia para el dispositivo de comprobación 12, 13. Sin embargo, dicha falta de potencia es aceptable, dado que resulta suficiente el establecimiento de los parámetros de estado del respectivo módulo fotovoltaico en un periodo de tiempo, en el que se dispone de luz solar.

45 La figura 2 muestra el esquema básico de conexiones simplificado para el establecimiento de, al menos, un parámetro de estado del respectivo módulo fotovoltaico, por ejemplo, del módulo fotovoltaico 1 representado en la figura 2. Debido a la simplicidad, en la figura 2 se representa sólo una fotocélula 9, en donde en realidad una pluralidad de fotocélulas 9 se asocia a un circuito representado en la figura 2. Como se observa en la figura 2, cuando se irradian fotones 30 en el interior de las fotocélulas 9, se genera una corriente I que se alimenta a la línea eléctrica 3.

Además, el dispositivo de comprobación 12 ó 13 comprende un microcontrolador 5 que puede ejecutar las operaciones necesarias con un generador propio (no representado), así como con un soporte lógico de control propio. El microcontrolador 5 comprende medios para el establecimiento de parámetros de estado, como por ejemplo, un dispositivo para la detección de la tensión eléctrica. El dispositivo de comprobación 12 ó 13 contiene medios para generar pulsos de corriente que se pueden leer como datos al finalizar las líneas eléctricas 3. Para el proceso mencionado, el dispositivo de comprobación 12 presenta un circuito en derivación que presenta una

resistencia 33 así como un transistor 32, que es accionado por el microcontrolador 5. Mediante dicho circuito se genera en la línea eléctrica 3, un pulso de caída de la corriente.

En el microcontrolador 5, una estructura de código binario se convierte en una cadena particular de pulsos correspondientes de caída de corriente, con la ayuda de un modelo apropiado.

5 La utilización de la derivación permite generar una señal de datos mediante la modulación de la corriente. Mediante el microcontrolador 5 se generan, en relación con la derivación, pulsos de corriente como elementos de datos, y se alimentan a las líneas eléctricas 3 para la transmisión de los datos.

Adicionalmente con los datos de estado a transmitir, se codifica de esta manera también el número de serie individual del módulo fotovoltaico 1 ó 2, así como los datos de plausibilidad, y se alimenta a las líneas eléctricas.

10 El microcontrolador 5 genera pulsos de corriente que se alimentan a las líneas eléctricas 3, a partir de una cadena de bits binaria, en correspondencia con la opción de circuito representada en la figura 2. Como se observa en la figura 3, el bloque de datos, por ejemplo, el bloque de datos 7, comprende elementos de datos 11 que identifican el respectivo módulo fotovoltaico, por ejemplo, 1, y comprende elementos de datos 31 en relación con los respectivos datos de estado del respectivo módulo fotovoltaico, como por ejemplo, la tensión, etc., así como elementos de datos 6 que contienen los datos de plausibilidad. La generación así como la transmisión de dichos datos se realiza en forma de pulsos en ventanas de tiempo (secuencias). La cadena de pulsos o de bits dentro de una ventana de tiempo de esta clase o bien, de un elemento de datos 11 ó 31, se genera de un modo pseudoaleatorio, para establecer una inducción electromagnética reducida (EMI) y, de esta manera, para limitar el ruido. El proceso mencionado se puede realizar, por ejemplo, mediante el hecho de que un bit "regular" se reemplaza por una cadena de bits a generar por el microcontrolador, es decir, una pluralidad de bits, en donde dicha cadena puede ser leída, por otra parte, por la unidad de evaluación. El orden de los bits de dicha cadena de bits, se puede generar, por ejemplo, de un modo pseudoaleatorio. El orden de un número pseudoaleatorio, es el orden de los números que se pueden calcular mediante algún proceso aritmético definido, y se puede utilizar para la lectura.

25 Se trata de una transmisión de datos unidireccional. Los módulos fotovoltaicos de una instalación fotovoltaica 20 transmiten sus bloques de datos, por ejemplo, 7, independientemente unos de otros, de manera que la probabilidad de una colisión de bloques de datos dentro de las líneas eléctricas 3 ó 4, que conectan entre sí los módulos fotovoltaicos individuales, por ejemplo, 1 ó 2, resulta mayor a 0. La transmisión independiente mencionada anteriormente de los bloques de datos 7, 8 significa que la transmisión de los conjuntos de datos desde un módulo fotovoltaico a través de las líneas eléctricas 3 ó 4, no considera si simultáneamente también otro módulo o una pluralidad de módulos fotovoltaicos adicionales transmiten sus bloques de datos. No se realiza direccionamiento alguno de los módulos fotovoltaicos individuales, desde la unidad de evaluación 10. El microcontrolador 5 no experimenta direccionamiento alguno por parte de la unidad de evaluación, el microcontrolador es más bien autárquico.

35 Cada microcontrolador 5 espera un tiempo de latencia  $T_w$  que se genera particularmente de manera aleatoria, hasta que se proporcione un bloque de datos 7, 8 a las líneas eléctricas 3 (comp. figura 3). El tiempo de latencia medio aleatorio  $\Delta T_w$  cumple con la siguiente condición:

$$\Delta T_w \geq N \cdot T_D / \Delta C_R$$

40 en donde N representa el número de módulos fotovoltaicos en la serie,  $T_D$  es el tiempo requerido para la transmisión de un bloque de datos, y  $\Delta C_R$  representa la tasa media de errores debidos a la colisión de bloques de datos. La tasa media de errores  $\Delta C_R$  se encuentra preferentemente en un rango de  $10^{-1}$  a  $10^{-6}$ , preferentemente de  $10^{-2}$  a  $10^{-5}$ . En el caso de un valor de, por ejemplo,  $10^{-3}$  se presenta una colisión ante 1000 bloques de datos.

45 La duración de la transmisión de un bloque de datos 11 ó 12, asciende, por ejemplo, a aproximadamente 2 milisegundos. En el caso que en una serie se parta de una tasa de transmisión media de bloques de datos de 15 segundos, con una cantidad de 8 módulos fotovoltaicos, debido a la colisión sólo se pierde un bloque de datos de mil bloques de datos.

Mediante los datos de plausibilidad, existe la posibilidad de que la unidad de evaluación 10, en el caso de una colisión de bloques de datos 7, 8 en la que se modifican los bloques de datos, elimine de manera selectiva dichos bloques de datos modificados, es decir, defectuosos.

50 Como microcontrolador 5 se utiliza un microcontrolador convencional de 8 bits, con una función de temporizador (por ejemplo, SOIC20, 8 bits/8ch ADC).

5 Los bloques de datos transmitidos a través de las líneas eléctricas, se almacenan en la unidad de evaluación 10, es decir, por una parte, los elementos de datos 11 en relación con la identificación del módulo fotovoltaico concreto, así como los elementos de datos 31 en relación con los parámetros de estado del respectivo módulo fotovoltaico, como por ejemplo, la corriente medida. La lectura de los datos mencionados se realiza en la unidad de evaluación 10, por ejemplo, mediante la utilización de una resistencia en derivación que conmuta sólo por fases.

10 La figura 4 muestra la disposición de una pluralidad de módulos fotovoltaicos en una hilera, en donde se mide la tensión generada por una hilera de módulos fotovoltaicos. La suma de todas las tensiones leídas por los dispositivos de comprobación individuales 11, 12, debe corresponder a la tensión medida efectivamente por la unidad de evaluación 10. Esta suma permite determinar la energía del dispositivo de una manera directa. Por otra parte, se puede obtener un sistema de seguridad contra robo, cuando los dispositivos de comprobación 11, 12 no se encuentran en funcionamiento debido a la actividad solar insuficiente. Gracias a la tecnología mencionada, la capacidad interior  $C_{pv}$  es mayor por algunos grados que la capacidad de los diodos de protección  $C_p$  en la caja de conexiones 14 ó 15 (caja de derivación). La capacidad de  $N$  módulos fotovoltaicos a lo largo de una hilera, asciende a  $C_s = N \times (C_{pv} + C_p)$ . Para el caso en que se desacople un módulo o una pluralidad de módulos fotovoltaicos, el valor  $C_s$  será esencialmente menor que  $C_p$ , de manera que a partir de dicho valor se obtiene una información para un robo o una situación correspondiente.

La unidad de evaluación 10 se proporciona para poner a disposición datos de diferentes maneras, como se ha descrito anteriormente en la introducción.

20 Se advierte expresamente que también se revelan como esenciales para la presente invención, combinaciones parciales de las características de la forma de ejecución descrita.

#### LISTA DE SÍMBOLOS DE REFERENCIA

- 1 Módulo fotovoltaico
- 2 Módulo fotovoltaico
- 3 Línea eléctrica
- 25 4 Línea eléctrica
- 5 Microcontrolador
- 6 Elemento de datos
- 7 Bloque de datos
- 8 Bloque de datos
- 30 9 Fotocélula
- 10 Unidad de evaluación
- 11 Elemento de datos
- 12 Dispositivo de comprobación
- 13 Dispositivo de comprobación
- 35 14 Caja de conexiones
- 15 Caja de conexiones
- 16 Interfaz
- 17 Interfaz
- 18 Interfaz

- 19 Interfaz
- 20 Instalación fotovoltaica
- 21 Puerto COM
- 22 Interfaz óptica
- 5 23 Conexión a Internet
- 24 Conexión GSM
- 25 Fuente de energía
- 26 Elemento de conmutación
- 27 Entrada de tensión
- 10 28 Entrada de datos
- 29 Entrada de señales de corriente
- 30 Fotones
- 31 Elemento de datos
- 32 Diodo
- 15 33 Resistencia

**REIVINDICACIONES**

1. Método para la monitorización de módulos fotovoltaicos (1, 2) que se utilizan en un sistema conformado por una pluralidad de módulos fotovoltaicos conectados particularmente en serie, a través de una línea eléctrica (3),

en donde al respectivo módulo fotovoltaico (1, 2) se asocia un microcontrolador propio (5),

5 se realiza una determinación particularmente continua de, al menos, un parámetro de estado del respectivo módulo fotovoltaico (1, 2) mediante el microcontrolador (5),

los datos en relación con el parámetro de estado se transmiten a una unidad de evaluación (10),

los datos proporcionados para la transmisión a la unidad de evaluación (10) están diseñados en forma de bloques de datos (7, 8),

10 para la transmisión de los bloques de datos (7, 8) se utilizan las líneas eléctricas (3) existentes para la conexión de los módulos fotovoltaicos (1) individuales,

los bloques de datos (7, 8) se transmiten independientemente unos de otros, de manera que la probabilidad de colisión de los bloques de datos (7, 8) entre sí, es mayor a 0,

15 cada microcontrolador (5) espera un tiempo de latencia  $T_w$  que se genera aleatoriamente, hasta que se proporciona un bloque de datos (7, 8) a la línea eléctrica (3), **caracterizado porque** el tiempo de latencia medio aleatorio  $\Delta T_w$  cumple con la siguiente condición

$$\Delta T_w \geq N \cdot T_D / \Delta C_R$$

en donde N representa el número de módulos fotovoltaicos en la serie,  $T_D$  es el tiempo requerido para la transmisión de un bloque de datos, y  $\Delta C_R$  representa la tasa media de errores debidos a la colisión de bloques de datos.

20 **2.** Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el microcontrolador (5) de un módulo fotovoltaico (por ejemplo, 1) genera bloques de datos (7 o bien, 8) independientemente del microcontrolador del módulo fotovoltaico restante (por ejemplo, 2), y proporciona dichos bloques de datos a las líneas eléctricas (3).

**3.** Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la tasa media de errores  $\Delta C_R$  se encuentra dentro de un rango de  $10^{-1}$  a  $10^{-6}$ , preferentemente de  $10^{-2}$  a  $10^{-5}$ .

25 **4.** Método de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** para la conformación de datos para los bloques de datos (7, 8) se modifica, particularmente se modula la corriente que se encuentra en la línea eléctrica (por ejemplo, 3).

**5.** Método de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** a partir de una cadena de bits en el microcontrolador (5), se genera una cadena de pulsos de modulación en la línea eléctrica (por ejemplo, 3).

30 **6.** Método de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la energía para la transmisión de bloques de datos (7, 8) se recibe del propio módulo fotovoltaico (1, 2).

**7.** Método de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** el bloque de datos (7, 8) está conformado por elementos de datos individuales (11, 31, 6).

35 **8.** Método de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** el bloque de datos (7, 8) presenta elementos de datos (11) para la identificación de los respectivos módulos fotovoltaicos (1, 2).

**9.** Método de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, **caracterizado porque** el bloque de datos (7, 8) presenta elementos de datos (31) en relación con los parámetros de estado de los respectivos módulos fotovoltaicos (1, 2).

**10.** Método de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** la tensión eléctrica se establece como un parámetro de estado.

40 **11.** Método de acuerdo con las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado porque** el bloque de datos (7, 8) presenta elementos de datos (6) para un control de plausibilidad.

12. Método de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la cadena de caracteres o la cadena de bits dentro del bloque de datos (7, 8) se genera en base al principio pseudoaleatorio.
13. Método de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la transmisión de los respectivos bloques de datos (7, 8) se realiza en intervalos de tiempo establecidos, particularmente constantes.
- 5 14. Método de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la comprobación de la existencia de bloques de datos (7, 8), en los que se ha presentado un evento perjudicial, particularmente una colisión, se realiza mediante un control de plausibilidad mediante el elemento de datos (6) por parte de una unidad de evaluación (10).
- 10 15. Método de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el número serial de cada módulo fotovoltaico (1) se utiliza para iniciar la conformación de la cadena de caracteres dentro del bloque de datos.
16. Método de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** en una unidad de evaluación (10) en común, se realiza una medición de la corriente continua.
17. Método de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** en una unidad de evaluación (10) en común, se realiza una medición de la capacidad.
- 15 18. Método de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se realiza una medición de la tensión.
19. Método de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se realiza una medición de la capacidad.
- 20 20. Método de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** como parámetros de estado se determinan la tensión, la temperatura y/o la intensidad de la corriente.
21. Módulo fotovoltaico para ejecutar el método de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, que presenta al menos una, preferentemente una pluralidad de células fotovoltaicas (9) conectadas entre sí,
- 25 una caja de conexión (14, 15) para la conexión de las células fotovoltaicas (9) con una línea eléctrica (3, 4), un dispositivo de comprobación (12) que establece parámetros de estado del módulo fotovoltaico en cuestión (1), y que proporciona dichos parámetros a las líneas eléctricas (3, 4), en forma de bloques de datos (7) independientemente de la provisión de bloques de datos (8) desde los dispositivos de comprobación (13) de otros módulos fotovoltaicos (2),
- 30 el dispositivo de comprobación (12, 13) comprende un microcontrolador (5) que realiza la transmisión de los bloques de datos (7, 8) mediante la modulación de la corriente que se encuentra a disposición en la línea eléctrica (3, 4), y el microcontrolador (5) presenta un dispositivo para la medición de la tensión, de la temperatura y/o de la intensidad de la corriente;
- caracterizado porque** el dispositivo de comprobación (12, 13) comprende un circuito en derivación para la modulación de la corriente.
- 35 22. Sistema para generar corriente eléctrica a partir de energía solar, que comprende una pluralidad de módulos fotovoltaicos (1, 2), elementos de conexión (3, 4) que se proporcionan para conectar en serie los módulos fotovoltaicos individuales (1, 2),
- en donde a cada módulo fotovoltaico (1, 2) se asocia un dispositivo de comprobación (12, 13) para la determinación de parámetros de estado del módulo fotovoltaico en cuestión,
- 40 una unidad de evaluación (10) que se proporciona para recibir y procesar a continuación las señales del dispositivo de comprobación (12, 13), las señales de cada dispositivo de comprobación (12 o bien, 13) se generan como bloques de datos (7 o bien, 8), y
- las señales del respectivo dispositivo de comprobación (por ejemplo, 12) se proporcionan a la línea eléctrica (3) independientemente de la provisión de bloques de datos (por ejemplo, 8) de otros dispositivos de comprobación (por ejemplo, 13), de manera que la probabilidad de colisión de bloques de datos (7 o bien, 8) de diferentes módulos



fotovoltaicos (1 o bien, 2) resulta mayor a 0, y cada microcontrolador (5) espera un tiempo de latencia  $T_w$  que se genera aleatoriamente, hasta que se proporcione un bloque de datos (7, 8) a las líneas eléctricas (3);

**caracterizado porque** el tiempo de latencia medio aleatorio  $\Delta T_w$ , cumple con la siguiente condición

$$\Delta T_w \geq N \cdot T_D / \Delta C_R$$

5 en donde N representa el número de módulos fotovoltaicos en la serie,  $T_D$  es el tiempo requerido para la transmisión de un bloque de datos, y  $\Delta C_R$  representa la tasa media de errores debidos a la colisión de bloques de datos.

**23.** Sistema de acuerdo con la reivindicación 22, **caracterizado porque** en la unidad de evaluación (10) los bloques de datos (7, 8) se someten a un control de plausibilidad.

10 **24.** Sistema de acuerdo con la reivindicación 23, **caracterizado porque** la unidad de evaluación (10) comprende un procesador de señales mixtas, que recibe los bloques de datos y realiza una evaluación mediante una detección de los pulsos de corriente.

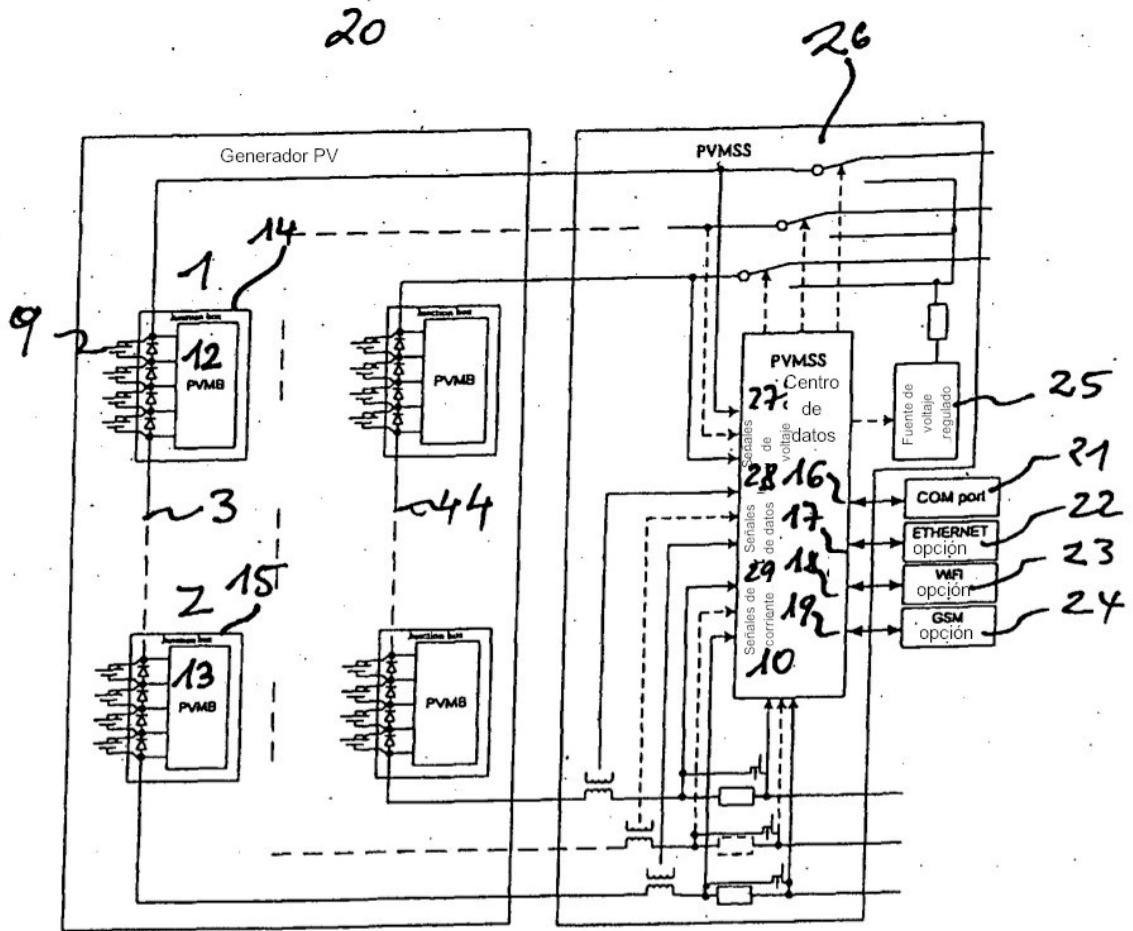


FIG. 7

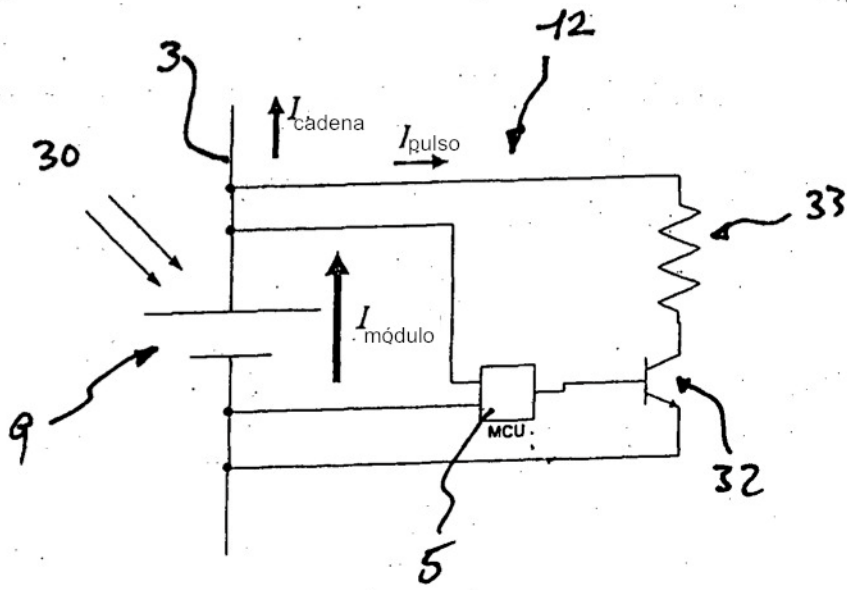


FIG. 2

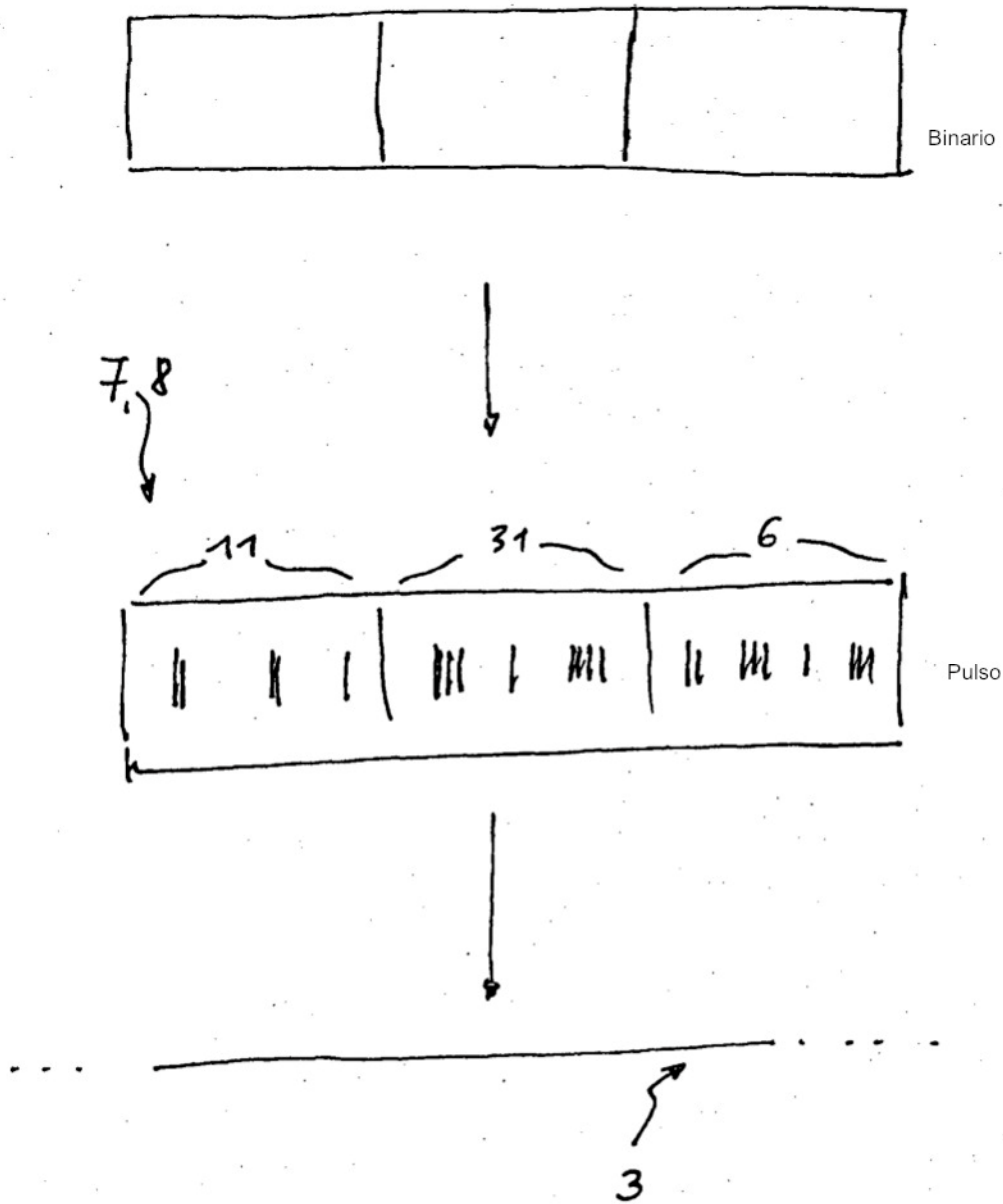


FIG. 3

$C_{pv} \gg C_p$

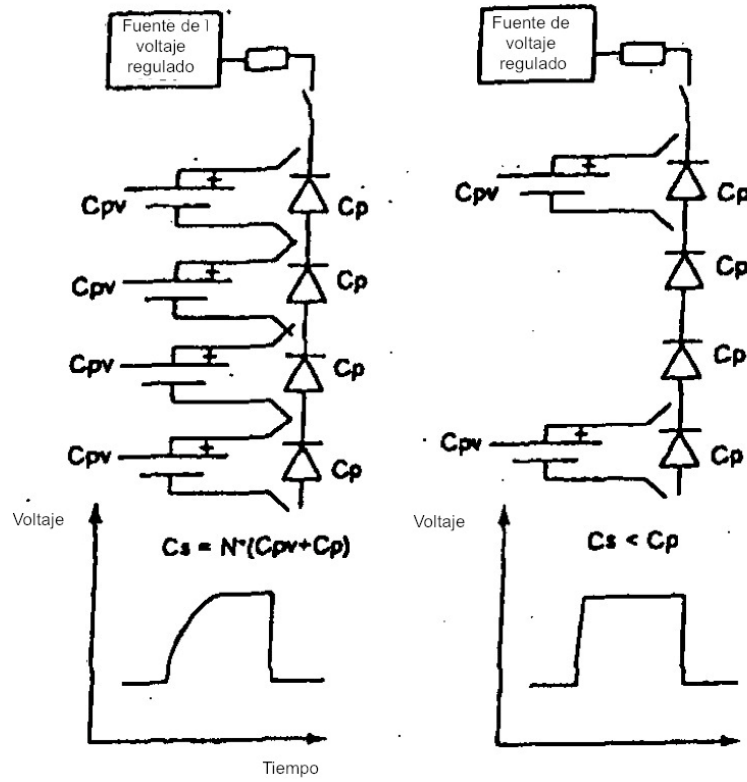


FIG. 4