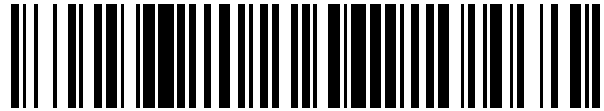


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 831 498**

51 Int. Cl.:

**H02J 13/00** (2006.01)

**H02S 40/36** (2014.01)

**H02S 50/00** (2014.01)

**H04W 40/20** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2018** **E 18460030 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020** **EP 3407465**

54 Título: **Procedimiento y sistema para monitorización y optimización de una operación de un conjunto de paneles fotovoltaicos**

30 Prioridad:

**27.05.2017 PL 42174117**

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

**08.06.2021**

73 Titular/es:

**IGRID TECHNOLOGY SPÓLKA Z OGRANICZONA  
ODPOWIEDZIALNOSCIA (100.0%)  
ul. Mikołowska 29  
41-400 Myslowice, PL**

72 Inventor/es:

**SWIECH, MARCIN y  
HANC, ARTUR**

74 Agente/Representante:

**CONTRERAS PÉREZ, Yahel**

**ES 2 831 498 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

Procedimiento y sistema para monitorización y optimización de una operación de un conjunto de paneles fotovoltaicos

5

El objeto de la invención es un procedimiento y sistema para monitorización y optimización de una operación de un conjunto de paneles fotovoltaicos que permite una detección y predicción de daños.

10

La energía solar es un ejemplo de fuente de energía renovable con una potencial importancia clave para la futura generación de energía. En este contexto, soluciones técnicas que permiten una generación efectiva y económica de energía con baterías solares resultan importantes. El problema técnico que hay que resolver durante la construcción de un gran parque solar (central eléctrica que comprende un gran número de paneles solares) es la degradación o el daño de elementos individuales de generación de energía: un panel dentro de un conjunto de paneles o una oblea de silicio dentro de un panel. Este problema se produce a causa de la conexión en serie-paralelo de elementos utilizados en dichos dispositivos, lo que hace imposible rastrear el rendimiento de un solo elemento, sino sólo el rendimiento de toda la red. Esto dificulta la evaluación del rendimiento y el estado técnico de la red y limita una simple indicación de las razones de una reducción de la capacidad y la localización de elementos defectuosos.

15

20

Por consiguiente, es apropiado medir unos parámetros tales como el voltaje y la corriente, y también, preferiblemente, la temperatura, de componentes individuales generadores de energía tales como paneles u obleas de silicio. Sin embargo, esto requiere la instalación no sólo de unidades especiales de monitorización conectadas con paneles solares para enviar datos de medición a la unidad central, sino también de un cableado adicional, extenso y costoso para la transmisión de dichas señales. El problema que hay que resolver es desarrollar dicho procedimiento de transmisión de datos que reduzca al mínimo la necesidad de una infraestructura adicional. La solución también debería permitir una rápida desconexión de elementos que funcionan mal para su rápida y eficiente sustitución. En caso de incendio, la solución debería garantizar la seguridad de los bomberos, permitiendo la desconexión de paneles fotovoltaicos con respecto al cableado eléctrico. Además, la solución debería garantizar una transmisión de datos fiable y ergonómica, así como bajos costes de operación.

25

30

A partir de la descripción de la solicitud de patente CN105140952 (A), se conoce un sistema de monitorización y un procedimiento de monitorización de las condiciones operativas de distintas fuentes de energía en un sistema distribuido de fuentes de energía. El módulo de monitorización está vinculado a cada fuente de energía o a cada energía conectada en serie con el fin de monitorizar y recoger datos sobre corriente, voltaje, temperatura y otros factores ambientales de la fuente de energía. Los datos recogidos de cada fuente indican un daño o una degradación de las fuentes de energía individuales. La comparación de datos recogidos de fuentes adyacentes permite seleccionar los factores ambientales que afectan a las fuentes adyacentes, tales como días nublados en el caso de paneles solares. La comparación de datos recogidos de la misma fuente en diferentes períodos de tiempo indica una suciedad o una degradación debida a un desgaste, o un período de suceso tal como una sombra en movimiento proyectada por un edificio cercano. Los datos recogidos son transmitidos por la línea de alta tensión a la estación de análisis central para su análisis.

35

40

45

A partir de la descripción de la solicitud de patente US 20120299387 A1, se conoce un procedimiento de detección de daños en paneles solares que implica la medición de al menos un parámetro de operación de una batería solar, la determinación de diferencias entre la potencia de salida de la batería solar medida y las potencias de salida estimadas del primer y segundo modelos de los modos de operación de la batería solar, la determinación de una probabilidad referente a la posibilidad de que cada modelo esté relacionado con un modo de operación de la batería solar real en base a las diferencias determinadas, y la desconexión de la potencia de salida de la batería solar con respecto a la carga eléctrica en respuesta a un modo específico de flujo de corriente que es el modo de operación del segundo modelo.

50

55

A partir de la descripción de la solicitud de patente US 2012/0229161 se conoce un procedimiento para detectar obleas de silicio que funcionan mal en un panel solar o un panel solar que funciona mal en un conjunto de paneles. El procedimiento incluye la evaluación del uso de un solo o varios diodos de bypass conectados con una sola o varias piezas de oblea de silicio, la medición de la corriente que fluye a través de cada sección de panel solar, la medición de la corriente que fluye a través de cada diodo de bypass, y la evaluación del valor de corriente medido con el fin de determinar si el panel solar está dañado. En otra forma de realización, el procedimiento mide la corriente que fluye a través del panel solar y de los diodos de bypass para determinar si el panel solar está dañado. En otra forma de realización, el procedimiento indica en un conjunto de paneles solares el panel que funciona por debajo de una potencia nominal midiendo la potencia de la corriente de salida y el voltaje de salida de este conjunto.

60

65

A partir del documento WO 2006/078685 se conocen un sistema y un procedimiento de monitorización de sistemas de generación de energía fotovoltaica. El sistema comprende unos centinelas de panel y unos

centinelas combinadores de secuencia capaces de realizar una comunicación bidireccional con un dispositivo maestro con el fin de, entre otras cosas, recoger datos de diagnóstico y monitorizar el rendimiento.

5 A partir del documento US 2014/0266781 se conoce una red inalámbrica para transmitir datos de una disposición de colectores de energía solar a un sistema de control y monitorización, que visualiza una característica de redundancia, es decir, unas unidades que monitorizan la disposición solar transmiten datos a más de un solo receptor para optimizar la fiabilidad de la comunicación.

10 La transmisión inalámbrica de datos sigue siendo una actividad que consume energía, por lo que hay que tener cuidado en minimizar el consumo de energía para reducir al mínimo las pérdidas de las unidades de generación de energía fotovoltaica.

15 La invención consiste en un procedimiento según se define en la reivindicación 1, y en un sistema según se define en la reivindicación 4.

El procedimiento y el sistema según la invención realizan la función del procedimiento y de sistema de monitorización de una operación de paneles fotovoltaicos. Estas soluciones, en comparación con el estado de la técnica, se caracterizan por una arquitectura significativamente menos desarrollada y también por unos menores costes de operación, una transmisión de datos más fiable, y también se han mejorado ergonómicamente en cuanto a la transmisión de datos. El uso de una transmisión inalámbrica de datos elimina la necesidad de un extenso y costoso cableado utilizado en la transmisión de datos, mientras que en relación con otras posibles soluciones de este tipo, el uso de módulos de monitorización que se comunican con la unidad de coordinación a través de otros módulos reduce significativamente la intensidad de una señal necesaria para transmitir datos, lo que da lugar a un menor consumo de energía y, por consiguiente, en menores costes. Esto también da lugar a una menor contaminación ambiental por radiación electromagnética, lo que constituye una ventaja potencial a causa de la salud de los seres vivos y la funcionalidad de los artefactos eléctricos. El uso de la configuración que sincroniza la operación de los módulos de monitorización reduce al mínimo el rendimiento necesario para que el sistema funcione en relación con el sistema que utiliza una transmisión de datos simultánea desde todos los módulos de monitorización a la unidad coordinadora, lo que también mejora la ergonomía de la red. Por último, el carácter "rígido" de la red en la que cada módulo de monitorización envía información a un número limitado de unidades vecinas redundantes garantiza la fiabilidad de la transmisión de datos en relación con el sistema con una arquitectura y configuración variables o una estructura auto organizada que, desde la perspectiva de un parque fotovoltaico, no adquirirá la estructura óptima para todo el parque sino sólo las estructuras óptimas a nivel local. Otras ventajas del sistema incluyen la capacidad de una rápida configuración local con el uso de un dispositivo móvil, la capacidad de desconectar un panel defectuoso con respecto a la red sin necesidad de detener el flujo de corriente, a través de un diodo de bypass.

40 Una forma de realización de la materia de la invención se presenta en los dibujos:

La Figura 1 muestra una estructura general del sistema de monitorización, que utiliza los módulos de monitorización de paneles en la versión con un panel conectado,

45 La Figura 2 muestra una estructura general del sistema de monitorización, que utiliza los módulos de monitorización de paneles en la versión con dos paneles conectados

La Figura 3 muestra una forma de realización del sistema en la estructura de monitorización de ocho paneles,

La Figura 4 muestra un ejemplo de la estructura de parque fotovoltaico que comprende unos pocos subsistemas de monitorización de paneles, forman un sistema para todo el parque

50 La Figura 5 muestra una estructura de módulo de monitorización de operación para un panel fotovoltaico,

La Figura 6 muestra una estructura de módulo de monitorización de operación para dos paneles fotovoltaicos

La Figura 7 muestra un principio básico de transmisión de datos en estructura lineal para un subsistema de monitorización de operación de panel,

55 La Figura 8 muestra una transmisión de datos en el sistema y un control de red inalámbrica frente al tiempo,

La Figura 9 muestra un procedimiento de complementación de información para asegurar la redundancia en la transmisión de datos,

60 En el dibujo según la Figura 1, se muestra la estructura general del sistema de monitorización de paneles fotovoltaicos construido en base al módulo que monitoriza 2 parámetros de operación de un único panel fotovoltaico 1. El panel fotovoltaico 1 está conectado con el módulo de monitorización 2 a través de unos contactos 40 y 41. Los módulos de monitorización 2 de cada panel fotovoltaico 1 individual están conectados en serie y conectados con el convertidor de energía 3 a través de unos contactos 42 y 43. Cada módulo de monitorización 2 está conectado de forma inalámbrica con el coordinador de la red 20 que utiliza una antena 4 para comunicación inalámbrica con el sistema de transmisión y visualización de datos. Una antena 33 del módulo de monitorización 2 se utiliza para comunicación inalámbrica.

## ES 2 831 498 T3

En el dibujo según la Figura 2 que muestra la estructura general del sistema de monitorización de paneles fotovoltaicos construido en base al módulo que monitoriza parámetros de operación de dos paneles 5, el módulo de monitorización para los dos paneles 5 está conectado con dos paneles fotovoltaicos 1 a través de unos contactos 94 y 95, y 96 y 97, respectivamente. Los módulos de monitorización 5 de cada conjunto de dos paneles fotovoltaicos 1 están conectados en serie y conectados con el convertidor de energía 3 a través de unos contactos 98 y 99. Cada módulo de monitorización 5 está conectado de forma inalámbrica con el coordinador de la red 20 que utiliza la antena 4 para comunicación inalámbrica con el sistema de transmisión y visualización de datos. Una antena 85 del módulo de monitorización 5 se utiliza para comunicación inalámbrica.

En la Figura 3 se muestra una forma de realización del sistema de monitorización de ocho paneles, que utiliza unos módulos de monitorización 2 dedicados a un único módulo de monitorización 1, con el fin de presentar el procedimiento de transmisión de mensajes entre dispositivos.

El panel fotovoltaico 1.01 está conectado con el módulo de monitorización de operación de panel 2.01 que está conectado con el convertidor de energía 3 a través del contacto 42, y con el módulo de monitorización vecino 2.02 a través del contacto 43. El siguiente panel fotovoltaico 1.02 está conectado con el módulo de monitorización 2.02, y está conectado con los módulos de monitorización vecinos 2.01 y 2.03 a través de los contactos 42 y 43, y a continuación a módulos posteriores.

El panel fotovoltaico 1.08 está conectado con el módulo de monitorización 2.08, que está conectado con el convertidor de energía 3 y con el módulo de monitorización 2.07. Los módulos de monitorización 2.01, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06, 2.07, 2.08 están conectados de forma inalámbrica con el coordinador de la red 20 que realiza la función de coordinador de operación de la red inalámbrica, que utiliza la antena 33 para comunicación con el coordinador, y la antena 4 para comunicación con el sistema de transmisión y visualización de datos.

La figura 4 muestra un diagrama de parque fotovoltaico en el que el número de paneles fotovoltaicos excede el número de paneles conectables en una sola red de comunicación inalámbrica. En esta forma de realización se ha asumido que hay hasta 400 paneles en una subred.

La Figura 4 muestra 9 subsistemas de comunicación, designados como 501 – 509, cada uno de los cuales tiene su propio coordinador de red 20. La disposición y definición de parámetros de la red se desarrollan en la etapa de diseño del sistema, durante la cual se desarrolla la configuración de red para cada uno de los módulos de monitorización 2 o 5 según la Figura 5 y la Figura 6 respectivamente, teniendo en cuenta la ubicación física y la conexión eléctrica entre paneles individuales. La planificación de la estructura de elementos del sistema también se refiere a la selección de canales de radio básicos para la red.

Se han utilizado las siguientes configuraciones para la Figura 4:

- El subsistema de comunicaciones 501 y el subsistema de comunicaciones 506 operan utilizando el canal 1
- El subsistema de comunicaciones 502 y el subsistema de comunicaciones 507 operan utilizando el canal 2
- Los subsistemas de comunicaciones 503, 504 y 509 operan utilizando el canal 3
- El subsistema de comunicaciones 505 opera utilizando el canal 4
- El subsistema de comunicaciones 508 opera utilizando el canal 5

Los datos de medición son transmitidos desde los subsistemas de monitorización al sistema de procesamiento de datos 521 a través del módulo de comunicaciones 520, que utiliza el enlace del módulo maestro 20 con comunicación a través de la antena 4. A continuación, los datos procedentes del sistema de procesamiento de datos 521 son transmitidos a través de la infraestructura de comunicaciones 520 – 523, y a continuación al usuario final 522, o directamente desde el sistema de procesamiento 521 al usuario final 522. Los datos en el sistema son transmitidos en ambas direcciones:

- El estado de medición, y los datos de identificación son transmitidos desde los subsistemas 501, 502...508 al sistema de procesamiento 521
- Los comandos y las configuraciones son transmitidos desde el sistema de procesamiento 521 a los coordinadores de la red 20, y a continuación son enviados por los coordinadores a los módulos de monitorización 2 o 5 de operación de los paneles fotovoltaicos 1.

El módulo de monitorización 2 de operación de un panel fotovoltaico 1, cuyo diagrama se muestra en la Figura 5, tiene un sistema de suministro de energía 30 que convierte un voltaje procedente del panel fotovoltaico 1 en el voltaje Vcc que alimenta elementos internos del módulo de monitorización 2 tal como un micro controlador 31, un circuito de medición de voltaje 37, y un circuito de medición de corriente 38, un módulo de comunicación inalámbrica 32, y un módulo de comunicación inalámbrica de corto alcance 34. El elemento principal del sistema es el micro controlador 31, que asegura la conversión de señales de medición del circuito de medición de voltaje 37 y del circuito de medición de corriente 38, controlando el circuito de llave de ejecución 36, conectado con el módulo de comunicación inalámbrica 32, conectado con el módulo

de comunicación inalámbrica de corto alcance 34, y también una señalización óptica 35, y el sensor de temperatura 44. El módulo de monitorización 2 también tiene una antena integrada 33 conectada con el módulo de comunicación inalámbrica 32. Un elemento importante del módulo de monitorización 2 es también el diodo de bypass 39 conectado a través de los contactos 42 y 43 con el módulo de monitorización 2 vecino del panel fotovoltaico 1 y convertidor de energía 3.

Una conexión del módulo de monitorización 2 con el panel fotovoltaico 1 a través de unos contactos 40 y 41 permite el suministro de energía a partir de energía generada por el panel fotovoltaico 1. El circuito de suministro de energía 30 proporciona un voltaje al módulo de monitorización 2, y el circuito de llave de ejecución 36 tiene un sistema de suministro de energía dedicado para un correcto control de la llave de desconexión del panel. La lógica de control de la llave es independiente del control de la llave de ejecución 36 de desconexión del panel fotovoltaico 1 por parte del micro controlador 31. Si el micro controlador 31 se daña o se cuelga, el circuito de llave de ejecución 36 permanece en funcionamiento u operación, es decir, esto no limita la generación de energía por parte del panel fotovoltaico 1. Después de su activación, el circuito del micro controlador 31 lee primero la configuración procedente del módulo de comunicación inalámbrica de corto alcance 34, y a continuación inicia la comunicación inalámbrica utilizando el módulo de comunicación inalámbrica 32, esperando que se establezca la comunicación inalámbrica con los módulos de monitorización vecinos 2 y 20. Cuando se establece la comunicación por radio, el módulo de monitorización 2 sincroniza su reloj interno, permitiendo de este modo una transición a la operación sincrónica de la comunicación inalámbrica y el inicio de mediciones según las mismas marcas de tiempo para todos los módulos de monitorización. El micro controlador 31 mide la corriente y el voltaje y los registra en su memoria interna según las marcas de tiempo generadas por el coordinador de la red 20. Cuando el micro controlador 31 recoge un número necesario de mediciones, las medias de esas mediciones son almacenadas en la memoria interna como preparadas para ser transmitidas y esperan una señal de control apropiada procedente del coordinador de la red 20 para complementar datos en la trama de medición transportada desde el módulo de monitorización 2 al coordinador de la red 20. Se controla una señalización óptica 35 desde el micro controlador 31 en base al estado del módulo de monitorización 2, al estado del panel fotovoltaico monitorizado 1, y también a las señales transmitidas de forma alámbrica desde el coordinador de la red 20.

En caso de conexión de los contactos 42 y 43 y de activación del circuito de llave de ejecución 36, la energía generada por el panel fotovoltaico 1 comienza a ser enviada al convertidor de energía 3. El ensombrecimiento del panel fotovoltaico 1 o su desconexión, a través de, por ejemplo, la desconexión de los contactos 40 o 41 del módulo de monitorización 2, activa la conducción del diodo de bypass 39, permitiendo una operación correcta de los restantes paneles fotovoltaicos 1 y una generación ininterrumpida de energía eléctrica.

También es posible ejecutar el módulo de monitorización 2 para realizar sólo la monitorización del panel fotovoltaico 1 sin posibilidad de desconectarlo. Dicho módulo de monitorización 2 no tiene el circuito de llave de ejecución 36.

El módulo de monitorización para dos paneles 5 que se muestra en la Figura 6 tiene un circuito de suministro de energía 80 que convierte un voltaje procedente de uno o dos paneles fotovoltaicos 1, dependiendo del número y del estado de operación de los paneles fotovoltaicos, en el voltaje Vcc para el módulo de monitorización de dos paneles 5. El suministro de energía al módulo de monitorización 5 requiere que al menos uno de los dos paneles funcione correctamente.

El voltaje Vcc es suministrado al micro controlador 82, a los circuitos de medición de voltaje 81, y al circuito de medición de corriente 87, al sensor de temperatura 100, al módulo de comunicación inalámbrica 84, y al módulo de comunicación inalámbrica de corto alcance 83 NFC.

El elemento principal del sistema es el micro controlador 82 que asegura la conversión de señales de medición procedentes del circuito de medición de voltaje 81 y del circuito de medición de corriente 87, conectado con el módulo de comunicación inalámbrica de corto alcance 83 NFC, con el módulo de comunicación inalámbrica 84, con la señalización óptica 86, con el sensor de temperatura 100, controlando dos circuitos de llave de ejecución independientes 88 y 89. Los circuitos de llave de ejecución son opcionales. Hay versiones de módulos de monitorización sin la opción de desconexión del panel; en dicho caso los elementos de los circuitos de llave de ejecución no están instalados en la PCB.

El módulo de monitorización para dos paneles 5 según la Figura 6 también tiene una antena integrada 85 conectada con el módulo de comunicación inalámbrica 84.

El módulo de monitorización para dos paneles tiene dos diodos de bypass 90 y 91, conectados con las salidas de los paneles fotovoltaicos monitorizados 1. La conexión del panel fotovoltaico 1 con los contactos 94 y 95 o 96 y 97 permite el suministro de energía a partir de la energía generada por el panel o paneles.

## ES 2 831 498 T3

5 El circuito de suministro de energía 80 proporciona un voltaje a elementos del módulo de monitorización, mientras que los circuitos de llave de ejecución 88 y 89 tienen un sistema de suministro de energía dedicado para un correcto control de la llave de desconexión del panel. La lógica de control de la llave es independiente del control de los circuitos de llave de ejecución 88 y 89 de desconexión del panel por parte del micro controlador 82. Si el micro controlador 82 se daña o se cuelga, los circuitos de llave de ejecución 88 y 89 permanecen en funcionamiento u operación, es decir, esto no limita la generación de energía por parte del panel fotovoltaico que está en peor estado de operación.

10 También es posible ejecutar el módulo de monitorización 5 para realizar sólo la monitorización del panel fotovoltaico 1 sin posibilidad de desconectarlo.

15 Dicho módulo de monitorización 5 no tiene el circuito de llave de ejecución 89. La configuración de la comunicación y los datos de identificación del panel son introducidos en la etapa de configuración y/o puesta en marcha del sistema, utilizando herramientas que permiten la entrada de datos a los módulos de monitorización 2 o a los módulos de monitorización de dos paneles 5 a través del módulo de comunicación inalámbrica de corto alcance 34 NFC o del módulo de comunicación inalámbrica 32 utilizados por el micro controlador 31 en el modo de servicio.

20 La comunicación en el modo de servicio tiene lugar directamente entre el módulo de servicio, es decir, el dispositivo que permite la transmisión del conjunto de parámetros al módulo de monitorización usando el módulo de comunicación inalámbrica 32.

25 El procedimiento según la invención se explicará con más detalle presentando el principio de operación de la interfaz de transmisión de mensajes inalámbrica. A continuación se presenta la leyenda que describe los términos básicos utilizados en la descripción.

30 ciclo de red - tiempo entre dos inicios de la transmisión de datos en la red inalámbrica, reservado para la transferencia de tramas de comunicación desde el módulo maestro a un dispositivo de red y su retorno al módulo maestro, teniendo en cuenta las repeticiones,

ventana de tiempo - intervalo de tiempo dedicado a la transmisión de datos por parte de un módulo de monitorización, por ejemplo, el módulo 2.01,

35 fluctuación - dispersión de tiempo resultante de la inexactitud de la medición del tiempo por parte de los módulos de monitorización 2.01 – 2.08 y por parte del coordinador de la red 20,

40 tiempo de trama - tiempo necesario para la transmisión de datos, que resulta de la velocidad de transmisión, la cantidad de datos enviados y las variables adicionales enviadas, por ejemplo, un preámbulo

45 La configuración del sistema incluye la introducción de parámetros básicos de red, en particular:

- identificador de subred,
- dirección lógica de módulo de medición en la red
- potencia de transmisión,
- canal de comunicación básico y canales adicionales utilizados en la comunicación,
- 50 - tamaño de la red, es decir, el número de dispositivos que se utilizan en la comunicación inalámbrica

Además, en la forma de realización también se introducen los datos del panel monitorizado (por ejemplo, número de serie, ubicación física), lo que permite encontrar el dispositivo y leer los parámetros de identificación.

55 El procedimiento de operación de la red de radio se presenta en la Figura 7, la Figura 8 y la Figura 9, que muestran un principio general de transmisión de datos, unas relaciones de tiempo de los procedimientos de transmisión de datos y una secuencia de etapas implementadas para la transmisión bidireccional de mensajes en la red inalámbrica.

60 La forma de realización está relacionada con la red según la Figura 3 que consiste en los módulos de monitorización 2.01, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06, 2.07 y 2.08 y el coordinador de la red 20.

65 La transmisión de datos se realiza en una red lineal según la Figura 7 en la que cada elemento de la red debe participar en la transmisión de datos. Cada dispositivo tiene una dirección lógica asignada de forma permanente en la red inalámbrica, introducida en la etapa de configuración del dispositivo. Los datos se transmiten entre los módulos de monitorización 2 y el coordinador de la red 20 en el orden correspondiente a sus direcciones lógicas, que a su vez se derivan de su ubicación física. Las direcciones lógicas de los

dispositivos se eligen de tal manera que módulos con direcciones lógicas sucesivas están ubicados uno al lado del otro con el fin de minimizar la distancia entre los módulos de monitorización 2 y aumentar la resistencia a interferencias en la comunicación entre los dispositivos.

- 5 Los datos se transmiten en ambas direcciones de la red:
1. Dirección hacia adelante (o de avance), es decir, desde el coordinador de la red 20 a través de los módulos de monitorización 2.01, 2.02 hasta el módulo 2.08,
  2. Dirección hacia atrás (o de retroceso) desde el módulo de monitorización 2.08, a través de los módulos 2.07, 2.06... 2.01 hasta el coordinador de la red 20.

10 La transmisión de datos se implementa con el uso de un protocolo que se basa en una sincronización continua en el tiempo entre los módulos de monitorización 2.01, 2.02 – 2.08 y el tiempo del coordinador de la red 20. La longitud de la ventana de tiempo para la transmisión de datos a través de dispositivos individuales es una longitud que se deriva a partir de la longitud de paquetes de datos con reserva de fluctuación en conexión con errores de determinación de tiempo para el inicio de la transmisión y escucha por parte de los módulos que participan en la comunicación de la red inalámbrica. Cada dispositivo recibe al menos una 1 ventana de tiempo en la comunicación de la red, es decir, una ventana en la FASE de AVANCE (o hacia adelante) y una ventana en la FASE de RETROCESO (o hacia atrás).

- 20 El coordinador de la red 20 inicia la transmisión en la primera ventana del ciclo de red – VENTANA de tiempo F1 en la fase HACIA ADELANTE, cada módulo de monitorización sucesivo desde el módulo 2.01 hasta el módulo 2.08 tiene acceso a la ventana de tiempo según su dirección lógica en la red lineal. El módulo de monitorización 2.01 recibe la VENTANA de tiempo F2, el módulo 2.02 recibe la VENTANA de tiempo F3, el módulo 2.03 recibe la VENTANA de tiempo F4, el módulo 2.04 recibe la VENTANA de tiempo F5, el módulo 2.05 recibe la VENTANA de tiempo F6, el módulo 2.06 recibe la VENTANA de tiempo F7, el módulo 2.07 recibe la VENTANA de tiempo F8.

30 La trama de comunicación contiene datos de sincronización y datos sobre identificadores de datos y cantidades de datos que se enviarán al coordinador en la fase HACIA ATRÁS.

35 La escucha de tramas transmitidas desde el coordinador de la red 20 o los módulos de monitorización 2.01, 2.02 – 2.08 tiene lugar al principio de la operación del módulo o después de que se produzca un error de comunicación, en el modo sin sincronización, es decir, cada dispositivo escucha una trama de comunicación. La recepción de tramas sincroniza el tiempo entre el dispositivo que ha recibido la trama y la marca de tiempo enviada en la comunicación inalámbrica desde el coordinador de la red. La obtención de marcas de tiempo hace que una transferencia funcione de forma sincronizada.

40 En el modo sincronizado se asume que no todos los dispositivos están a la escucha de mensajes procedentes de otros dispositivos. El número de dispositivos que están a la escucha se limita en función de los requisitos de la aplicación, limitando de este modo también el consumo de energía por parte de los dispositivos de comunicación.

45 La transmisión de mensajes en un ciclo de red comienza con el envío de una trama en la dirección HACIA ADELANTE en el que el coordinador registra información para sucesivos dispositivos de la red que incluye identificadores de variables que deben ser enviados de vuelta al coordinador en la trama HACIA ATRÁS. La transmisión inalámbrica de la información sobre datos esperados desde el coordinador hacia los módulos de medición en la fase HACIA ADELANTE hace que los datos esperados sean transmitidos en la trama HACIA ATRÁS del mismo ciclo de red.

50 Una vez se ha superado el tiempo en el que se inicia la fase HACIA ATRÁS, los dispositivos empiezan a enviar mensajes dentro de ventanas de tiempo que han sido asignadas a los mismos, introduciendo valores de medición en la trama de comunicación, en campos relevantes; los detalles se pueden ver en la Figura 8 y en la Figura 9.

55 La transmisión de los datos básicos esperados en esta red (voltaje, corriente, potencia) requiere, tres ciclos de red. Todos los valores de voltaje leídos se transmiten en el ciclo uno, los valores de corriente se transmiten en el ciclo dos, y los valores de potencia se transmiten en el ciclo tres.

60 En la forma de realización según la Figura 3 y en las operaciones presentadas según la Figura 7, la Figura 8 y la Figura 9, el número de dispositivos que están a la escucha se limita a cuatro que son vecinos del módulo de monitorización, lo que significa que para la VENTANA de tiempo F1 en la que el dispositivo de envío es el coordinador de la red 20, los dispositivos que están a la escucha son módulos con direcciones lógicas, es decir, el módulo de monitorización 2.01, el módulo de monitorización 2.02, el módulo de monitorización 2.03 y el módulo de monitorización 2.04. La recepción de datos por parte del módulo de monitorización 2.01 en la VENTANA de tiempo F1 provoca su transmisión a los siguientes módulos de monitorización 2 en la VENTANA de tiempo F2 en la que los dispositivos que están a la escucha son el módulo de monitorización 2.02, el módulo de monitorización 2.03, el módulo de monitorización 2.04, y el

## ES 2 831 498 T3

- módulo de monitorización 2.05. La situación se repite dentro de ventanas de tiempo sucesivas: VENTANA de tiempo F3, VENTANA de tiempo F4. En la VENTANA de tiempo F5 los datos son transmitidos por el módulo de monitorización 2.05, y sólo hay 3 dispositivos que están a la escucha debido al número de todos los dispositivos en la red: el módulo de monitorización 2.06, el módulo de monitorización 2.07, el módulo de monitorización 2.08. En la VENTANA de tiempo F6, sólo hay dos dispositivos que están a la escucha, es decir, los módulos de monitorización 2.07 y 2.08, y en la VENTANA de tiempo F7 el único dispositivo que está en escucha es el módulo de monitorización 2.08. Se permite asignar unas pocas ventanas de tiempo para elementos finales de la red con el fin de no perder la redundancia de transmisión de información.
- 10 La transferencia de tramas a través de todos los elementos de la red dentro de las ventanas de tiempo proporcionadas hace que los datos sean complementados en el búfer de datos que se transmiten entre los sucesivos módulos de medición. El procedimiento de complementación de tramas se muestra en detalle en la Figura 9.
- 15 Cuando el módulo de monitorización 2.08 envía la trama con campos preparados para datos de voltaje procedentes de los módulos 2.01 – 2.08 y sólo se complementa el valor procedente del módulo de monitorización 2.08, la trama es leída correctamente por los módulos de monitorización 2.07, 2.06, 2.05, 2.04.
- 20 La trama enviada por el módulo de monitorización 2.06 sólo tiene sus propios datos complementados y los datos complementados procedentes del módulo de monitorización 2.08; los datos procedentes del módulo de monitorización 2.07 no están complementados.
- 25 La trama procedente del módulo de monitorización 2.06 ha sido escuchada sólo por los módulos de monitorización 2.04, 2.03, 2.02.
- 30 La trama enviada por el módulo de monitorización 2.05 sólo tiene los datos complementados procedentes de los módulos de monitorización 2.05 y 2.08; no tiene datos procedentes de los módulos de monitorización 2.06 y 2.07.
- 35 La trama enviada por el módulo de monitorización 2.04 tiene los datos complementados procedentes del módulo de monitorización 2.04 y los datos que se han enviados anteriormente desde los módulos de monitorización 2.06, 2.07, 2.08.
- Habiendo recibido los datos, el coordinador de la red 20 tiene un trama de comunicación con todos los datos complementados relacionados con el voltaje en estos módulos. Los datos relativos a la corriente, así como los datos y comandos procedentes del coordinador de la red 20 hacia los módulos de red 2.01 – 2.08 son complementados de forma análoga.
- 40 Lista de designaciones
- Figura 1.
- 1 – panel fotovoltaico
  - 2 – módulo de monitorización
  - 3 – convertidor de energía
  - 4 – antena para comunicación con el sistema de procesamiento y visualización de datos
  - 20 – coordinador de la red
  - 33 – antena de comunicación
  - 40, 41, 42, 43 – contactos
- 50 Figura 2
- 3 – convertidor de energía
  - 5 – módulos de monitorización de los paneles
  - 4 – antena para comunicación con el sistema de procesamiento y visualización de datos
  - 20 – coordinador de la red
  - 33 – antena de comunicación
  - 94, 95, 96, 97 – contactos
  - 85 – antena de comunicación
- 60 Figura 3
- 1.01 – 1.08 – panel fotovoltaico
  - 2.01 – 2.08 – módulos de monitorización
  - 3 – convertidor de energía
  - 4 – antena para comunicación con el sistema de procesamiento y visualización de datos
  - 20 – coordinador de la red
  - 33 – antena de comunicación
- 65

La Figura 4

- 20 – coordinador de la red
- 501 – 509 – subsistema de comunicaciones
- 520 – módulo de comunicación
- 5 521 – sistema de procesamiento de datos
- 522 – usuario final
- 523 – nube de datos

La Figura 5

- 10 1 – panel fotovoltaico
- 2 – módulo de monitorización
- 30 – sistema de suministro de energía
- 31 – micro controlador
- 32 – módulo de comunicación inalámbrica
- 15 33 – antena de comunicación
- 34 – módulo de comunicación inalámbrica de corto alcance
- 35 – señalización óptica
- 36 – circuito de llave de ejecución
- 37 – circuito de medición de voltaje
- 20 38 – circuito de medición de corriente
- 39 – diodo de bypass
- 40, 41, 42, 43 – contactos
- 44 – sensor de temperatura

La Figura 6

- 1 – panel fotovoltaico
- 5 – módulos de monitorización de los paneles
- 80 – circuito de suministro de energía
- 81 – circuito de medición de voltaje
- 30 82 – micro controlador
- 83 – módulo de comunicación inalámbrica de corto alcance
- 84 – módulo de comunicación inalámbrica
- 85 – antena
- 86 – señalización óptica
- 35 87 – circuito de medición de corriente
- 88, 89 – circuitos de llave de ejecución
- 90, 91 – diodos de bypass
- 92, 93 – diodos
- 94, 95, 96, 97, 98, 99 – contactos
- 40 100 – sensor de temperatura

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de monitorización y optimización de la operación de un conjunto de paneles fotovoltaicos (1) que permite una detección y predicción de daños, que comprende las etapas de:
- 5 proporcionar unos módulos de monitorización (2) conectados con los paneles fotovoltaicos (1) y alimentados por los mismos, así como un coordinador de red (20), en el que los módulos de monitorización (2) son capaces de comunicarse de forma inalámbrica entre sí y con el coordinador de la red (20);
- asignar una dirección lógica a cada módulo de monitorización (2) de tal manera que los módulos con direcciones lógicas sucesivas están ubicados uno al lado del otro;
- 10 asignar al coordinador de la red (20) una ventana de tiempo inicial;
- asignar a cada módulo de monitorización (2), excepto al módulo de monitorización con la última dirección lógica, una ventana de tiempo para transmisión hacia adelante según su dirección lógica;
- asignar a cada módulo de monitorización (2) una ventana de tiempo para transmisión hacia atrás según su dirección lógica;
- 15 para cada uno de los dispositivos de monitorización (2) y el coordinador de la red (20), limitar un conjunto de dispositivos, entre los dispositivos de monitorización (2) y/o el coordinador de la red (20), que están a la escucha de dicho dispositivo de monitorización (2) o coordinador de la red (20) a un número de dispositivos vecinos con respecto a dicho dispositivo de monitorización (2) o coordinador de la red (20);
- 20 en la ventana de tiempo inicial, transmitir, por parte del coordinador de la red (20), una trama de comunicación que contiene datos de sincronización e identificadores de datos que deben ser enviados de vuelta al coordinador de la red (20), y recibir, por parte de los dispositivos de monitorización (2) en el conjunto de dispositivos que están a la escucha del coordinador de la red (20), la trama de comunicación;
- en cada ventana de tiempo subsiguiente para transmisión hacia adelante, transmitir, por parte del dispositivo de monitorización (2) al que se le ha asignado dicha ventana de tiempo para transmisión hacia adelante, la trama de comunicación, y recibir, por parte de los dispositivos de monitorización (2) en el conjunto de dispositivos que están a la escucha de dicho dispositivo de monitorización (2), la trama de comunicación;
- 25 en cada ventana de tiempo subsiguiente para transmisión hacia atrás, introducir en la trama de comunicación, por parte del dispositivo de monitorización (2) al que se le ha asignado dicha ventana de tiempo para transmisión hacia atrás, los valores de medición correspondientes a los identificadores de datos, y recibir, por parte de los dispositivos de monitorización (2) y/o el coordinador de la red (20) en el conjunto de dispositivos que están a la escucha de dicho dispositivo de monitorización (2), la trama de comunicación.
- 30
- 35 2. El procedimiento de monitorización según la reivindicación 1, en el que los módulos de monitorización (2) son configurados asignándoles uno/a de entre un canal básico de operación de radio, una potencia de transmisión, un número de red y un número de una subred apropiada dentro de dicha red.
- 40 3. El procedimiento de monitorización según la reivindicación 1, en el que el coordinador de la red (20) almacena datos que permiten una localización física de un módulo de monitorización particular (2) cuya dirección lógica es conocida.
- 45 4. Un sistema de monitorización y optimización de una operación de paneles fotovoltaicos (1), que comprende:
- unos dispositivos de monitorización (2) conectados a través de unos contactos (40, 41) con los paneles fotovoltaicos (1) y alimentados por los mismos (30), equipados con una antena de comunicación (33);
- un coordinador de red (20) equipado con una antena (33);
- 50 en el que los dispositivos de monitorización (2) están configurados para comunicarse de forma inalámbrica entre sí y con el coordinador de la red (20) utilizando las antenas (33);
- en el que los módulos de monitorización (2) comprenden un circuito de medición de voltaje (37) y un circuito de medición de corriente (38), así como un micro controlador (31) equipado con una unidad de memoria configurada para almacenar, hasta una transferencia satisfactoria, datos;
- caracterizado por el hecho de que** el coordinador de la red (20) y los módulos de monitorización (2) están configurados para realizar el procedimiento según la reivindicación 1.
- 55
5. El sistema de monitorización según la reivindicación 4, en el que al menos un módulo de monitorización (5) está configurado para la monitorización de dos paneles fotovoltaicos (1).
- 60 6. El sistema de monitorización según la reivindicación, en el que la configuración de los módulos de monitorización (2) incluye al menos asignar a los mismos uno/a de entre un canal básico de operación de radio, una potencia de transmisión, un número de red y un número de una subred apropiada dentro de dicha red.
7. El sistema de monitorización según la reivindicación 4, en el que el coordinador de la red (20) está configurado para almacenar datos que permiten una localización física de un módulo de monitorización particular (2) cuya dirección lógica es conocida.
- 65

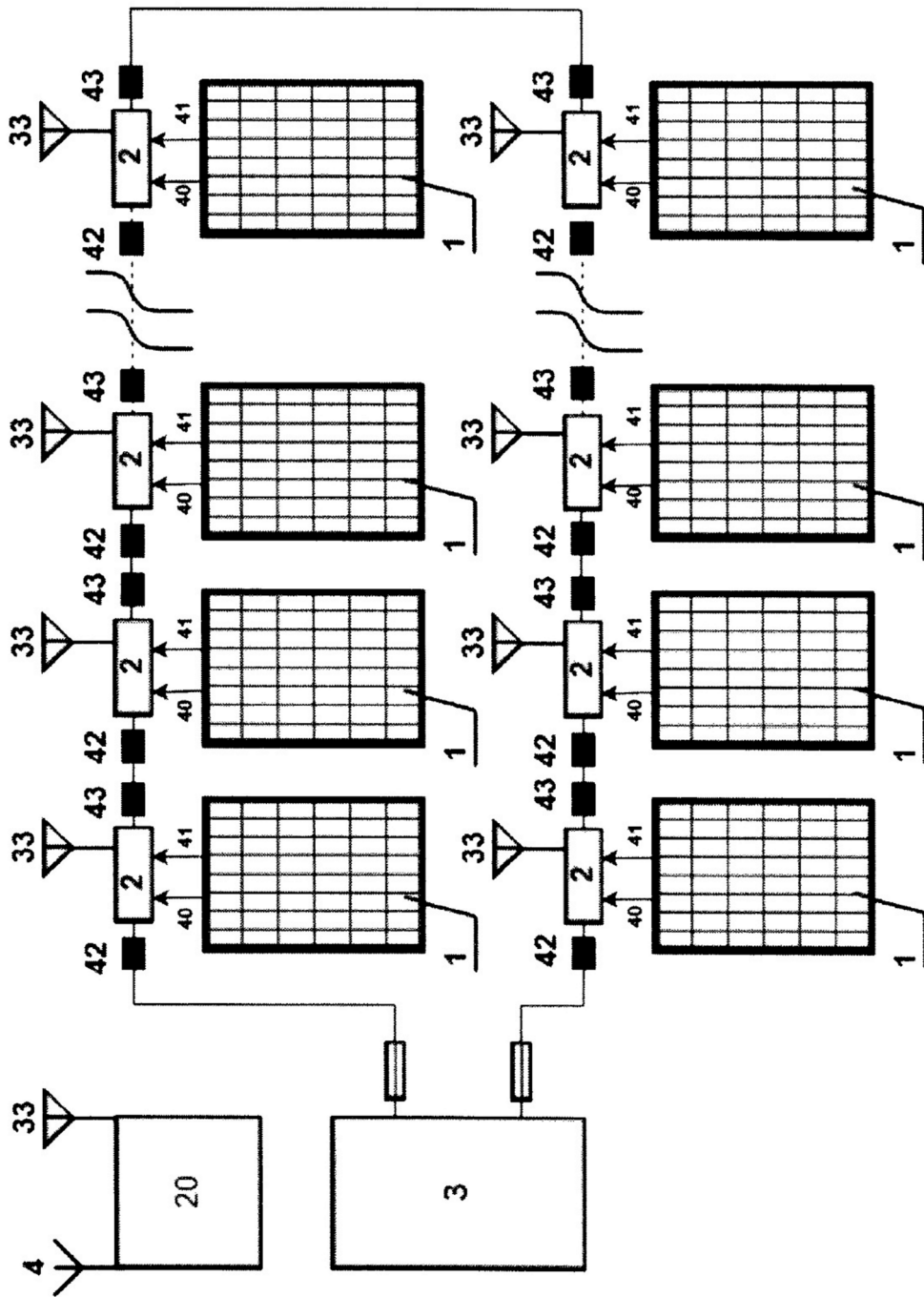


Fig. 1

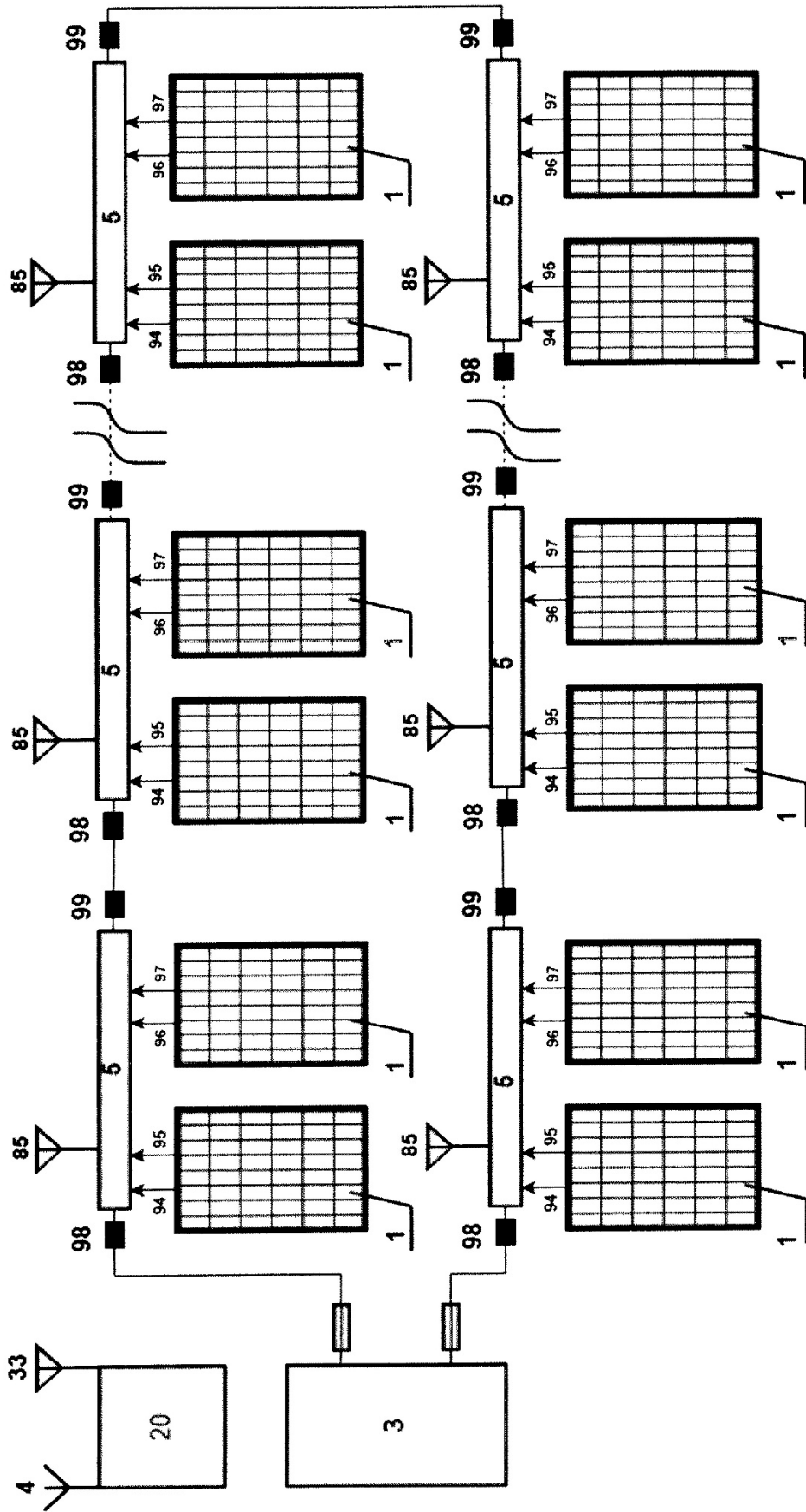


Fig. 2

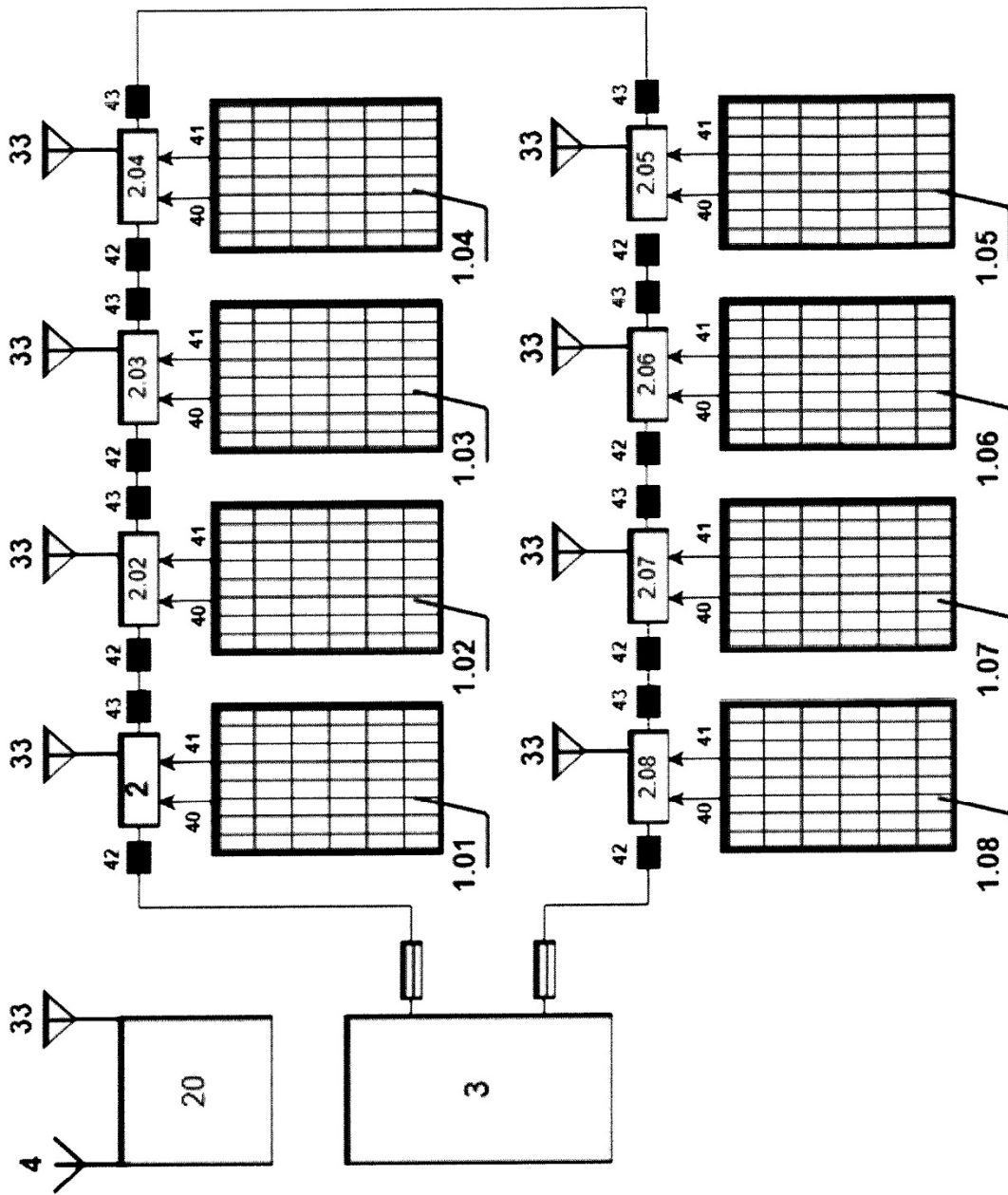
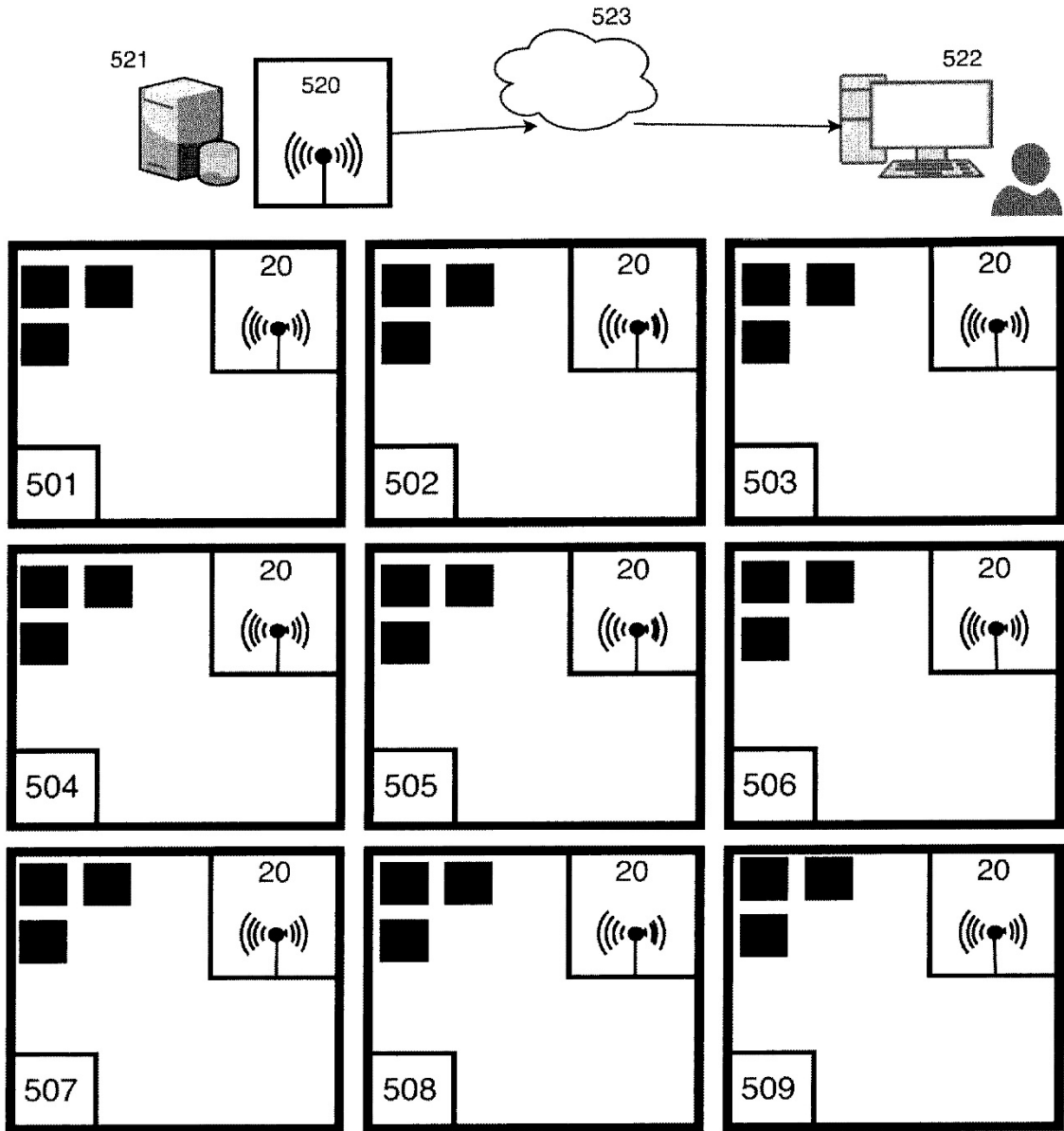


Fig. 3



**Fig. 4**

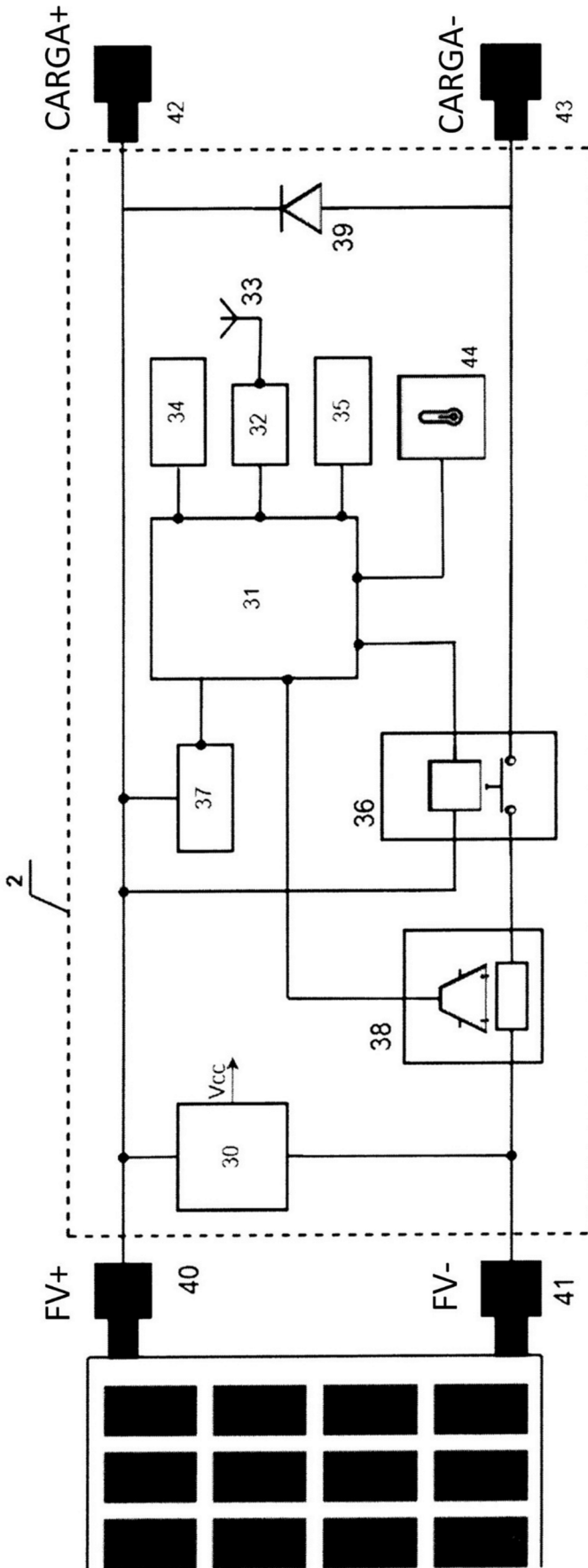


Fig. 5

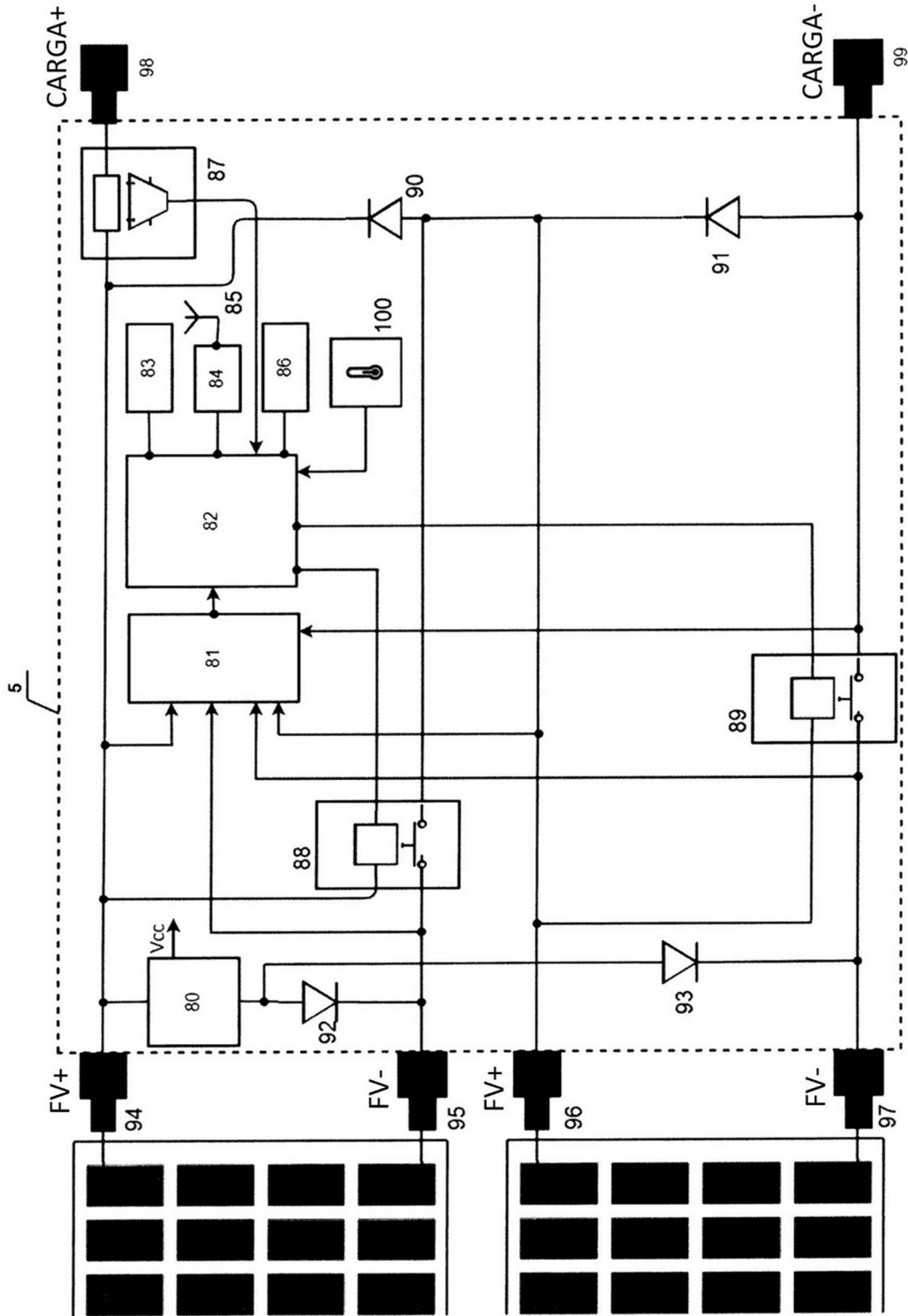


Fig. 6

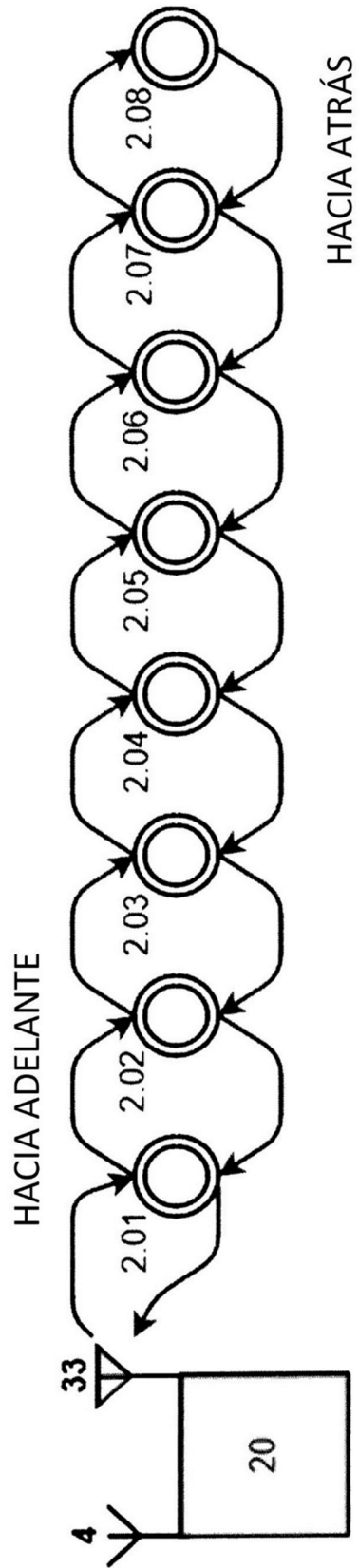


Fig. 7

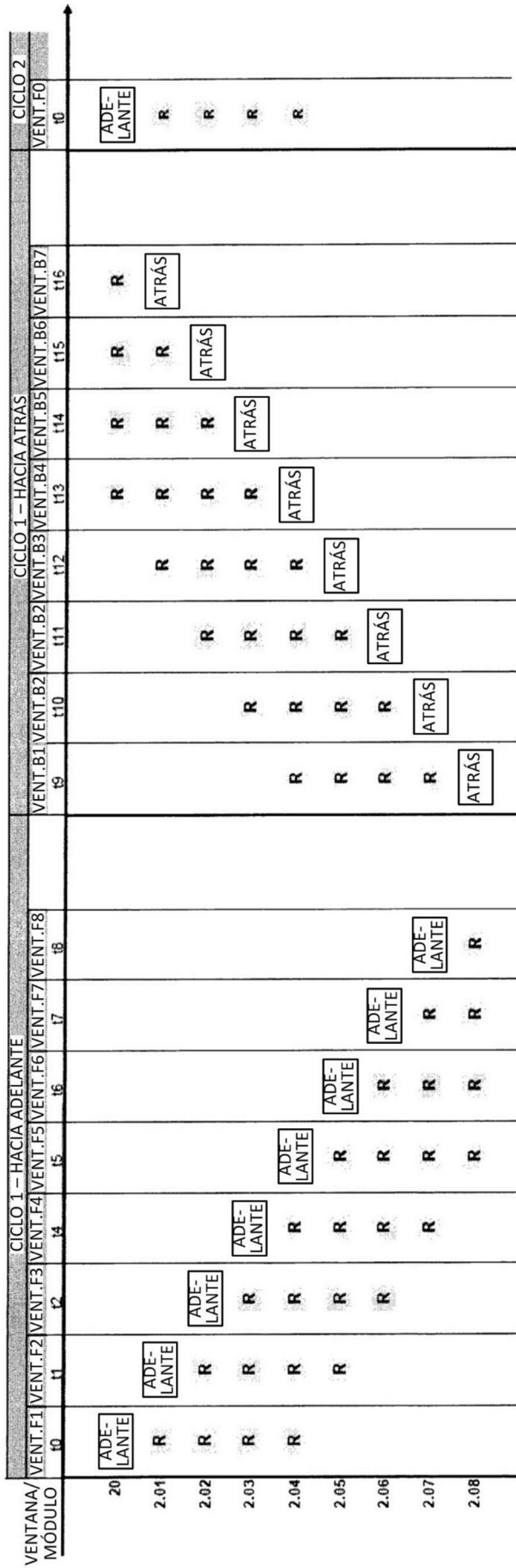
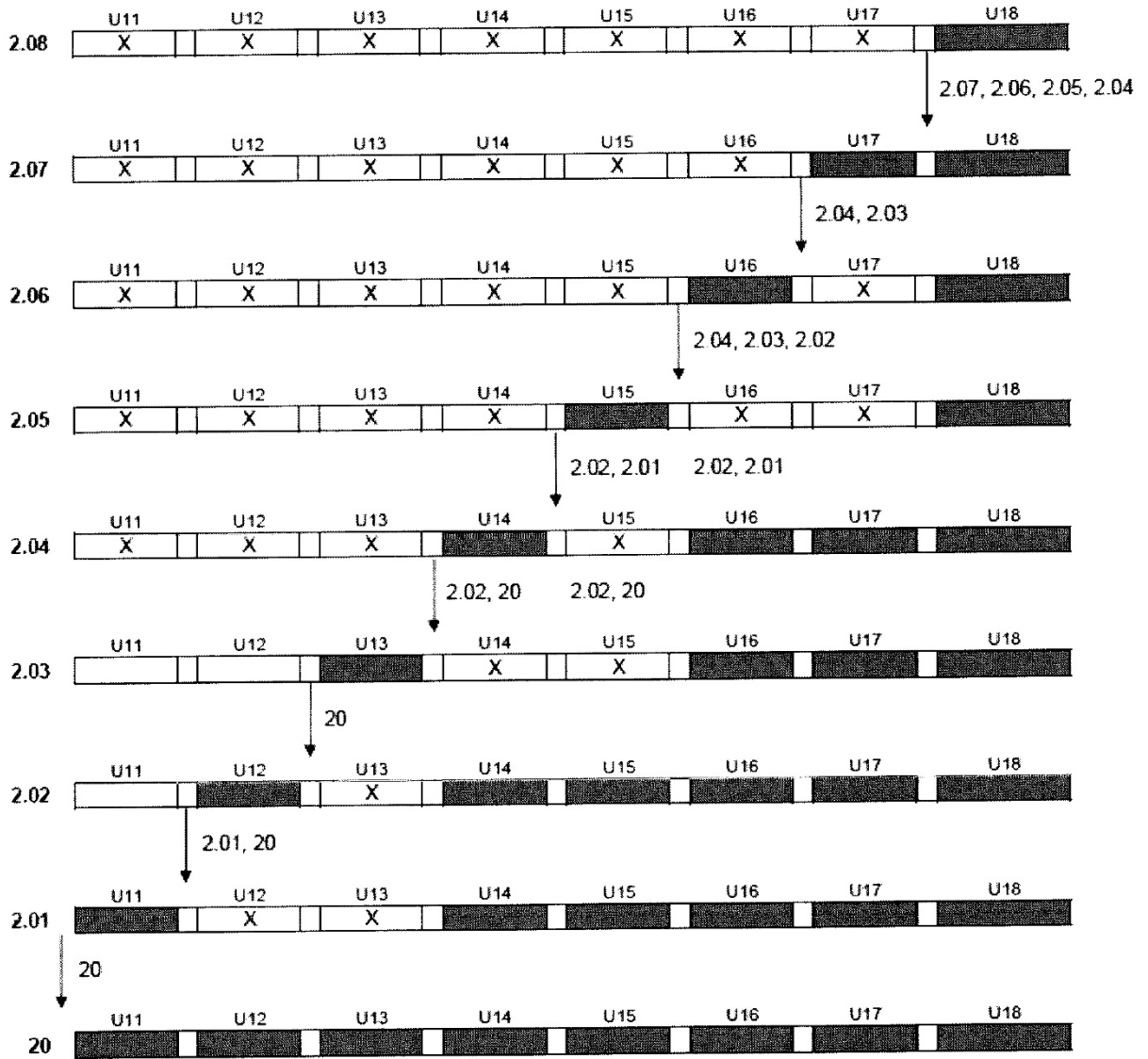


Fig. 8



**Fig. 9**