

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 944 126**

51 Int. Cl.:

G01K 7/42 (2006.01)

G01K 7/01 (2006.01)

E06B 9/68 (2006.01)

H02S 40/40 (2014.01)

E06B 9/11 (2006.01)

E06B 9/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2021** **E 21197960 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2023** **EP 3974614**

54 Título: **Procedimiento y sistema de medición de temperatura por medio de un módulo fotovoltaico**

30 Prioridad:

24.09.2020 FR 2009735

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

19.06.2023

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ENERGIE ATOMIQUE ET
AUX ENERGIES ALTERNATIVES (50.0%)
Bâtiment "Le Ponant D" 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR y
BHG (50.0%)**

72 Inventor/es:

**CHARENTREUIL, NICOLAS y
RENZI, VIRGINIE**

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES, S.L.P.

ES 2 944 126 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 de medición de temperatura por medio de un módulo fotovoltaico

5 **Campo técnico**

La presente descripción se refiere de manera general a sistemas que incorporan módulos fotovoltaicos y, más particularmente, está dirigida a un procedimiento y a un sistema de medición de temperatura por medio de un módulo fotovoltaico.

10 **Técnica anterior**

Se han propuesto muchos sistemas que comprenden uno o más módulos fotovoltaicos configurados para alimentar una carga, por ejemplo, una batería eléctrica.

En muchas situaciones, podría ser deseable medir una temperatura dentro del sistema, por ejemplo, con vistas a controlar un elemento del sistema en consecuencia.

Para hacerlo, convencionalmente se prevé una sonda de temperatura específica para esta medición.

Sin embargo, la incorporación de una sonda de este tipo dentro del sistema puede plantear dificultades.

Los documentos DE102013219494, FR2966943, FR2966942 y FR3060634 describen ejemplos de sistemas que incluyen módulos fotovoltaicos.

25 **Sumario de la invención**

Un modo de realización prevé un procedimiento de medición de temperatura en un sistema que incluye un módulo fotovoltaico y un dispositivo electrónico de control, que comprende las siguientes etapas:

- a) medir la tensión de circuito abierto V_{oc} del módulo fotovoltaico;
- b) medir la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo fotovoltaico, en función del valor de la tensión de circuito abierto V_{oc} medida en la etapa a) y del valor de la corriente de cortocircuito I_{sc} medida en la etapa b).

Según un modo de realización, en la etapa c), el dispositivo electrónico de control calcula el valor T de acuerdo con la siguiente relación:

[Matemática 6]

$$T = a(I_{sc}) \cdot V_{oc} + b(I_{sc}),$$

donde a y b son funciones polinómicas predefinidas de órdenes superiores o iguales a 1.

Según un modo de realización, a y b son funciones polinómicas de orden 2 definidas como sigue:

[Matemática 7]

$$a = a_{cd} \cdot I_{sc}^2 - b_{cd} \cdot I_{sc} - C_{cd}$$

[Matemática 8]

$$b = a_{oo} \cdot I_{sc}^2 - b_{oo} \cdot I_{sc} - C_{oo}$$

donde a_{cd} , b_{cd} , C_{cd} , a_{oo} , b_{oo} y C_{oo} son coeficientes fijos predeterminados.

Según un modo de realización, los coeficientes de las funciones polinómicas se determinan durante una fase de calibración preliminar y se almacenan en una memoria de un dispositivo electrónico de control del módulo.

Según un modo de realización, el procedimiento además comprende una etapa de cálculo, por medio del dispositivo electrónico de control, a partir del valor T calculado en la etapa c), de un valor T_{ext} representativo de la temperatura ambiente exterior al módulo fotovoltaico.

Según un modo de realización, el dispositivo electrónico de control calcula el valor T_{ext} a partir del valor T de acuerdo con una relación polinómica de orden superior o igual a 1.

Según un modo de realización, el dispositivo electrónico de control calcula el valor T_{ext} de acuerdo con la siguiente

relación:

[Matemática 9]

$$T_{ext} = a_r \cdot T + b_r$$

donde a_r y b_r son coeficientes fijos predeterminados.

Según un modo de realización, el procedimiento además incluye una etapa de control de un elemento controlable eléctricamente del sistema teniendo en cuenta el valor de temperatura calculado en la etapa c).

Otro modo de realización prevé un sistema que comprende un módulo fotovoltaico y un dispositivo electrónico de control configurado para implementar un procedimiento como el que se ha definido anteriormente.

Según un modo de realización, el sistema comprende un dispositivo de ocultación motorizado alimentado por el módulo fotovoltaico.

Breve descripción de los dibujos

Estas características y ventajas, así como otras, se expondrán en detalle en la siguiente descripción de modos de realización particulares hecha a título no limitativo en relación con las figuras adjuntas de entre las cuales:

la figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra esquemáticamente un ejemplo de un sistema que incorpora un módulo fotovoltaico;

la figura 2 representa esquemáticamente, en forma de bloques, un ejemplo de un sistema de medición de temperatura según un modo de realización; y

la figura 3 representa esquemáticamente, en forma de bloques, un ejemplo de un procedimiento de medición de temperatura según un modo de realización.

Descripción de los modos de realización

Los mismos elementos se han designado con las mismas referencias en las diferentes figuras. En particular, los elementos estructurales y/o funcionales comunes a los diversos modos de realización pueden tener las mismas referencias y pueden disponer de propiedades estructurales, dimensionales y materiales idénticas.

Por razones de claridad, solo se han representado y se detallan las etapas y los elementos útiles para la comprensión de los modos de realización descritos. En particular, no se han detallado los circuitos de control y procesamiento adaptados para implementar los procedimientos descritos, estando la realización de estos circuitos al alcance del experto en la materia a partir de las indicaciones de la presente descripción. Además, no se ha detallado la realización de los módulos fotovoltaicos de los sistemas descritos, siendo los modos de realización compatibles con todos o la mayoría de los módulos fotovoltaicos conocidos.

Salvo que se especifique lo contrario, cuando se hace referencia a dos elementos conectados entre sí, significa conectados directamente sin elementos intermedios distintos a los conductores y cuando se hace referencia a dos elementos conectados (en inglés "acoplados") entre sí, significa que estos dos elementos pueden estar conectados o unidos directamente por medio de uno o varios elementos distintos.

En la siguiente descripción, cuando se hace referencia a calificativos de posición absoluta, tales como los términos "delante", "detrás", "alto", "bajo", "izquierda", "derecha", etc., o relativa, tales como los términos "encima", "debajo", "superior", "inferior", etc., o a calificativos de orientación, tales como los términos "horizontal", "vertical", etc., a menos que se especifique lo contrario, se hace referencia a la orientación de las figuras o a un dispositivo en una posición normal de uso.

Salvo que se especifique lo contrario, las expresiones "en torno a", "aproximadamente", "sustancialmente" y "del orden de" significan con un margen del 10 %, preferentemente, con un margen del 5 %.

La figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra esquemáticamente un ejemplo de sistema 100 que incorpora un módulo fotovoltaico.

En este ejemplo, el sistema 100 es un dispositivo de ocultación motorizado de tipo persiana enrollable.

El dispositivo 100 incluye un delantal 102 constituido por un ensamblaje de varias lamas e incluye, además, un árbol motorizado (no visible en la figura 1) sobre el que se puede enrollar el delantal 102 y a partir del cual se puede desenrollar el delantal 102.

El dispositivo 100 además incluye un generador fotovoltaico o módulo fotovoltaico 104, que incluye uno o varios paneles fotovoltaicos. A modo de ejemplo, el dispositivo 100 incluye un cajón 106 en el que se dispone el árbol motorizado, estando el o los paneles fotovoltaicos del módulo fotovoltaico 104 dispuestos sobre el cajón 106.

El dispositivo 100 incluye, asimismo, una batería eléctrica 108 alimentada con energía eléctrica por el módulo fotovoltaico 104 y que alimenta con energía eléctrica el dispositivo 100 y, en particular, el motor de arrastre (no visible en la figura 1) del árbol de enrollamiento del delantal 102. A modo de ejemplo, la batería 108 se dispone en el cajón 106.

El dispositivo 100 además incluye un dispositivo electrónico de control 110, que permite, en concreto, controlar el motor del dispositivo. A modo de ejemplo, el dispositivo de control 110 se dispone en el interior del cajón 106.

El dispositivo electrónico de control 110 puede comprender varios sensores, así como un circuito electrónico de procesamiento de los datos medidos por los sensores. A modo de ejemplo, el circuito electrónico de procesamiento comprende una unidad de procesamiento de tipo microcontrolador y además puede comprender uno o más circuitos de memoria.

El dispositivo de ocultación 100 está destinado a montarse delante de una abertura (no visible en la figura 1) de un edificio, adecuada para dejar pasar la luz, por ejemplo, delante de una ventana equipada con un cristal transparente.

En este ejemplo, el dispositivo electrónico de control 110 está configurado para implementar el denominado procedimiento de control automático inteligente del dispositivo de ocultación, teniendo en cuenta, en concreto, la irradiación solar y la temperatura exterior. Un procedimiento de este tipo permite gestionar los aportes solares en el edificio, por ejemplo, impulsando la apertura de las persianas expuestas al sol cuando las temperaturas exteriores son bajas y/o cerrando las persianas las persianas expuestas al sol cuando las temperaturas exteriores son altas.

El dispositivo electrónico de control 110 puede estimar la irradiación solar midiendo la corriente de cortocircuito del módulo fotovoltaico 104.

En cuanto a la temperatura exterior, esta se puede medir por medio de una sonda de temperatura. La provisión de una sonda de este tipo, sin embargo, induce un coste adicional. Asimismo, la incorporación de una sonda de este tipo en el dispositivo 100 puede presentar dificultades.

Según un aspecto de un modo de realización, se prevé utilizar el módulo fotovoltaico 104 para estimar la temperatura.

Para ello, el dispositivo de control 110 está configurado para, durante una fase de medición de temperatura, medir la tensión de circuito abierto V_{oc} del módulo fotovoltaico 104, medir la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo fotovoltaico 104, a continuación, calcular un valor T representativo de la temperatura del módulo fotovoltaico 104, en función del valor de la tensión de circuito abierto V_{oc} y del valor de la corriente de cortocircuito I_{sc} .

Los inventores han determinado que independientemente de cuál sea el valor de la irradiación solar, siempre que este último no sea despreciable, por ejemplo, superior o igual a 10 W/m^2 , preferentemente, superior o igual a 50 W/m^2 y, aún más preferentemente, superior o igual a 100 W/m^2 , existe, para cada valor de irradiación solar, una relación sustancialmente lineal entre la temperatura T del módulo fotovoltaico 104 y su tensión de circuito abierto V_{oc} , en forma de:

[Matemática 1]

$$T = a \cdot V_{oc} + b$$

donde a y b son coeficientes que varían en función de la irradiación solar I_{ir} .

La irradiación solar I_{ir} se puede determinar a su vez midiendo la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo fotovoltaico. En efecto, para un módulo fotovoltaico dado, la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo varía linealmente en función de la irradiación solar I_{ir} .

Los inventores han determinado que el coeficiente principal a de la ecuación Matemática 1 anterior se puede aproximar a partir de la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo, mediante la siguiente relación polinómica de orden 2:

[Matemática 2]

$$a = a_{cd} \cdot I_{sc}^2 - b_{cd} \cdot I_{sc} - c_{cd}$$

donde a_{cd} , b_{cd} y c_{cd} son coeficientes fijos que dependen únicamente de las características del módulo fotovoltaico 104.

De forma similar, es posible aproximarse a la ordenada en el origen b de la ecuación Matemática 1 anterior a partir de la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo, mediante la siguiente relación polinómica de orden 2:

[Matemática 3]

5

$$b = a_{00} \cdot I_{sc}^2 - b_{00} \cdot I_{sc} - c_{00}$$

donde a_{00} , b_{00} y c_{00} son coeficientes fijos que dependen únicamente de las características del módulo fotovoltaico 104.

10 De este modo, el dispositivo de control 110 puede calcular la temperatura estimada T del módulo fotovoltaico 104, según la siguiente relación:

[Matemática 4]

15

$$T = (a_{cd} \cdot I_{sc}^2 - b_{cd} \cdot I_{sc} - c_{cd}) \cdot V_{oc} + (a_{00} \cdot I_{sc}^2 - b_{00} \cdot I_{sc} - c_{00})$$

Un sensor de tensión y un sensor de corriente del dispositivo electrónico de control 110 pueden medir, respectivamente, la tensión V_{oc} y la corriente I_{sc} . El dispositivo de control 110 puede comprender asimismo interruptores controlables para poner el módulo fotovoltaico en circuito abierto durante la medición de la tensión V_{oc} y en cortocircuito durante la medición de la corriente I_{sc} .

20

Los coeficientes a_{cd} , b_{cd} , c_{cd} , a_{00} , b_{00} y c_{00} se pueden determinar durante una fase de calibración, en la creación del módulo fotovoltaico 104, luego se almacenan en una memoria del dispositivo de control 110. Para determinar los coeficientes a_{cd} , b_{cd} , c_{cd} , a_{00} , b_{00} y c_{00} , el módulo 104 se puede colocar en un banco de calibración que permite variar la irradiación y la temperatura. A continuación, se barre el rango de valores de irradiación a los que es probable que el módulo se vea sometido en condiciones reales de uso. Para cada valor de irradiación, se varía la temperatura de forma que se barra el rango de temperaturas que el módulo puede adoptar en condiciones reales de uso. Para cada valor de irradiación y para cada valor de temperatura, se mide la tensión de circuito abierto V_{oc} del módulo y se determina la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo. Los coeficientes a_{cd} , b_{cd} , c_{cd} , a_{00} , b_{00} y c_{00} se determinan a continuación, por regresión polinómica de orden 2 a partir de las medidas realizadas.

25

30

El procedimiento descrito anteriormente permite estimar, a partir de una simple medición de la tensión de circuito abierto V_{oc} y de la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo fotovoltaico 104, la temperatura T del módulo y esto mediante un simple cálculo que requiere recursos de cálculo limitados y que puede implementarse fácilmente mediante un circuito electrónico de control a bordo de un sistema que incorpora el módulo fotovoltaico.

35

En la práctica, la temperatura T del módulo fotovoltaico varía en función de la temperatura ambiente exterior T_{ext} . La relación entre la temperatura T y la temperatura T_{ext} puede aproximarse mediante una relación lineal. El dispositivo electrónico de control 110 está configurado, por ejemplo, para calcular una estimación de la temperatura ambiente exterior

40

T_{ext} a partir de la temperatura estimada T del módulo fotovoltaico, mediante la siguiente relación:

[Matemática 5]

45

$$T_{ext} = a_r \cdot T + b_r$$

donde a_r y b_r son coeficientes constantes que dependen de la instalación considerada, que representa la compensación de temperatura y un cambio de fase térmica entre el módulo fotovoltaico y el entorno exterior.

50

El dispositivo de control 110 puede calcular, por ejemplo, la temperatura T_{ext} para la aplicación mencionada anteriormente de manejo inteligente de la persiana enrollable.

55

Pudiéndose determinar los coeficientes a_r y b_r durante una fase de calibración previa al diseño o instalación del sistema, por regresión lineal a partir de datos medidos empíricamente y almacenados en una memoria del dispositivo electrónico de control 110.

60

El método descrito anteriormente permite obtener una estimación precisa de la temperatura T del módulo fotovoltaico y/o de la temperatura ambiente exterior T_{ext} del módulo, directamente a partir de las mediciones de las señales eléctricas de corriente y tensión en los terminales del módulo. Por lo tanto, es posible prescindir de una sonda de temperatura específica para estas mediciones.

65

Los modos de realización descritos no se limitan a la antedicha aplicación en un sistema de tipo persiana enrollable motorizada. De manera más general, la solución propuesta puede aplicarse en cualquier sistema que comprenda un módulo fotovoltaico y en el que se desee poder medir la temperatura del módulo y/o de su entorno exterior. Por ejemplo, el módulo fotovoltaico se puede instalar en el tejado de un edificio. La temperatura T del módulo puede, por

ejemplo, ser aprovechada por un dispositivo electrónico de control para activar mecanismos de protección, por ejemplo, para evitar sobrecalentamientos. En cuando a la temperatura T_{ext} del entorno exterior puede ser aprovechada por un dispositivo electrónico de control para manejar automáticamente un sistema de calefacción o refrigeración del edificio, o, ser simplemente transmitida al usuario a través de un dispositivo de visualización electrónico, para su información.

La figura 2 representa esquemáticamente, en forma de bloques, un ejemplo de un sistema 100 de medición de temperatura según un modo de realización. El sistema 100 de la figura 2 puede ser un sistema del tipo descrito en relación con la figura 1, o, de manera más general, cualquier sistema que incorpore un módulo fotovoltaico 104. El sistema 100 comprende un dispositivo electrónico de control 110 conectado al módulo fotovoltaico 104 y adaptado para medir la tensión de circuito abierto V_{oc} y la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo. El dispositivo electrónico de control 110 además está conectado a un elemento controlable eléctricamente 102 del sistema. El dispositivo electrónico 110 está configurado para estimar la temperatura T del módulo fotovoltaico 104 y/o la temperatura exterior T_{ext} a partir de la tensión V_{oc} y de la corriente I_{sc} y controlar en consecuencia el elemento 102.

La figura 3 representa esquemáticamente, en forma de bloques, un ejemplo de un procedimiento de medición de temperatura según un modo de realización, implementado por el dispositivo electrónico de control 110 en un sistema del tipo descrito en relación con la figura 2.

El procedimiento comprende una etapa 301 de medición de la tensión de circuito abierto V_{oc} del módulo 104, seguida de una etapa 303 de medición de la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo. En la práctica, el orden de las etapas 301 y 303 se puede invertir.

El procedimiento además comprende, después de las etapas 301 y 303, una etapa 305 de cálculo de la temperatura T del módulo y/o de la temperatura ambiente T_{ext} del entorno a partir de la tensión V_{oc} y de la corriente I_{sc} , tal como se ha descrito anteriormente en relación con la figura 1.

El procedimiento además comprende, después de la etapa 305, una etapa 307 de control de un elemento 102 del sistema teniendo en cuenta la temperatura calculada en la etapa 305.

Se han descrito diversos modos de realización y variantes. En particular, los modos de realización descritos no se limitan a los ejemplos de aplicaciones mencionados explícitamente más arriba, pero se pueden adaptar a cualquier sistema que incorpore un módulo fotovoltaico y en el que se pueda aprovechar una medición de temperatura del módulo fotovoltaico y/o de su entorno.

Además, el experto en la materia apreciará que algunas de las ecuaciones matemáticas mencionadas anteriormente se pueden adaptar en función de la aplicación y la precisión requerida. De este modo, por ejemplo, para aumentar la precisión de la estimación de la temperatura T del módulo, los coeficientes a y b de la ecuación Matemática 1 mencionada anteriormente pueden expresarse y calcularse mediante una relación polinómica de orden superior a 2. A la inversa, si no es necesaria una precisión elevada y para simplificar los cálculos a implementar por el dispositivo electrónico de control 110, los coeficientes a y b pueden expresarse mediante una relación polinómica de orden 1 (relación lineal). De forma similar, para aumentar la precisión de la estimación de la temperatura ambiente exterior T_{ext} , la aproximación lineal expresada por la ecuación Matemática 5 mencionada anteriormente puede ser reemplazada por una aproximación polinómica de orden superior o igual a 2.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de medición de temperatura en un sistema que incluye un módulo fotovoltaico (104) y un dispositivo electrónico de control (110), que comprende las siguientes etapas:

- a) medir (301) la tensión de circuito abierto V_{oc} del módulo fotovoltaico;
 b) medir (303) la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo fotovoltaico; y
 c) calcular (305), por medio de un dispositivo electrónico de control (110), un valor T representativo de la temperatura del módulo fotovoltaico, en función del valor de la tensión de circuito abierto V_{oc} medida en la etapa a) y del valor de la corriente de cortocircuito I_{sc} medida en la etapa b),
estando dicho procedimiento caracterizado por que,
 en la etapa c), el dispositivo electrónico de control (110) calcula el valor T de acuerdo con la siguiente relación:

[Matemática 6]

$$T = a(I_{sc}) \cdot V_{oc} + b(I_{sc}),$$

donde a y b son funciones polinómicas predefinidas de órdenes superiores o iguales a 1,
 y en donde los coeficientes de dichas funciones polinómicas se determinan durante una fase de calibración preliminar y se almacenan en una memoria de un dispositivo electrónico de control (110) del módulo.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde a y b son funciones polinómicas de orden 2 definidas como sigue:

[Matemática 7]

$$a = a_{cd} \cdot I_{sc}^2 - b_{cd} \cdot I_{sc} - c_{cd}$$

[Matemática 8]

$$b = a_{oo} \cdot I_{sc}^2 - b_{oo} \cdot I_{sc} - c_{oo}$$

donde a_{cd} , b_{cd} , c_{cd} , a_{oo} , b_{oo} y c_{oo} son coeficientes fijos predeterminados.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, que además comprende una etapa de cálculo, por medio del dispositivo electrónico de control (110), a partir del valor T calculado en la etapa c), de un valor T_{ext} representativo de la temperatura ambiente exterior al módulo fotovoltaico (104).

4. Procedimiento según la reivindicación 3, en donde el dispositivo electrónico de control (110) calcula el valor T_{ext} a partir del valor T de acuerdo con una relación polinómica de orden superior o igual a 1.

5. Procedimiento según la reivindicación 3 o 4, en donde el dispositivo electrónico de control (110) calcula el valor T_{ext} de acuerdo con la siguiente relación:

[Matemática 9]

$$T_{ext} = a_r \cdot T + b_r$$

donde a_r y b_r son coeficientes fijos predeterminados.

6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que además incluye una etapa de control de un elemento controlable eléctricamente (102) del sistema teniendo en cuenta el valor de temperatura calculado en la etapa c).

7. Sistema (100) que comprende un módulo fotovoltaico (104) y un dispositivo electrónico de control (110) configurado para implementar un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

8. Sistema (100) según la reivindicación 7, que comprende un dispositivo de ocultación motorizado alimentado por el módulo fotovoltaico (104).

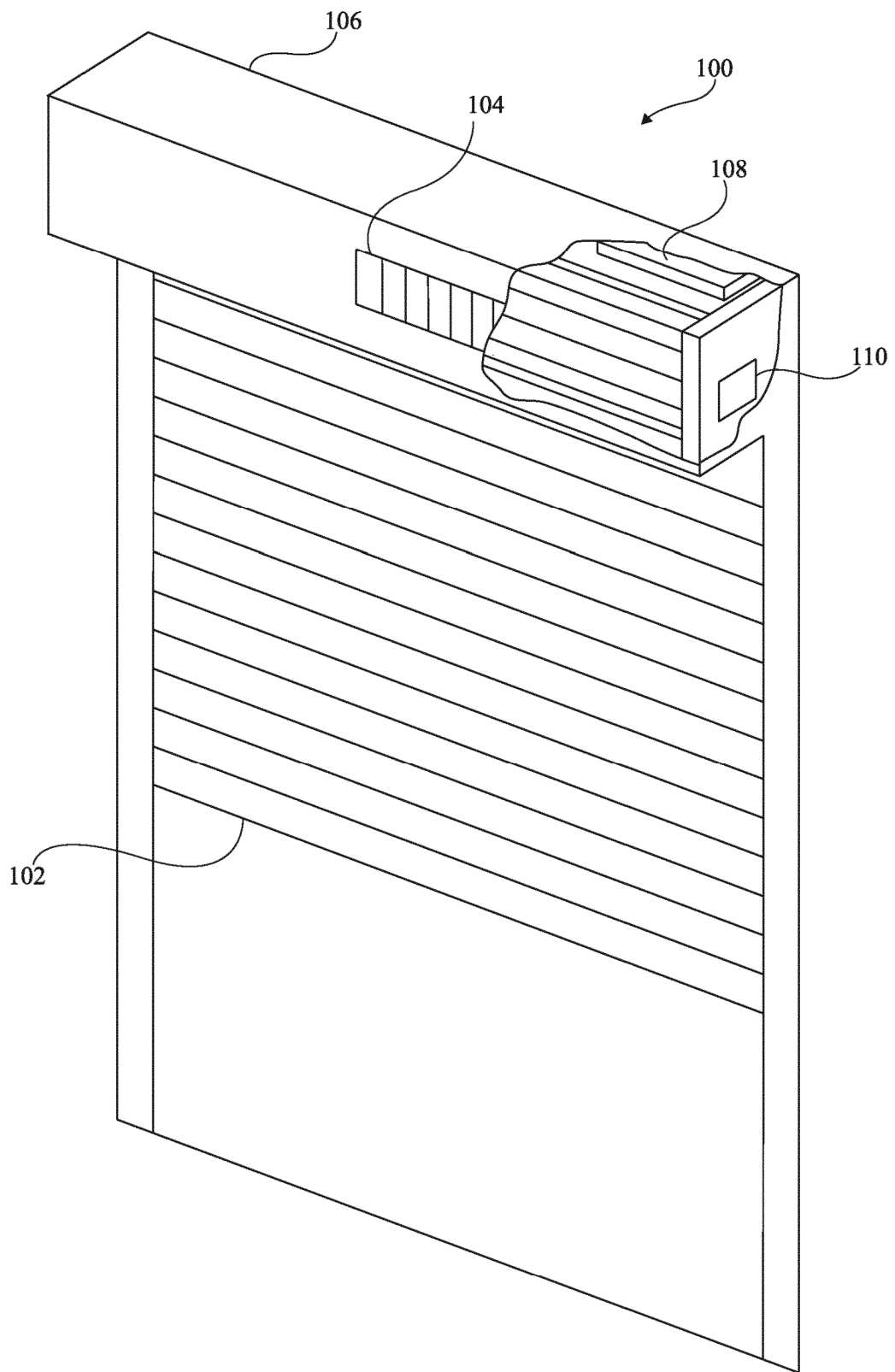


Fig 1

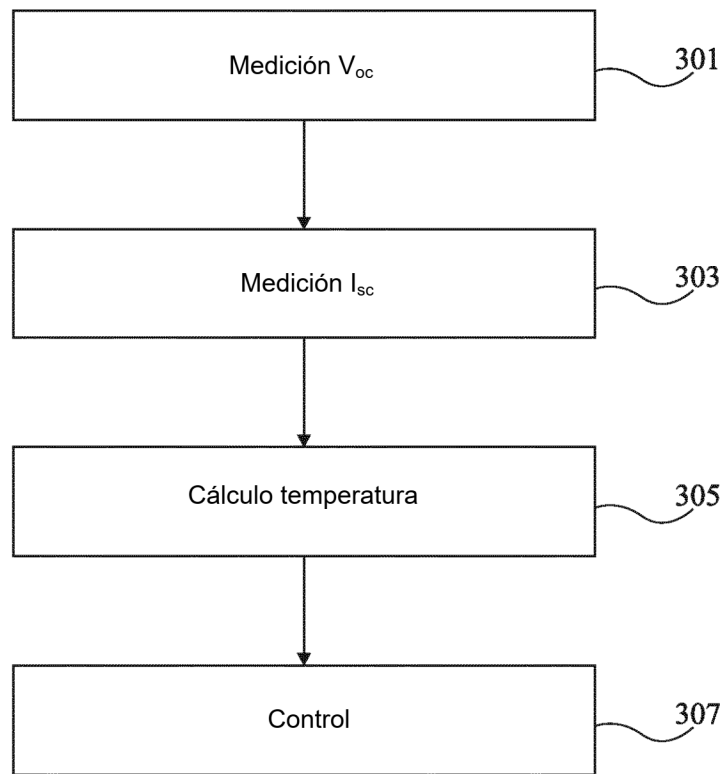


Fig 3

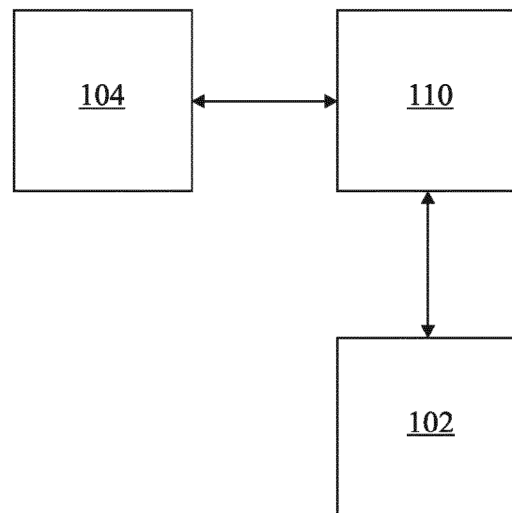


Fig 2