

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 976 188**

51 Int. Cl.:

G01K 7/01 (2006.01)

G01K 7/42 (2006.01)

E06B 9/68 (2006.01)

H02S 40/40 (2014.01)

E06B 9/24 (2006.01)

E06B 9/11 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2023** **E 23156417 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2024** **EP 4230980**

54 Título: **Procedimiento para determinar la temperatura ambiente exterior en un sistema que comprende un módulo fotovoltaico y sistema correspondiente**

30 Prioridad:

18.02.2022 FR 2201446

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

26.07.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CHARENTREUIL, NICOLAS y
LESPINATS, SYLVAIN**

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES, S.L.P.

ES 2 976 188 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 para determinar la temperatura ambiente exterior en un sistema que comprende un módulo fotovoltaico y sistema correspondiente

Campo técnico

[0001] La presente descripción se refiere en general a sistemas que integran módulos fotovoltaicos y, más particularmente, se refiere a un procedimiento y a un sistema para medir la temperatura utilizando un módulo fotovoltaico.

Técnica anterior

[0002] Se han propuesto muchos sistemas que comprenden uno o más módulos fotovoltaicos configurados para alimentar una carga, por ejemplo, una batería eléctrica. Se hace referencia a este respecto en las solicitudes de patente DE102013219494 A1, FR2966943 A1, FR2966942 A1, FR3060634, A1.

[0003] En muchas situaciones, puede ser deseable medir una temperatura dentro del sistema, por ejemplo, con vistas a dirigir en consecuencia un elemento del sistema.

[0004] Para hacer esto, convencionalmente, se proporciona una sonda de temperatura dedicada a esta medición.

[0005] Sin embargo, la integración de una sonda de este tipo en el sistema puede plantear dificultades.

Sumario de la invención

[0006] Una realización proporciona un procedimiento para determinar la temperatura ambiente exterior T_a en un sistema que comprende un módulo fotovoltaico, que comprende las siguientes etapas:

- a) medir la corriente de cortocircuito I_{sc} y la tensión de circuito abierto V_{oc} del módulo fotovoltaico;
- b) calcular la temperatura ambiente exterior T_a , mediante un dispositivo de procesamiento electrónico, en función del valor de la corriente de cortocircuito I_{sc} y del valor de la tensión de circuito abierto V_{oc} medidos en la etapa a), utilizando un modelo matemático polinómico único con dos variables de entrada.

[0007] Según una realización, el modelo polinómico utilizado en la etapa b) por el dispositivo de procesamiento electrónico es un modelo de orden mayor o igual a 1 que comprende coeficientes fijos determinados durante una fase de calibración previa y almacenados en una memoria del dispositivo de procesamiento electrónico.

[0008] Según una realización, el modelo polinómico utilizado en la etapa b) por el dispositivo de procesamiento electrónico es un modelo multilinear de orden 1 definido por la siguiente relación:

[Ecuación matemática 9]

$$T_a(I_{sc}, V_{oc}) = a \times I_{sc} + b \times V_{oc} + c,$$

donde a, b y c son los coeficientes fijos del modelo, determinados durante la fase de calibración previa y almacenados en dicha memoria del dispositivo de procesamiento electrónico.

[0009] Según una realización, el modelo polinómico utilizado en la etapa b) por el dispositivo de procesamiento electrónico es un modelo de orden 2 definido por la siguiente relación:

[Ecuación matemática 10]

$$T_a(I_{sc}, V_{oc}) = a \times I_{sc}^2 + b \times V_{oc}^2 + c \times I_{sc} \times V_{oc} + d \times I_{sc} + e \times V_{oc} + f,$$

donde a, b, c, d, e y f son los coeficientes fijos del modelo, determinados durante la fase de calibración previa y almacenados en dicha memoria del dispositivo de procesamiento electrónico.

[0010] Según una realización, el modelo polinómico utilizado en la etapa b) por el dispositivo de procesamiento electrónico es un modelo de orden n mayor que 2, definido por la siguiente relación:

[Ecuación matemática 11]

$$T_a(I_{sc}, V_{oc}) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n a_{i,j} \times I_{sc}^i \times V_{oc}^j,$$

donde i y j son números enteros que van de 1 a n y los valores $a_{i,j}$ son los coeficientes fijos del modelo, determinados durante la fase de calibración previa y almacenados en dicha memoria del dispositivo de procesamiento electrónico.

5 **[0011]** Según una realización, en la etapa a), el valor de la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo fotovoltaico se determina midiendo una tensión en los terminales de una resistencia de derivación conectada a los terminales del módulo fotovoltaico.

10 **[0012]** Según una realización, el valor de la resistencia de derivación es tal que la tensión en los terminales de la resistencia de derivación al medir la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo fotovoltaico es inferior al 5 % de la tensión de circuito abierto V_{oc} del módulo fotovoltaico.

[0013] Según una realización, el procedimiento comprende además una etapa de dirigir un elemento dirigible eléctricamente del sistema teniendo en cuenta el valor de la temperatura ambiente T_a calculado en la etapa b).

15 **[0014]** Otra realización proporciona un sistema que comprende un módulo fotovoltaico y un dispositivo de procesamiento electrónico configurado para implementar un procedimiento tal como se ha definido anteriormente.

20 **[0015]** Según una realización, el sistema comprende un dispositivo de ocultación motorizado alimentado por el módulo fotovoltaico.

Breve descripción de los dibujos

25 **[0016]** 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 que:

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

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

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

Descripción de las realizaciones

40 **[0017]** Se han denominado unos mismos elementos con unas mismas referencias en las diferentes figuras. En particular, los elementos estructurales y/o funcionales comunes a los diferentes modos de realización pueden presentar las mismas referencias y pueden disponer de propiedades estructurales, dimensionales y materiales idénticas.

45 **[0018]** Por motivos de claridad, solo se han representado y se detallan las etapas y 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 producción de dichos circuitos al alcance del experto en la materia a partir de las indicaciones de la presente descripción. Asimismo, no se ha detallado la producción de los módulos fotovoltaicos de los sistemas descritos, siendo las realizaciones compatibles con todos o la mayoría de los módulos fotovoltaicos conocidos.

50 **[0019]** Salvo que se indique lo contrario, cuando se hace referencia a dos elementos conectados entre sí, esto significa directamente conectados sin elementos intermedios que no sean unos conductores y cuando se hace referencia a dos elementos unidos ("coupled" en inglés) entre sí, esto significa que estos dos elementos pueden conectarse o unirse por medio de uno u otros varios elementos.

55 **[0020]** En la descripción que sigue, cuando se hace referencia a unos calificativos de posición absoluta, tales como los términos "delantero", "trasero", "arriba", "abajo", "izquierda", "derecha", etc. o relativa, tales como los términos "encima", "debajo", "superior", "inferior", etc. o a unos calificativos de orientación, tales como los términos "horizontal", "vertical", etc., se hace referencia, salvo precisión contraria, a la orientación de las figuras o a un dispositivo en una posición normal de utilización.

60 **[0021]** Salvo que se indique lo contrario, las expresiones "alrededor de", "aproximadamente", "sustancialmente" y "del orden de" significan con un 10 % de aproximación, preferentemente con un 5 % de aproximación.

65 **[0022]** La figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra esquemáticamente un ejemplo de un sistema 100 que integra un módulo fotovoltaico.

[0023] En este ejemplo, el sistema 100 es un dispositivo de ocultación motorizado del tipo persiana enrollable.

[0024] El dispositivo 100 comprende un tablero 102 constituido por un conjunto de varias láminas, y comprende además un árbol motorizado (no visible en la figura 1) sobre el cual se puede enrollar el tablero 102 y desde el cual se puede desenrollar el tablero 102.

[0025] El dispositivo 100 comprende además un generador fotovoltaico o módulo fotovoltaico 104, que comprende uno o varios paneles fotovoltaicos. A modo de ejemplo, el dispositivo 100 comprende una caja 106 en la que está dispuesto el árbol motorizado. El o los paneles fotovoltaicos del módulo fotovoltaico 104 están dispuestos, por ejemplo, en la caja 106.

[0026] El dispositivo 100 comprende además una batería eléctrica 108 alimentada con energía eléctrica por el módulo fotovoltaico 104 y que suministra energía eléctrica al dispositivo 100, y en particular al motor de accionamiento (no visible en la Figura 1) del árbol de enrollado del tablero 102. A modo de ejemplo, la batería 108 se coloca en la caja 106.

[0027] El dispositivo 100 comprende además un dispositivo de control electrónico 110, que permite, en particular, dirigir el motor del dispositivo. A modo de ejemplo, el dispositivo de control 110 está dispuesto dentro de la caja 106.

[0028] El dispositivo de control electrónico 110 puede comprender varios sensores, así como un circuito electrónico para el procesamiento de los datos medidos por los sensores. A modo de ejemplo, el circuito de procesamiento electrónico comprende una unidad de procesamiento de tipo microcontrolador, y puede comprender además uno o más circuitos de memoria.

[0029] El dispositivo de ocultación 100 está destinado a montarse delante de una apertura (no visible en la Figura 1) de un edificio, capaz de dejar pasar la luz, por ejemplo, delante de una ventana equipada con cristal transparente.

[0030] En este ejemplo, el dispositivo de control electrónico 110 está configurado para implementar un llamado procedimiento de dirección automática inteligente del dispositivo de ocultación, teniendo en cuenta en particular la irradiación solar y la temperatura exterior. Este procedimiento permite gestionar los aportes solares en el edificio, por ejemplo, favoreciendo la apertura de las contraventanas expuestas al sol cuando las temperaturas exteriores son bajas, y/o cerrando las contraventanas expuestas al sol cuando las temperaturas exteriores son altas.

[0031] La irradiación solar puede estimarse mediante el dispositivo de control electrónico 110 midiendo la corriente de cortocircuito del módulo fotovoltaico 104.

[0032] La temperatura exterior se puede medir mediante una sonda de temperatura. Sin embargo, la provisión de dicha sonda conlleva un coste adicional. Además, la integración de dicha sonda en el dispositivo 100 puede presentar dificultades.

[0033] Según un aspecto de un modo de realización, está previsto utilizar el módulo fotovoltaico 104 para estimar la temperatura.

[0034] Para esto, 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_a representativo de la temperatura ambiente en las proximidades 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} .

[0035] Por temperatura ambiente, se entiende en este caso a la temperatura del aire ambiente exterior, es decir, del aire fuera del módulo, en las proximidades del módulo, por ejemplo, a una distancia de 1 a 30 cm del módulo, por ejemplo, a una distancia de 1 a 10 cm del módulo.

[0036] En la práctica, los inventores han determinado que cualquiera que sea el valor de la irradiación solar, siempre que este último no sea despreciable, por ejemplo, mayor o igual a 10 W/m^2 , preferentemente mayor o igual a 50 W/m^2 , y más preferentemente aún mayor 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} , de forma:

[Ecuación matemática 1]

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

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

[0037] La irradiación solar I_{rr} puede determinarse midiendo la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo fotovoltaico.

De hecho, para un módulo fotovoltaico determinado, la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo varía linealmente en función de la irradiación solar I_{rr} .

[0038] Los inventores han determinado que el coeficiente principal a de la ecuación matemática 1 anterior puede aproximarse a partir de la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo por una relación polinómica de orden mayor o igual a 1, por ejemplo, mediante la siguiente relación polinómica de orden 2:

[Ecuación matemática 2]

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

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

[0039] De forma similar, la intersección b de la ecuación de Matemática 1 anterior se puede aproximar a partir de la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo por una relación polinómica de orden mayor o igual a 1, por ejemplo, mediante la siguiente relación polinómica de orden 2:

[Ecuación matemática 3]

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

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

[0040] De este modo, la temperatura estimada T del módulo fotovoltaico 104 puede aproximarse, por ejemplo, por la siguiente relación:

[Ecuación matemática 4]

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

[0041] Por otro lado, la temperatura T del módulo fotovoltaico varía en función de la temperatura ambiente exterior T_a y la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo (en sí mismo representativo de la irradiación solar).

[0042] Más particularmente, para cualquier temperatura dada T del módulo fotovoltaico, la relación entre la temperatura ambiente T_a y la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo es sustancialmente lineal.

[0043] De este modo, la temperatura ambiente exterior T_a puede aproximarse mediante la siguiente relación:

[Ecuación matemática 5]

$$T_a = A \times I_{sc} + B$$

donde A y B son coeficientes que varían en función de la temperatura T del módulo fotovoltaico.

[0044] Los inventores han determinado que el coeficiente principal A de la ecuación matemática 5 anterior puede aproximarse a partir de la temperatura T del módulo fotovoltaico mediante una relación polinómica de orden mayor o igual a 1, por ejemplo, mediante la siguiente relación polinómica de orden 2:

[Ecuación matemática 6]

$$A = A_{cd} \times T^2 - B_{cd} \times T - C_{cd}$$

donde A_{cd} , B_{cd} y C_{cd} son coeficientes fijos que dependen únicamente de las características del módulo fotovoltaico 104 y de su integración en el sistema considerado (en particular de su acoplamiento térmico con otros elementos del sistema).

[0045] De forma similar, la intersección B de la ecuación matemática 5 anterior se puede aproximar a partir de la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo por una relación polinómica de orden mayor o igual a 1, por ejemplo, mediante la siguiente relación polinómica de orden 2:

[Ecuación matemática 7]

$$B = A_{oo} \times T^2 - B_{oo} \times T - C_{oo}$$

donde A_{oo} , B_{oo} y C_{oo} son coeficientes fijos que dependen únicamente de las características del módulo fotovoltaico 104 y de su integración en el sistema considerado.

[0046] De este modo, la temperatura ambiente T_a en las proximidades del módulo fotovoltaico 104 se puede aproximar, por ejemplo, por la siguiente relación:

[Ecuación matemática 8]

$$T_a = (A_{cd} \times T^2 - B_{cd} \times T - C_{cd}) \times I_{sc} + (A_{oo} \times T^2 - B_{oo} \times T - C_{oo})$$

[0047] De este modo, es posible, a partir de una medición de la tensión de circuito abierto V_{oc} y la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo, mediante un primer modelo matemático definido, por ejemplo, por la ecuación matemática 4 anterior, estimar la temperatura T del módulo fotovoltaico 104, luego, a partir de la temperatura T estimada utilizando el primer modelo y la medición de la corriente I_{sc} , mediante un segundo modelo matemático definido, por ejemplo, por la ecuación matemática 8 anterior, estimar la temperatura ambiente T_a en las proximidades del módulo.

[0048] Sin embargo, una desventaja de este enfoque es que los errores introducidos por los dos modelos de aproximación sucesivos se combinan, lo que limita la precisión de la estimación de la temperatura ambiente T_a .

[0049] Según un aspecto de un modo de realización, se prevé estimar la temperatura ambiente T_a en las proximidades del módulo directamente a partir de una medición de la tensión de circuito abierto V_{oc} y de la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo, utilizando para esto un modelo matemático polinómico único con dos variables de entrada V_{oc} y I_{sc} . Esto permite prescindir de la etapa intermedia de calcular la temperatura T del módulo. Esto también permite minimizar el error de aproximación ligado a la inexactitud del modelo en la estimación de la temperatura ambiente T_a .

[0050] A modo de ejemplo, el modelo es un modelo multilinear (polinómico de orden 1), definido por la siguiente relación:

[Ecuación matemática 9]

$$T_a(I_{sc}, V_{oc}) = a \times I_{sc} + b \times V_{oc} + c$$

donde a , b y c son coeficientes fijos que dependen únicamente de las características del módulo fotovoltaico 104 y de su integración en el sistema considerado (en particular su acoplamiento térmico con otros elementos del sistema).

[0051] Como variante, el modelo es un modelo polinómico de orden 2, definido por la siguiente relación:

[Ecuación matemática 10]

$$T_a(I_{sc}, V_{oc}) = a \times I_{sc}^2 + b \times V_{oc}^2 + c \times I_{sc} \times V_{oc} + d \times I_{sc} + e \times V_{oc} + f$$

donde a , b , c , d , e y f son coeficientes fijos que dependen únicamente de las características del módulo fotovoltaico 104 y de su integración en el sistema considerado (en particular su acoplamiento térmico con otros elementos del sistema).

[0052] Como variante, el modelo $T_a(I_{sc}, V_{oc})$ es un modelo polinómico de orden n , siendo n un número entero mayor que 2, definido por la siguiente relación:

[Ecuación matemática 11]

$$T_a(I_{sc}, V_{oc}) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n a_{i,j} \times I_{sc}^i \times V_{oc}^j$$

donde i y j son números enteros que van de 0 a n y los valores $a_{i,j}$ son coeficientes fijos que dependen únicamente de las características del módulo fotovoltaico 104 y de su integración en el sistema considerado (en particular su acoplamiento térmico con otros elementos del sistema).

[0053] La temperatura ambiente estimada T_a en las proximidades del módulo fotovoltaico 104 puede ser calculada por el dispositivo de control 110 usando el modelo multilinear $T_a(I_{sc}, V_{oc})$.

[0054] La tensión V_{oc} y la corriente I_{sc} se pueden medir respectivamente mediante un sensor de tensión y mediante un sensor de corriente del dispositivo de control electrónico 110. El dispositivo de control 110 también puede incluir interruptores controlables para poner el módulo fotovoltaico en circuito abierto al medir la tensión V_{oc} y en cortocircuito

al medir la corriente I_{sc} .

[0055] La corriente I_{sc} se determina, por ejemplo, midiendo una tensión en los terminales de una resistencia de derivación conectada a los terminales del módulo fotovoltaico. La resistencia de derivación utilizada para medir la corriente de cortocircuito I_{sc} es preferentemente relativamente débil para obtener una medición precisa. A modo de ejemplo, la resistencia de derivación es tal que la caída de tensión en los terminales de la resistencia de derivación durante la medición de la corriente I_{sc} no excede el 5 %, y es preferentemente del orden del 1 % del valor de la tensión de circuito abierto V_{oc} del módulo. Por ejemplo, para un módulo fotovoltaico que tiene una tensión de circuito abierto V_{oc} del orden de 7,5 V y una corriente de cortocircuito I_{sc} del orden de 0,75 A, se puede proporcionar una resistencia de derivación del orden de 0,1 ohmios (lo que lleva a una caída de tensión en los terminales de la resistencia de derivación del orden de 0,075 V o 1 % de la tensión V_{oc}).

[0056] Los coeficientes del modelo multilíneal (a, b, c en el caso del modelo matemático 9 anterior o a, b, c, d, e, f en el caso del modelo matemático 10 anterior) se pueden determinar durante una fase de calibración, en el diseño del sistema, mediante regresión polinómica múltiple a partir de datos medidos empíricamente, y almacenados en un circuito de memoria del dispositivo de control electrónico 110.

[0057] Para determinar los coeficientes del modelo multilíneal, el sistema se puede instalar en una cámara de calibración que permite variar la temperatura ambiente T_a y la irradiación. A continuación, se analiza el intervalo de valores de temperatura ambiente T_a a los que puede verse sometido el módulo en condiciones reales de uso. Para cada valor de temperatura ambiente T_a , la irradiación se varía para analizar el intervalo de irradiaciones a las que es probable que se someta el módulo en condiciones reales de uso. Para cada valor de irradiación y para cada valor de temperatura ambiente T_a , se mide la corriente de cortocircuito I_{sc} y la tensión de circuito abierto V_{oc} . A continuación, los coeficientes del modelo se determinan mediante regresión polinómica múltiple a partir de las mediciones tomadas.

[0058] El procedimiento descrito anteriormente permite estimar la temperatura ambiente T_a de manera precisa, a partir de una medición de la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo y de una medición de la tensión de circuito abierto V_{oc} del módulo, y esto mediante un cálculo simple (fórmula de álgebra lineal) que requiere recursos computacionales limitados y que puede implementarse fácilmente mediante un circuito electrónico de control a bordo del sistema que integra el módulo fotovoltaico. Por tanto, podemos prescindir de un sensor de temperatura exterior dedicado a esta medición.

[0059] Las realizaciones descritas no se limitan a la aplicación antes mencionada a un sistema tipo persiana enrollable motorizada. Más generalmente, la solución propuesta se puede aplicar a cualquier sistema que comprenda un módulo fotovoltaico, y en el que se desee poder medir la temperatura ambiente en las proximidades del módulo. Por ejemplo, el módulo fotovoltaico se puede instalar en el tejado de un edificio. La temperatura ambiente T_a en las proximidades del módulo puede usarse, por ejemplo, mediante un dispositivo de control electrónico para controlar automáticamente un sistema de calefacción o de refrigeración del edificio, o, simplemente transmitida al usuario a través de un dispositivo de visualización electrónico, para información.

[0060] La figura 2 representa esquemáticamente, en forma de bloques, un ejemplo de un sistema de medición de temperatura 100 según una realización. El sistema 100 de la figura 2 puede ser un sistema del tipo descrito en relación con la Figura 1, o, más generalmente, cualquier sistema que integre un módulo fotovoltaico 104. El sistema 100 comprende un dispositivo de control electrónico 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 de control electrónico 110 está además conectado a un elemento controlable eléctricamente 102 del sistema. El dispositivo electrónico 110 está configurado para estimar la temperatura ambiente T_a en las proximidades del módulo fotovoltaico 104 de la tensión V_{oc} y de la corriente I_{sc} utilizando un modelo multilíneal del tipo descrito anteriormente, y dirigir el elemento 102 en consecuencia.

[0061] La figura 3 representa esquemáticamente, en forma de bloques, un ejemplo de un procedimiento de medición de temperatura según una realización, implementado por el dispositivo de control electrónico 110 en un sistema del tipo descrito en relación con la Figura 2.

[0062] El procedimiento comprende una etapa 301 de medir 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. Preferentemente, las etapas 301 para medir la tensión de circuito abierto V_{oc} del módulo 104 y 303 para medir la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo se implementan en un corto intervalo de tiempo, por ejemplo, con menos de un minuto de diferencia, para mantener condiciones de temperatura y de irradiación sustancialmente idénticas durante las dos mediciones.

[0063] El procedimiento comprende, además, después de las etapas 301 y 303, una etapa 305 de cálculo de la temperatura ambiente T_a en las proximidades del módulo a partir de la tensión V_{oc} y de la corriente I_{sc} , utilizando un modelo multilíneal como se describe anteriormente.

[0064] El procedimiento comprende, además, después de la etapa 305, una etapa 307 de controlar un elemento 102

del sistema teniendo en cuenta la temperatura T_a calculada en la etapa 305.

- 5 **[0065]** Se han descrito diversos modos de realización y variantes. El experto en la técnica comprenderá que algunas características de estos diversos modos de realización y variaciones podrían combinarse, y se le ocurrirán otras variaciones al experto en la materia. En particular, las realizaciones descritas no se limitan a los ejemplos de aplicaciones mencionadas explícitamente anteriormente, pero se puede adaptar a cualquier sistema que integre un módulo fotovoltaico y en el que se pueda aprovechar una medición de la temperatura ambiente en las proximidades del módulo fotovoltaico.
- 10 **[0066]** Además, las realizaciones descritas no se limitan al ejemplo particular descrito anteriormente en el que el cálculo de la temperatura ambiente se implementa mediante el dispositivo de control electrónico del módulo. Como variante, el cálculo puede realizarse mediante un dispositivo de procesamiento electrónico externo remoto, por ejemplo, un ordenador, por ejemplo, durante una fase de posprocesamiento de datos pasados adquiridos por el dispositivo de control electrónico del módulo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar la temperatura ambiente exterior T_a en un sistema que comprende un módulo fotovoltaico (104), que comprende las siguientes etapas:

- a) medir la corriente de cortocircuito I_{sc} y la tensión de circuito abierto V_{oc} del módulo fotovoltaico (104);
- b) calcular la temperatura ambiente exterior T_a , mediante un dispositivo de procesamiento electrónico (110), en función del valor de la corriente de cortocircuito I_{sc} y del valor de la tensión de circuito abierto V_{oc} medidos en la etapa a), utilizando un modelo matemático polinómico único con dos variables de entrada.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el modelo polinómico utilizado en la etapa b) por el dispositivo de procesamiento electrónico (110) es un modelo de orden mayor o igual a 1 que comprende coeficientes fijos determinados durante una fase de calibración previa y almacenados en una memoria del dispositivo de procesamiento electrónico.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que el modelo polinómico utilizado en la etapa b) por el dispositivo de procesamiento electrónico (110) es un modelo multilineal de orden 1 definido por la siguiente relación:

[Ecuación matemática 9]

$$T_a(I_{sc}, V_{oc}) = a \times I_{sc} + b \times V_{oc} + c,$$

donde a, b y c son los coeficientes fijos del modelo, determinados durante la fase de calibración previa y almacenados en dicha memoria del dispositivo de procesamiento electrónico.

4. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que el modelo polinómico utilizado en la etapa b) por el dispositivo de procesamiento electrónico (110) es un modelo de orden 2 definido por la siguiente relación:

[Ecuación matemática 10]

$$T_a(I_{sc}, V_{oc}) = a \times I_{sc}^2 + b \times V_{oc}^2 + c \times I_{sc} \times V_{oc} + d \times I_{sc} + e \times V_{oc} + f,$$

donde a, b, c, d, e y f son los coeficientes fijos del modelo, determinados durante la fase de calibración previa y almacenados en dicha memoria del dispositivo de procesamiento electrónico.

5. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que el modelo polinómico utilizado en la etapa b) por el dispositivo de procesamiento electrónico (110) es un modelo de orden n mayor que 2, definido por la siguiente relación:

[Ecuación matemática 11]

$$T_a(I_{sc}, V_{oc}) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n a_{i,j} \times I_{sc}^i \times V_{oc}^j,$$

donde i y j son números enteros que van de 1 a n y los valores $a_{i,j}$ son los coeficientes fijos del modelo, determinados durante la fase de calibración previa y almacenados en dicha memoria del dispositivo de procesamiento electrónico.

6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que, en la etapa a), el valor de la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo fotovoltaico se determina midiendo una tensión en los terminales de una resistencia de derivación conectada a los terminales del módulo fotovoltaico (104).

7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que el valor de la resistencia de derivación es tal que la tensión en los terminales de la resistencia de derivación al medir la corriente de cortocircuito I_{sc} del módulo fotovoltaico (104) es inferior al 5 % de la tensión de circuito abierto V_{oc} del módulo fotovoltaico (104).

8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende además una etapa de dirigir un elemento controlable eléctricamente (102) del sistema teniendo en cuenta el valor de la temperatura ambiente T_a calculado en la etapa b).

9. Sistema (100) que comprende un módulo fotovoltaico (104) y un dispositivo de procesamiento electrónico (110) configurado para implementar un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

10. Sistema (100) según la reivindicación 9, que comprende un dispositivo de ocultación motorizado alimentado por el módulo fotovoltaico (104).

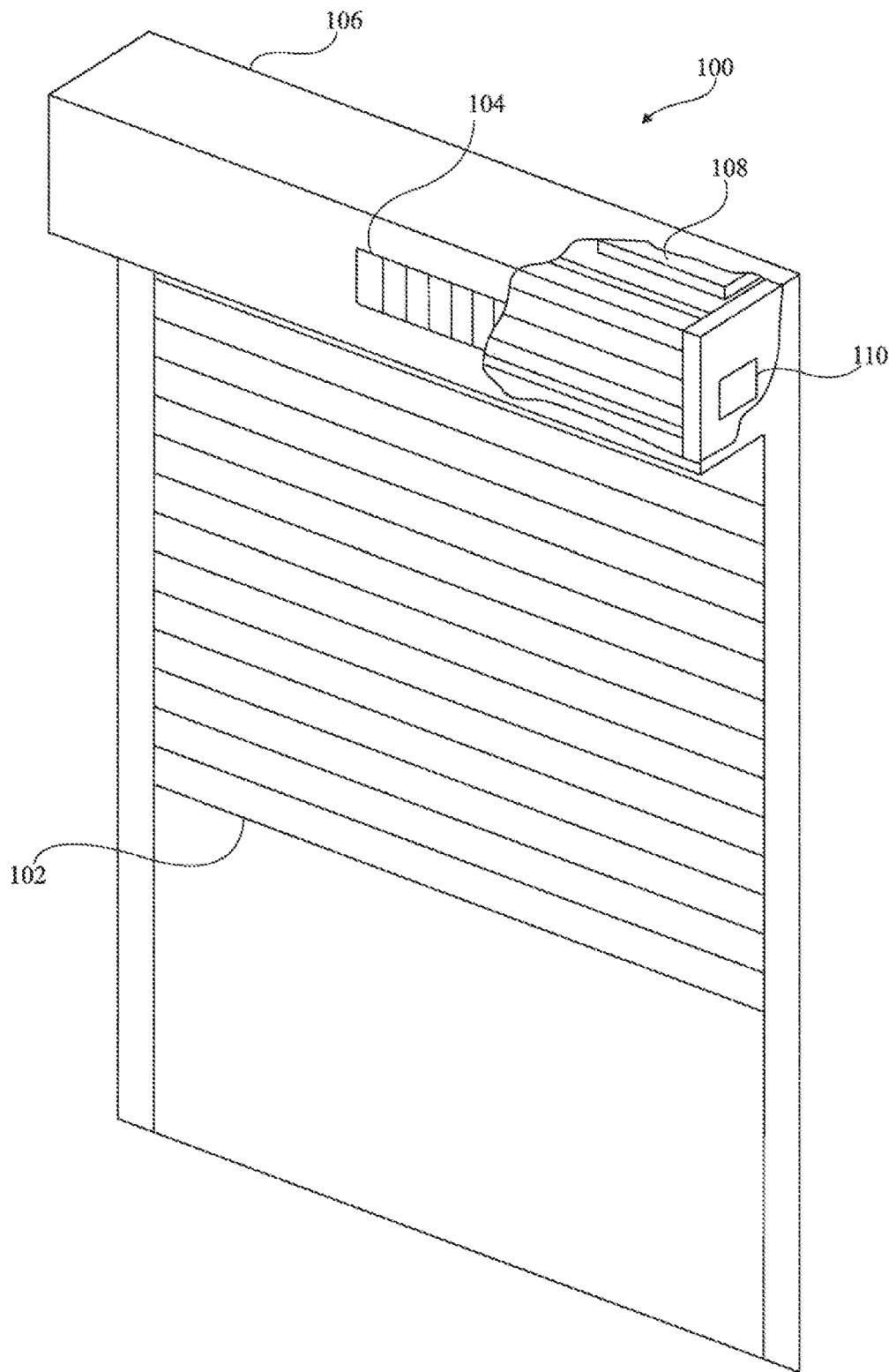


Fig 1

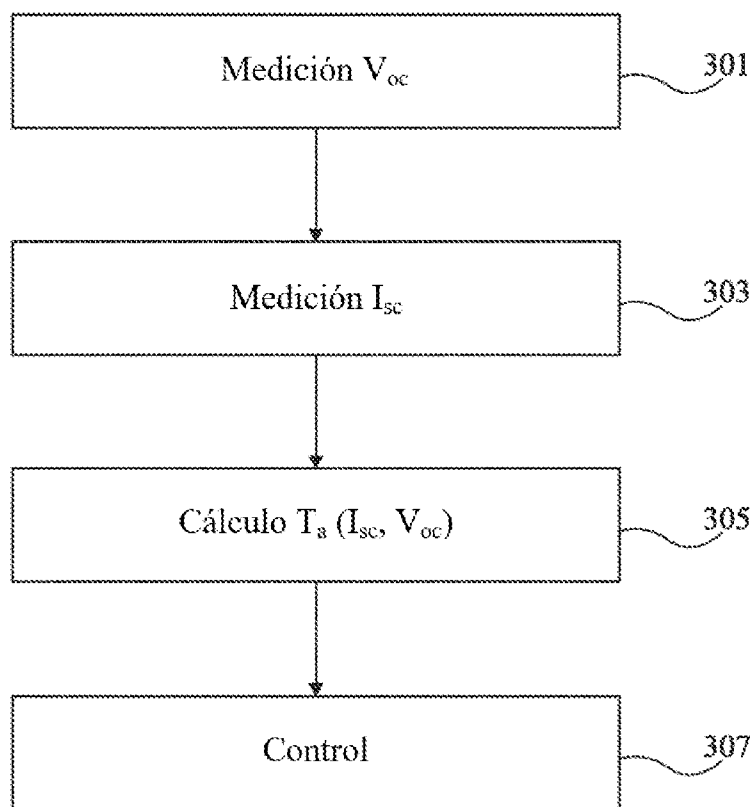


Fig 3

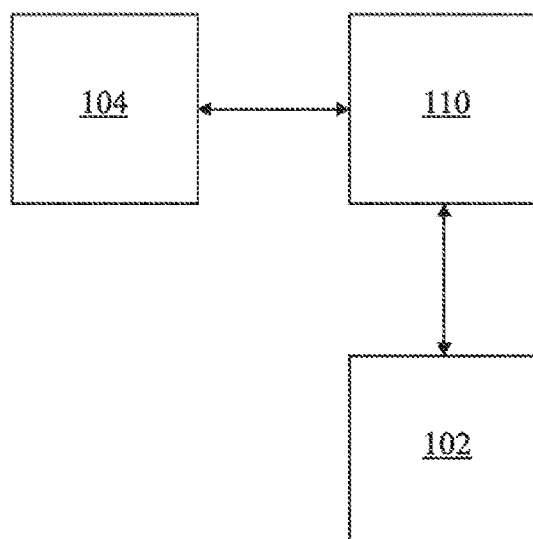


Fig 2