

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 550**

51 Int. Cl.:

F24J 2/38 (2014.01)

H01L 31/042 (2014.01)

F24J 2/46 (2006.01)

H02S 20/32 (2014.01)

F24J 2/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.11.2013 PCT/EP2013/073497**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.06.2014 WO14082844**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2013 E 13792305 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017 EP 2926061**

54 Título: **Control de un dispositivo de seguimiento solar**

30 Prioridad:

28.11.2012 FR 1261364

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

20.02.2018

73 Titular/es:

**SAINT-AUGUSTIN CANADA ELECTRIC INC.
(100.0%)**

75 Rue d'Anvers

Saint-Augustin de Desmaures, Québec G3A, CA

72 Inventor/es:

ZIEGLER, MARTIN;

SENOL, ÜNVER y

WÜLLNER, JOHANNES

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 655 550 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

Control de un dispositivo de seguimiento solar

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de seguridad central para dispositivos de seguimiento solar y sus unidades de control de seguimiento en una planta de energía solar.

10 Antecedentes de la invención

Los sistemas de energía solar comprenden módulos solares que incluyen conjuntos de células solares. Con el fin de mejorar la eficiencia de la conversión de energía de los módulos solares, son conocidos en la técnica aparatos para el seguimiento de los módulos respecto a la posición actual del sol. Los aparatos de seguimiento se disponen para optimizar la energía eléctrica de salida de los módulos solares siguiendo la trayectoria del sol que cruza el cielo o empleando cálculo de efemérides. Los dispositivos de seguimiento de dos ejes permiten el movimiento angular de los módulos solares alrededor del eje horizontal ("inclinación") y el movimiento angular alrededor del eje vertical ("rotación").

Los aparatos de seguimiento son necesarios en sistemas de fotovoltaica de concentración (CPV) en los cuales pueden garantizar que la radiación solar incide (casi) verticalmente en el sistema óptico concentrador.

Un aparato de seguimiento típico comprende un tablero o estructura de seguimiento sobre el cual va montado el módulo fotovoltaico, unos actuadores mecánicos (por ejemplo, motores accionados eléctricamente) para regular el tablero de seguimiento, y una columna o barra (vertical) para sujetar los actuadores y el tablero de seguimiento. En circunstancias particularmente peligrosas, por ejemplo, fuertes vientos o ráfagas o un corte de corriente de la red eléctrica, el tablero de seguimiento debe moverse a una "posición de seguridad", es decir, básicamente horizontal, con el fin de evitar daños al tablero de seguimiento y el módulo fotovoltaico montado. En la técnica, unos sistemas de comunicación central controlan el aparato de seguimiento para variar el tablero de seguimiento a una posición de seguridad por medio de unas líneas de comunicación. Además, es conocido conectar los actuadores del aparato de seguimiento directamente a una unidad de control de modo que esta última sea capaz de hacer que el actuador haga directamente que el tablero de seguimiento se mueva a la posición de seguridad. Sin embargo, este sistema convencional demanda un enrutamiento de línea expansivo y, además, pueden sufrir roturas de línea. Si, por ejemplo, falla una conexión de línea de comunicación entre una unidad de control de seguimiento y el sistema de comunicación central, el tablero de seguimiento no se colocará en la posición de seguridad en caso de peligro o, como medida de precaución, será accionado para estar en tal posición, en cualquier caso, es decir, generalmente sin ningún riesgo real de daño debido a efectos ambientales, lo que reduce la producción de energía.

El documento US 2009/188488 A1 describe, por ejemplo, un procedimiento para controlar un dispositivo de seguimiento de un módulo solar de una planta de energía solar con dicho sistema, en el que la planta de energía solar comprende un sistema de seguridad central, y en el que el dispositivo de seguimiento comprende una unidad de control, un elemento actuador y un medio de soporte para soportar el módulo solar.

Por lo tanto, un problema que subyace en la presente invención es proporcionar un sistema de seguridad central para los sistemas fotovoltaicos que haga que el dispositivo de seguimiento se mueva de manera segura a una posición de seguridad en caso de peligro sin necesidad de un enrutamiento de línea de complejo y costoso, así como proponer a errores.

50 Descripción de la invención

El problema mencionado anteriormente se resuelve mediante el procedimiento para controlar un dispositivo de seguimiento de un módulo solar de una planta de energía solar, en el que la planta de energía solar comprende un sistema de seguridad central y en el que el dispositivo de seguimiento comprende una unidad de control, un elemento actuador y medios de soporte para soportar el módulo solar, que comprende las etapas de

- 55 detectar un evento particular;
- interrumpir durante un período de tiempo predeterminado el suministro de energía al dispositivo de seguimiento (a la unidad de control del mismo) en reacción a la detección del evento particular (por el sistema de seguridad central);
- 60 reanudar el suministro de energía después del período de tiempo predeterminado (iniciado por el sistema de seguridad central comprendido en la planta de energía solar); y

en reacción al suministro de energía reanudado (y, por lo tanto, en reacción al evento particular detectado) accionar los medios de soporte a través del elemento actuador para mover los medios de soporte (y, por lo tanto, el módulo solar) a una posición predeterminada.

5 Aquí, la unidad de control del dispositivo de seguimiento también se denomina unidad de control de seguimiento. En particular, todos los dispositivos de seguimiento de la planta de energía solar pueden controlarse tal como se ha descrito anteriormente.

10 El módulo solar comprende un conjunto de células solares y, en principio, puede ser cualquier módulo solar conocido en la técnica. En particular, el módulo solar puede emplear sistemas ópticos concentradores que comprenden espejos y/o lentes para enfocar los rayos solares a las células solares. Los medios de soporte para soportar el módulo solar pueden ser un tablero de seguimiento o alguna estructura que comprenda unas barras para montar el módulo solar. Las barras pueden ser barras horizontales y/o verticales.

15 El evento particular puede ser cualquier evento de peligro, por ejemplo, un umbral predeterminado para una velocidad del viento medida en las proximidades del módulo solar o en cualquier otro lugar en que se supere. Otros eventos de peligro comprenden un corte de suministro de la red eléctrica, en particular, la red eléctrica donde se envía la energía que se obtiene de la planta de energía solar o la red eléctrica utilizada para el funcionamiento de la planta de energía solar, o algún fallo de un sistema de control que controla partes cruciales de la planta de energía solar.

20 La posición particular puede ser particularmente una posición en la que los medios de soporte (y, por lo tanto, el módulo solar) estén orientados de manera substancialmente horizontal. "Substancialmente" horizontal cubre, en particular, una posición con un ángulo del plano principal de los medios de soporte (módulo solar) respecto a un eje vertical que es perpendicular a un plano de base orientado esencialmente horizontalmente donde está instalado el dispositivo de seguimiento entre 70° y 110° y, más particularmente, entre 80° y 100° o entre 85° y 95°. En particular, "substancialmente" horizontal cubre una posición esencialmente paralela (aproximadamente en $\pm 20^\circ$, en particular, $\pm 10^\circ$, más particularmente, aproximadamente $\pm 5^\circ$) respecto al suelo donde está instalado el dispositivo de seguimiento. Los medios de soporte pueden montarse en una columna vertical (que puede ser giratoria) y en este caso "substancialmente" horizontal cubre una posición en la que los medios de soporte están inclinados respecto a la columna vertical en de un rango de ángulos entre 70° y 110° y, más particularmente, entre 80° y 100° o entre 85° y 95°.

35 Para otros eventos particulares, tal como, por ejemplo, nieve o granizo, la posición particular puede estar particularmente orientada substancialmente vertical para evitar y reducir el impacto sobre los módulos solares.

40 El período de tiempo predeterminado de interrupción de energía eléctrica suministrada al dispositivo de seguimiento, en principio, puede elegirse arbitrariamente y puede estar en el rango de algunos segundos o minutos (dependiendo de la unidad de control del dispositivo de seguimiento que se utilice), en particular, de aproximadamente entre 1 y 5 segundos.

45 La interrupción y reanudación del suministro de energía eléctrica hace que el dispositivo de seguimiento mueva los medios de soporte (y, por lo tanto, el módulo solar montado sobre ellos) a la posición particular, en particular, la posición de seguridad para evitar daños al módulo solar o evitar un funcionamiento innecesario del mismo (por ejemplo, en el caso de un corte de suministro de la red eléctrica donde se envía la energía eléctrica generada por la planta solar). Por lo tanto, pueden utilizarse líneas eléctricas indispensables para comunicar la señal de emergencia a la unidad de control del dispositivo de seguimiento que tiene que mover los medios de soporte a la posición particular. El funcionamiento de los dispositivos de seguimiento solar, por lo tanto, no depende de una comunicación a través de una línea de comunicación entre un sistema de comunicación central y la unidad de control de seguimiento.

55 A diferencia de la técnica, no existe riesgo de que la comunicación entre el sistema de comunicación central y la unidad de control del dispositivo de seguimiento falle debido a una rotura de una línea de comunicación dispuesta para transferir señales de control desde el sistema de comunicación central a la unidad de control del dispositivo de seguimiento. De hecho, no son necesarias líneas de comunicación separadas para hacer que el dispositivo de seguimiento mueva los medios de soporte a la posición particular. El uso de las líneas eléctricas representa una forma muy segura de informar al dispositivo de seguimiento que tiene que mover los medios de soporte a la posición particular. Para ello, la unidad de control del dispositivo de seguimiento debe configurarse para que entienda la información incluida en la interrupción y reanudación del suministro de energía eléctrica. Esto puede realizarse fácilmente a través de unos medios de control/medios de recepción correspondientes estándar dispuestos en la unidad de control del dispositivo de seguimiento y que está configurada para recibir (e interpretar) información sobre la interrupción/reanudación de la alimentación, por ejemplo.

5 La etapa de detección del evento particular puede realizarse por medio de una pluralidad de sensores, en particular, que comprenden medidores de velocidad del aire (anemómetros), de la planta de energía solar. La planta de energía solar puede tener una pluralidad de módulos solares provistos de dispositivos de seguimiento individuales y medidores de velocidad de aire. El sistema de seguridad central puede recibir datos de todos los medidores de velocidad del aire y, en consecuencia, provocar la interrupción del suministro de energía a una o más de las unidades de control de los dispositivos de seguimiento en respuesta a los datos recibidos de los medidores de velocidad del aire.

10 Aunque el procedimiento de la invención de acuerdo con los ejemplos anteriores funciona sin necesidad de una comunicación adicional entre un sistema de comunicación central y la(s) unidad(es) de control del (de los) dispositivo(s) de seguimiento, en aplicaciones muy sensibles puede ser preferible tener una comunicación adicional a través de un sistema de comunicación que comprenda líneas de comunicación separadas (diferentes de la línea de suministro de energía al dispositivo de seguimiento). Por lo tanto, de acuerdo con una realización, el procedimiento comprende, además, enviar una señal de control al dispositivo de seguimiento que comprende el elemento actuador sobre una línea de comunicación en reacción a la detección del evento particular. La señal de control hace que el dispositivo de seguimiento mueva los medios de soporte a través del elemento actuador para moverlo a la posición predeterminada. De este modo, se consigue una redundancia de proporcionar información sobre el evento particular al (a los) dispositivo(s) de seguimiento y la posición particular se adoptará con una fiabilidad aún mayor en comparación con el caso en que únicamente se limita a una comunicación a través de la interrupción del suministro de energía. El sistema de comunicación central empleado puede comprender o consistir particularmente en un sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA).

25 El período de tiempo predeterminado para interrumpir el suministro de energía debe elegirse de manera que alguna interrupción de suministro que se produzca de manera no intencionada no sea malinterpretada por el dispositivo de seguimiento. Pueden producirse accidentalmente breves cortes de energía y puede ser deseable no hacer que el dispositivo de seguimiento mueva los medios de soporte a la posición particular en respuesta a una interrupción de suministro accidental. De acuerdo con una variante, el procedimiento de la invención comprende repetir la secuencia de interrupción del suministro de energía al dispositivo de seguimiento durante un período de tiempo predeterminado y reanudar el suministro de energía después del período de tiempo predeterminado y en esta variante los medios de soporte son accionados por el elemento actuador para mover los medios de soporte a la posición predeterminada después de la repetición de la secuencia. Repitiendo las etapas de interrumpir y reanudar el suministro de energía al dispositivo de seguimiento, puede evitarse de manera segura que una interrupción accidental del suministro de energía al dispositivo de seguimiento provoque un movimiento indeseado de los medios de soporte y, por lo tanto, del módulo solar, a la posición particular.

35 La planta de energía solar puede comprender una fuente de alimentación de reserva para que se active en caso de un fallo en el suministro de energía a la planta de energía solar que es necesaria para el funcionamiento de la misma. En particular, el procedimiento de acuerdo con uno de los ejemplos descritos anteriormente puede comprender, además, activar una fuente de alimentación de reserva para suministrar energía al dispositivo de seguimiento en reacción a la detección del evento particular o en reacción a un evento diferente detectado.

40 El problema mencionado anteriormente también se trata mediante una planta de energía solar, que comprende

45 por lo menos un módulo solar o espejo solar montado en un medio de soporte;

un dispositivo de seguimiento configurado para mover los medios de soporte (y, por lo tanto, el módulo solar) por medio de un elemento actuador y que comprende una unidad de control de seguimiento configurada para controlar el dispositivo de seguimiento;

50 un medio de suministro de energía configurado para suministrar energía al dispositivo de seguimiento;

por lo menos un sensor configurado para detectar un evento particular;

55 un sistema de seguridad central configurado para interrumpir el suministro de energía desde los medios suministro de energía a la unidad de control del dispositivo de seguimiento durante un período de tiempo predeterminado en reacción a la detección del evento particular y para reanudar el suministro de energía al dispositivo de seguimiento después del período de tiempo predeterminado (y, por lo tanto, en reacción al evento particular detectado); y

60 en el que el dispositivo de seguimiento está configurado para mover los medios de soporte a través del elemento actuador para mover los medios de soporte a una posición predeterminada en reacción al suministro de energía reanudado.

La invención no está limitada a una secuencia particular de interrupción y reanudación del suministro de energía al dispositivo de seguimiento y a su respectiva unidad de control. Puede utilizarse cualquier secuencia que incluya también la posibilidad de variar los períodos de interrupción y/o repetir por lo menos una vez las etapas de interrupción y reanudación del suministro de energía para evitar interpretaciones erróneas de eventos ocasionados accidentalmente tales como, por ejemplo, interrupciones de suministro de energía de la red eléctrica por cortocircuito.

Tal como se ha descrito respecto al procedimiento de la invención que se presenta aquí, la posición particular puede ser particularmente una posición en la que los medios de soporte (y, por lo tanto, el módulo solar) queden orientados de manera substancialmente horizontal. De nuevo, "substancialmente" horizontal cubre, en particular, una posición con un ángulo del plano principal de los medios de soporte (módulo solar) respecto a un eje vertical que es perpendicular a un plano de base orientado esencialmente horizontal, con lo cual el dispositivo de seguimiento queda instalado entre 70° y 110° y más particularmente entre 80° y 100° o de entre 85° y 95°. En particular, "substancialmente" horizontal cubre una posición esencialmente paralela (en aproximadamente $\pm 20^\circ$, en particular, $\pm 10^\circ$, más particularmente, aproximadamente $\pm 5^\circ$) respecto al suelo, donde se encuentra instalado el dispositivo de seguimiento. Los medios de soporte pueden montarse en una columna vertical (que puede ser giratoria) y en este caso "substancialmente" horizontal cubre una posición en la que los medios de soporte están inclinados respecto a la columna vertical en de un rango de ángulos entre 70° y 110° y, más particularmente, entre 80° y 100° o entre 85° y 95°.

El evento particular puede comprender o consistir en una velocidad del viento medida en las proximidades del módulo solar o en cualquier otro lugar que supere un umbral predeterminado, una avería de una red eléctrica o un fallo de un sistema de control que controla partes de la planta de energía solar, por ejemplo, algún fallo del citado sistema de comunicación central.

Por lo general, la planta de energía solar puede comprender más de un módulo solar y un dispositivo de seguimiento. Por lo tanto, de acuerdo con una realización, la planta de energía solar comprende

una pluralidad de módulos solares y una pluralidad de dispositivos de seguimiento provistos cada uno de una unidad de control; y

una pluralidad de sensores, en particular, que comprenden medidores de velocidad del aire, cada uno configurado para generar datos de detección (por ejemplo, datos sobre una velocidad del viento detectada por los sensores) y configurados para enviar los datos de detección al sistema de seguridad central; y en el que

el sistema de seguridad central está configurado para interrumpir el suministro de energía a unos dispositivos de seguimiento particulares de la pluralidad de dispositivos de seguimiento en reacción a los datos de detección enviados por la pluralidad de sensores al sistema de seguridad central. Cada uno de los dispositivos de seguimiento puede estar equipado con su propia unidad de control. Alternativamente, puede disponerse una única unidad de control para controlar un número particular de dispositivos de seguimiento.

Si se detecta un evento particular, por ejemplo, una velocidad del viento que supera un límite predeterminado en una o más ubicaciones de la planta de energía, puede ser suficiente mover sólo los dispositivos de seguimiento respectivos donde se mide la velocidad del viento excesiva a las posiciones particulares (posiciones de seguridad) mientras que los otros dispositivos de seguimiento en otra sección de la planta de energía se mantienen en un estado de funcionamiento. En el estado de funcionamiento, que es diferente de un estado de seguridad u horizontal, el módulo solar en el dispositivo de seguimiento funciona generando energía eléctrica.

La planta de energía solar puede comprender, además, un sistema de comunicación central (por ejemplo, en forma de un sistema SCADA) que comprende una línea de comunicación (que normalmente es diferente de la fuente de suministro de energía al dispositivo de seguimiento) que conecta el sistema de comunicación central y por lo menos una unidad de control del dispositivo de seguimiento y en el que el sistema de comunicación central está configurado para enviar una señal de control (señal de emergencia) a la unidad de control del dispositivo de seguimiento que comprende el elemento actuador sobre la línea de comunicación en reacción a la detección del evento particular que provoca que el dispositivo de seguimiento mueva los medios de soporte a través del elemento de actuador a la posición predeterminada.

De acuerdo con otra realización, la planta de energía solar comprende, además, un controlador programable (tal como un sistema de bus de campo programable) y por lo menos un sensor. Los medios de suministro de energía, el dispositivo de seguimiento y el sistema de seguridad central pueden comunicarse entre sí o por lo menos uno de los otros a través del controlador programable (como un sistema de bus de campo).

En los ejemplos anteriores, el sistema de seguridad central puede configurarse para repetir la secuencia de interrupción del suministro de energía desde los medios de suministro de energía a la unidad de control de seguimiento durante un período de tiempo predeterminado y reanudar el suministro de energía a la unidad de control de seguimiento después del tiempo predeterminado y, en este caso, el elemento actuador puede estar configurado para mover los medios de soporte a la posición predeterminada después de la repetición de la secuencia.

El sistema de seguridad central puede adaptarse a la configuración particular de la planta de energía solar. Por ejemplo, puede conectarse a una fuente de alimentación de reserva.

En todos los ejemplos de la planta de energía solar de acuerdo con la presente invención, los módulos solares pueden comprender sistemas ópticos concentradores como los conocidos en la técnica.

A continuación, se describirán características y ventajas adicionales de la presente invención. En la descripción, se hace referencia a las figuras adjuntas que pretenden ilustrar ejemplos de la invención. Se entiende que tales ejemplos no representan el alcance total de la invención. Los elementos iguales ilustrados en los dibujos tienen los mismos signos de referencia. Las partes de la descripción relacionadas con los elementos iguales ilustrados en los diferentes dibujos pueden omitirse.

La figura 1 ilustra una configuración de un sistema de seguridad central, una unidad de control de seguimiento, unos dispositivos de seguimiento de módulos solares y unos sensores de una planta de energía solar de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

Las figuras 2a y 2b ilustran un módulo solar con un dispositivo de seguimiento y una unidad de control de seguimiento en el que el módulo solar/medios de soporte del dispositivo de seguimiento se muestra en una posición de funcionamiento (figura 2a) y una posición de seguridad (figura 2b).

La figura 3 ilustra una configuración de un sistema de seguridad central de una planta de energía solar de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

La figura 1 muestra un ejemplo de una configuración de elementos básicos de una planta de energía solar de acuerdo con la presente invención. Se muestran esquemáticamente dos módulos solares 1 provistos cada uno de un dispositivo de seguimiento 2 que está controlado por una unidad de control de seguimiento 10 respectiva. Las unidades de control de seguimiento 10 están conectadas a un medio de suministro de energía 3 a través de unas líneas eléctricas *a*. El medio de suministro de energía 3 también está conectado a través de una línea de control *b* a un sistema de seguridad central 4. El medio de suministro de energía 3 se muestra esquemáticamente en la figura 1, y puede incluir una conexión a la red eléctrica o incluir una fuente de alimentación de reserva, tal como se muestra esquemáticamente en la figura 3.

El sistema de seguridad central 4 detecta un evento con uno o más sensores. Por ejemplo, un sensor de viento detecta una alta velocidad del viento en la ubicación del dispositivo de seguimiento 2. En la siguiente descripción de este ejemplo, se supone que los sensores son medidores de velocidad del aire que miden la velocidad del viento. Pueden incorporarse otros tipos de sensores en la invención.

Si la velocidad del viento medida supera un umbral predeterminado en una ubicación particular de una sección de dispositivos de seguimiento 2, el sistema de seguridad central 4 interrumpe los medios de suministro de energía 3 a las unidades de control de seguimiento 10 de los respectivos dispositivos de seguimiento 2 durante un período de tiempo predeterminado y activa la fuente de alimentación a través de la línea de suministro de energía *a* nuevamente después del período de tiempo predeterminado a través de la línea de control *b*. La interrupción y la reanudación de la fuente de alimentación a través de la línea de suministro de energía *a* se interpreta en el lado de la unidad de control de seguimiento 10 como una orden para mover el dispositivo de seguimiento respectivo 2 con el módulo solar 1 (en cuya ubicación la velocidad del viento excesiva fue detectada por un sensor) a una posición de seguridad, es decir, a una posición horizontal en este ejemplo.

En las figuras 2a y 2b se muestra con más detalle un ejemplo para un módulo solar 1 y un dispositivo de seguimiento 2 que comprende una unidad de control de seguimiento 10 y una estructura de soporte 6. El módulo solar 1 comprende un conjunto de células solares y está soportado sobre la estructura de soporte 6 que comprende barras verticales y horizontales. La estructura está montada mediante una viga horizontal 7 en una columna vertical giratoria 8 que puede accionarse mediante un actuador del dispositivo de seguimiento 2. El dispositivo de seguimiento 2 comprende la columna giratoria 8 que está accionada por un actuador (no mostrado) y un medio de inclinación 9 para inclinar apropiadamente el bastidor de soporte 6. Sin embargo, la invención no está limitada a este tipo de dispositivo de seguimiento y puede implementarse para cualquier tipo de dispositivo de seguimiento, en particular, dispositivos de seguimiento de dos ejes para fotovoltaica concentrada. La figura 2a muestra el conjunto en un estado de funcionamiento para recoger rayos solares y convertir la energía solar en energía eléctrica. En la figura

2b, se muestra el mismo conjunto en una posición de seguridad horizontal del módulo solar 1 que se adopta a través de los medios de inclinación 9 del dispositivo de seguimiento 2. La unidad de control de seguimiento 10 comprende un panel eléctrico para controlar el dispositivo de seguimiento 2.

5 Volviendo a la figura 1, debe indicarse que, además, de las líneas de suministro de energía *a*, en principio, no se necesita ningún otro medio de comunicación entre el sistema de seguridad central 4 y la unidad de control de seguimiento 10 con el fin de controlar los dispositivos de seguimiento 2 para mover los respectivos módulos solares 1 a la posición de seguridad. Sin embargo, si se desea, pueden disponerse líneas de comunicación separadas
 10 opcionales *d* que conecten un sistema de comunicación central 20 y la unidad de control de seguimiento 10 con los dispositivos de seguimiento 2 de los módulos solares 1. El sistema de comunicación central 20 y el sistema de seguridad central 4 se comunican a través de la línea *e*. Las líneas de comunicación opcionales *d* y *e* se representan esquemáticamente en la figura 1 mediante líneas discontinuas.

15 La línea de comunicación *e* puede utilizarse para intercambiar información entre el sistema de seguridad central 4 y el sistema de comunicación central 20. Por ejemplo, el sistema de comunicación central 20 puede informar de un evento particular que puede no ser detectado por el propio sistema de seguridad central 4, e indica que los dispositivos de seguimiento 2 tienen que moverse a la posición de seguridad.

20 El sistema de seguridad central 4, por otro lado, puede informar al sistema de comunicación central cuál es el estado particular y si existe una situación de peligro para los dispositivos de seguimiento 2. El sistema de comunicación central 4 puede soportar entonces la acción de llevar los dispositivos de seguimiento 2 a la posición de seguridad.

25 Tanto el sistema de seguridad central 4 como el sistema de comunicación central 20 pueden tener su conjunto de sensores respectivo para detectar diferentes categorías de eventos particulares tal como, por ejemplo, medidores de velocidad del viento para el sistema de seguridad central 4 para detectar velocidades de viento excesivas o un sensor conectado al sistema de comunicación central 20 que informe sobre un mal funcionamiento de la red eléctrica. La línea de comunicación *e* permite compartir características distintas e informar información complementaria a ambos sistemas llevando, por lo tanto, de manera segura el dispositivo de seguimiento a una
 30 posición de seguridad. Sin embargo, ambos sistemas pueden conectarse al mismo tipo de sensores para aumentar la confiabilidad del sistema de posicionamiento para aplicaciones muy sensibles.

35 En un modo de operación redundante, además de la interrupción y reanudación del suministro de energía, el sistema de comunicación central 20 puede enviar órdenes explícitas al dispositivo de seguimiento 2 a través de las líneas de comunicación separadas *d* para provocar el movimiento de los módulos solares 1 a la posición de seguridad, si la velocidad del viento supera un límite predeterminado en la ubicación de los respectivos módulos solares 1. Ambas operaciones de envío de señales de control explícitas a través de la línea de comunicación *d* y de interrupción y reanudación del suministro de energía a los dispositivos de seguimiento 2 a través de las líneas de suministro de energía *a* garantizan un alto nivel de confiabilidad de la operación de posicionamiento de seguridad en
 40 caso de peligro u ocurrencia de un evento en particular.

45 La figura 3 muestra con más detalle, entre otras cosas, una configuración de un sistema de seguridad central 4 de una planta de energía solar de acuerdo con un ejemplo de la presente invención. El sistema de seguridad central 4 que se muestra está conectado a la red eléctrica 110 y al sistema de comunicación central 20. El sistema de seguridad central 4 comprende un controlador programable 101 para la comunicación básica entre componentes dentro del sistema de seguridad central 4 y el sistema de comunicación central 20 a través de la línea de comunicación *e*. El sistema de seguridad central 4 comprende, además, por lo menos un sensor 102, por ejemplo, un sensor de viento para detectar la velocidad del viento, conectado al controlador programable 101. Además, una fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) 103 está conectada al controlador programable 101 para proporcionar energía de emergencia al controlador programable 101 en caso de avería del suministro principal.
 50

55 La fuente de alimentación 3 mostrada esquemáticamente en la figura 3 comprende una conexión a la red eléctrica 110 que también proporciona una conexión eléctrica al sistema de seguridad central 4. La fuente de alimentación 3 está controlada por el controlador programable 101. Además, una fuente de alimentación de reserva 104, por ejemplo, una batería, proporciona energía de emergencia a las unidades de control de seguimiento, permitiendo mover los dispositivos de seguimiento con los módulos solares a la posición de seguridad (por ejemplo, posición horizontal) en caso de avería del suministro principal, controlados por el controlador programable 101. La fuente de alimentación 3 proporciona la energía de emergencia desde la fuente de alimentación de reserva 104 o la energía desde la red eléctrica al dispositivo de seguimiento 2 y la unidad de control de seguimiento 10 a través de líneas eléctricas *a*, a través de un conmutador 106 dispuesto en la fuente de alimentación 3 y controlado por el controlador programable 101 a través de la línea de control *b*.
 60

El controlador programable 101 controla, a través del conmutador 106, la fuente de alimentación de las unidades de control de seguimiento de los respectivos dispositivos de seguimiento (interrupción y reanudación tal como se

describe con referencia a la figura 1). El sistema de comunicación central 20 permite la comunicación a las unidades de control de seguimiento de los dispositivos de seguimiento a través de líneas de comunicación *d* y medios de comunicación 109 dispuestos además de las líneas de suministro de energía *a*, tal como también se describe con referencia a la figura 1. El sistema de comunicación central 20 está conectado a través de unas líneas de datos a por lo menos un sensor 102', por ejemplo, un sensor de viento, para comunicar eventos particulares (por ejemplo, velocidades de viento excesivas detectadas por el sensor de viento 102') al sistema de comunicación central a través de la línea de comunicación *e*, tal como ya se ha explicado anteriormente. Dicho sensor 102' puede ser diferente al sensor 102 dispuesto en el sistema de seguridad central 4, pero no se limita a éste, y se muestra esquemáticamente en la figura 3. La línea discontinua *f* al sensor 102 representa la posibilidad de utilizar el mismo conjunto de sensores para el sistema de seguridad central 4 y el sistema de comunicación central 20.

A continuación, el conmutador 106 se utiliza para distribuir la energía a las unidades de control de seguimiento, según ordene el controlador programable 101 a través de la línea de control *b* debido a la detección de un evento particular. El sistema de comunicación central 20 y los medios de comunicación 109 se utilizan para conectar todos los dispositivos (incluida la unidad de control de seguimiento) a una red de comunicación. En las plantas de energía solar estándar pueden utilizarse cables de Ethernet y, dependiendo del tamaño de la planta de energía CPV, también cables de fibra óptica para realizar la comunicación. Sin embargo, la invención no se limita a estos tipos de comunicación realizada.

El sistema de seguridad central 4 mostrado obtiene información de sensores, tal como el sensor de viento 102 y de otros componentes centrales, tal como la fuente de alimentación 3, la fuente de alimentación de reserva 104, el UPS del controlador programable 103 y del sistema de comunicación central 20. Estos componentes centrales también pueden enviar eventos de estado al controlador programable 101 tal como un mensaje de error proveniente de la fuente de alimentación de reserva 104 que indica que no tiene suficiente energía para llevar los dispositivos de seguimiento a la posición de seguridad en caso de otro evento inminente, tal como una avería en la alimentación principal. En base a esta información, el controlador programable 101 puede decidir llevar el dispositivo de seguimiento 2 a la posición de seguridad como precaución e informar al sistema de comunicación central en la línea de comunicación *e* sobre el evento particular. Estos tipos de eventos de estado pueden enviarse desde todos los componentes centrales al controlador programable 101.

En base a esta información, el controlador programable 101 dirige los distintos elementos tales como el conmutador 106 de la fuente de alimentación 3 o, en un caso particular, la fuente de alimentación de reserva 104, para controlar la fuente de alimentación 108 de las unidades de control de seguimiento 10 que se muestra esquemáticamente en la figura 3 (interrupción y reanudación de la fuente de alimentación a la unidad de control de seguimiento).

Todos los ejemplos que se han descrito anteriormente no pretenden ser limitaciones, sino que sirven como ejemplos que ilustran las características y ventajas de la invención. Debe entenderse que algunas o todas las características descritas anteriormente también pueden combinarse de diferentes maneras.

REVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para controlar un dispositivo de seguimiento de un módulo solar de una planta de energía solar, en el que la planta de energía solar comprende un sistema de seguridad central y en el que el dispositivo de seguimiento comprende una unidad de control, un elemento actuador y un medio de soporte para soportar el módulo solar, que comprende las etapas de:
- 10 detectar un evento en particular;
 interrumpir durante un período de tiempo predeterminado el suministro de energía a la unidad de control del dispositivo de seguimiento en reacción a la detección del evento particular;
 reanudar el suministro de energía después del período de tiempo predeterminado; y
 en reacción a la fuente de alimentación reanudada accionar los medios de soporte mediante el elemento actuador para mover los medios de soporte a una posición predeterminada.
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la posición predeterminada de los medios de soporte es una posición de seguridad substancialmente horizontal.
- 20 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el evento particular comprende una velocidad del viento medida que supera un umbral predeterminado.
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el evento particular comprende mensajes de error de otros componentes, en particular la fuente de alimentación, la fuente de alimentación de reserva, o la fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) del controlador programable.
- 25 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la posición predeterminada de los medios de soporte es una posición de seguridad substancialmente vertical.
- 30 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de detectar el evento particular se realiza por medio de uno o más sensores, en particular, que comprenden medidores de velocidad del aire, de la planta de energía solar.
- 35 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, enviar una señal de control, en particular, una señal de emergencia, a la unidad de control del dispositivo de seguimiento a través de un sistema de comunicación que comprende una línea de comunicación en reacción a la detección del evento particular, en el que la señal de control hace que el dispositivo de seguimiento mueva los medios de soporte a la posición predeterminada.
- 40 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende repetir la secuencia de interrupción de suministro de energía al dispositivo de seguimiento durante un período de tiempo predeterminado y reanudar el suministro de energía después del período de tiempo predeterminado y en el que los medios de soporte son accionados por el elemento actuador para moverlo a la posición predeterminada después de la repetición de la secuencia.
- 45 9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, activar una fuente de alimentación de reserva para suministrar energía al dispositivo de seguimiento en reacción a la detección del evento particular o en reacción a un evento diferente detectado.
- 50 10. Planta de energía solar, que comprende
- 55 por lo menos un módulo solar montado en un medio de soporte;
- un dispositivo de seguimiento configurado para mover los medios de soporte a través de un elemento actuador y que comprende una unidad de control de seguimiento configurada para controlar el dispositivo de seguimiento;
- un medio de suministro de energía configurado para suministrar energía al dispositivo de seguimiento;
- 60 por lo menos un sensor configurado para detectar un evento particular;
- un sistema de seguridad central configurado para interrumpir el suministro de energía desde el medio de suministro de energía a la unidad de control del dispositivo de seguimiento durante un período de tiempo predeterminado en reacción a la detección del evento particular y para reanudar el suministro de energía al dispositivo de seguimiento después del periodo de tiempo predeterminado; y

en el que el dispositivo de seguimiento está configurado para mover los medios de soporte a través del elemento actuador para mover los medios de soporte a una posición predeterminada en reacción al suministro de energía reanudado.

- 5 11. Planta de energía solar de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende una pluralidad de módulos solares y una pluralidad de dispositivos de seguimiento, cada uno equipado con una unidad de control; y
- 10 una pluralidad de sensores, en particular, que comprenden medidores de velocidad del aire, cada uno configurado para generar datos de detección y enviar los datos de detección al sistema de seguridad central; y en el que el sistema de seguridad central está configurado para interrumpir el suministro de energía a unidades de control particulares de las unidades de control de la pluralidad de dispositivos de seguimiento en reacción a los datos de
- 15 detección enviados por la pluralidad de sensores al sistema de seguridad central.
12. Planta de energía solar de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en la que la posición predeterminada de los medios de soporte es una posición de seguridad substancialmente horizontal.
- 20 13. Planta de energía solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12, en la que el evento particular comprende una velocidad del viento medida que supera un umbral predeterminado.
14. Planta de energía solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 u 11, en la que la posición predeterminada de los medios de soporte es una posición de seguridad substancialmente vertical.
- 25 15. Planta de energía solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 14, que comprende, además, un sistema de comunicación central que comprende una línea de comunicación que conecta el sistema de comunicación central y por lo menos un módulo solar y en el que el sistema de comunicación central está configurado para enviar una señal de control al dispositivo de seguimiento del por lo menos un módulo solar en la
- 30 línea de comunicación en reacción a la detección del evento particular que hace que el dispositivo de seguimiento mueva los medios de soporte a través del elemento actuador a la posición predeterminada.
16. Planta de energía solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 15, que comprende, además, un controlador programable y en el que el por lo menos un sensor, el medio de suministro de energía, el dispositivo de
- 35 seguimiento y el sistema de seguridad central pueden comunicarse entre sí o por lo menos uno de los otros a través del controlador programable.
17. Planta de energía solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 15, en la que el sistema de seguridad central está configurado para repetir la secuencia de interrupción del suministro de energía del medio de suministro de energía al dispositivo de seguimiento durante un período de tiempo predeterminado y reanudar el suministro de
- 40 energía a la unidad de control del dispositivo de seguimiento después del período de tiempo predeterminado y en el que el dispositivo de seguimiento está configurado para mover los medios de soporte a la posición predeterminada después de la repetición de la secuencia.
- 45 18. Planta de energía solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 17, en la que el por lo menos un módulo solar comprende un sistema óptico concentrador.

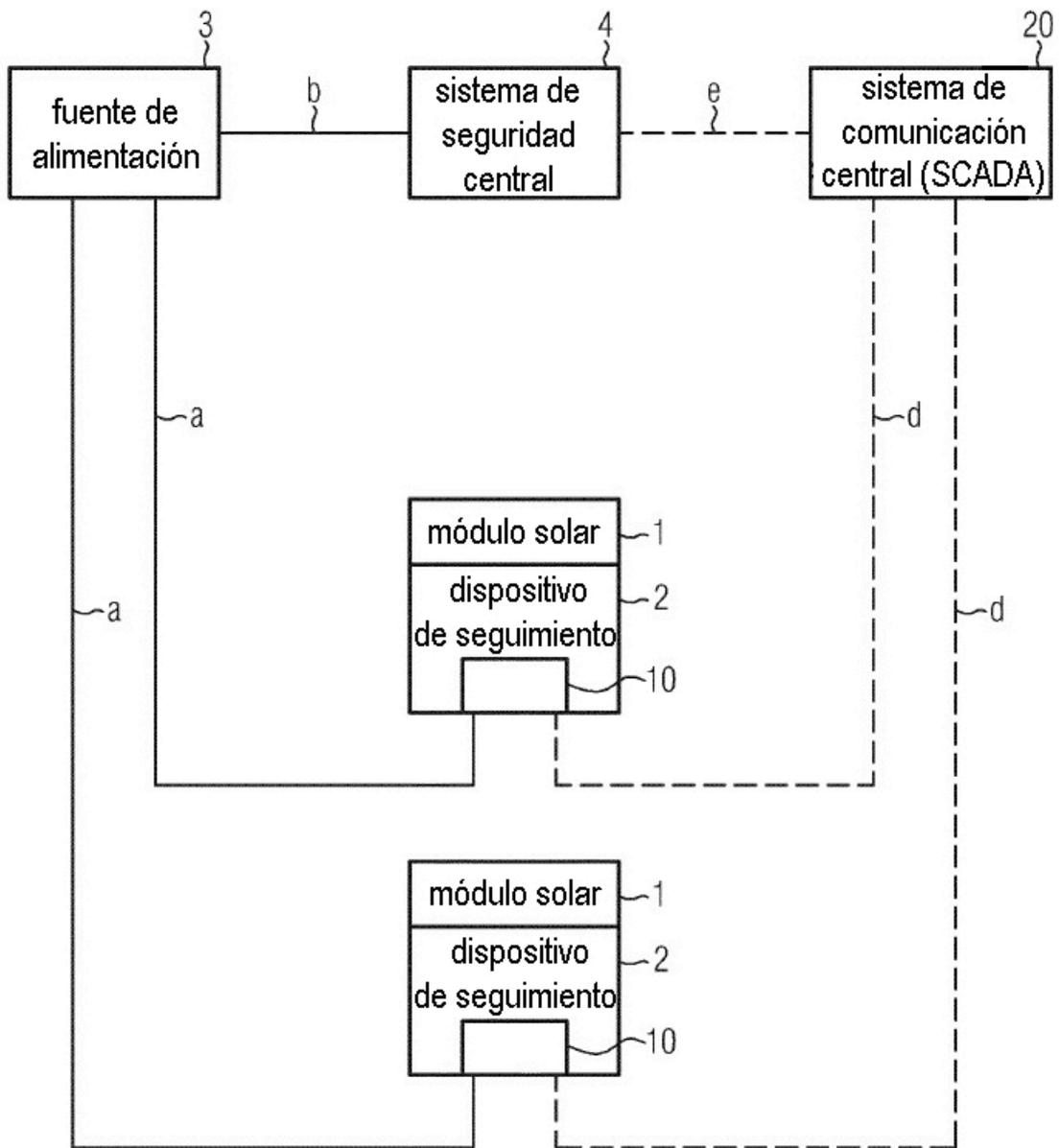


FIG. 1

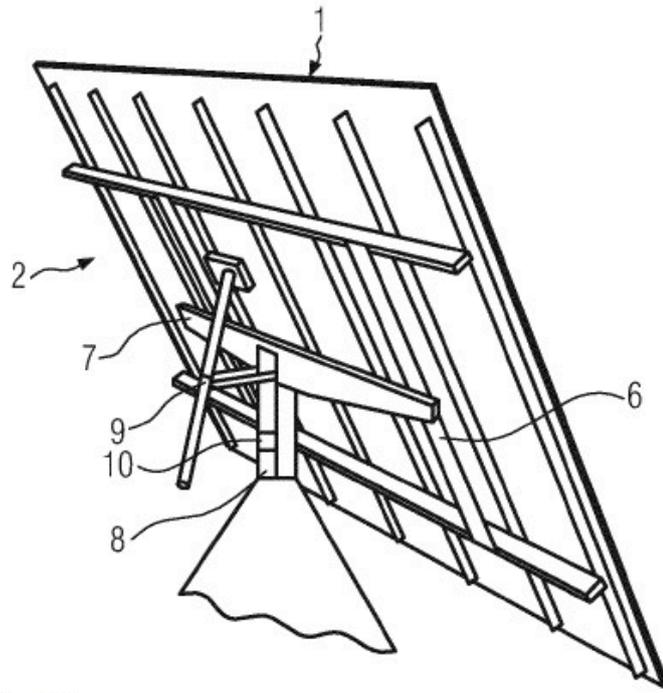


FIG. 2a

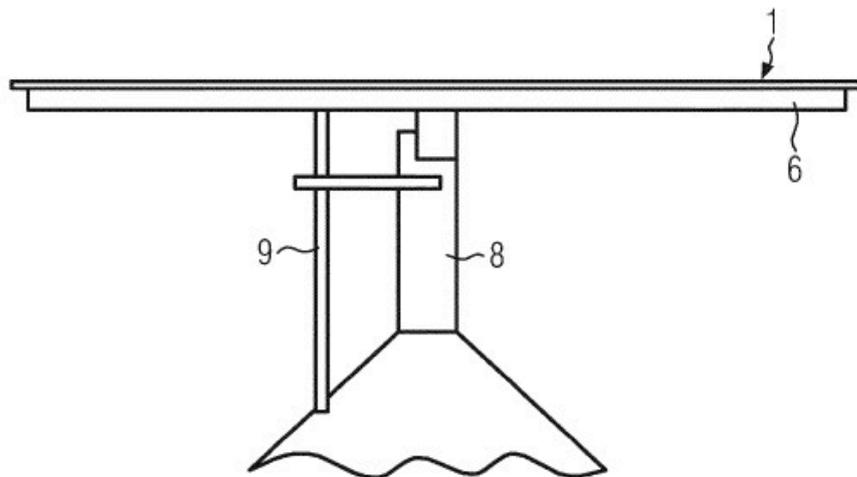


FIG. 2b

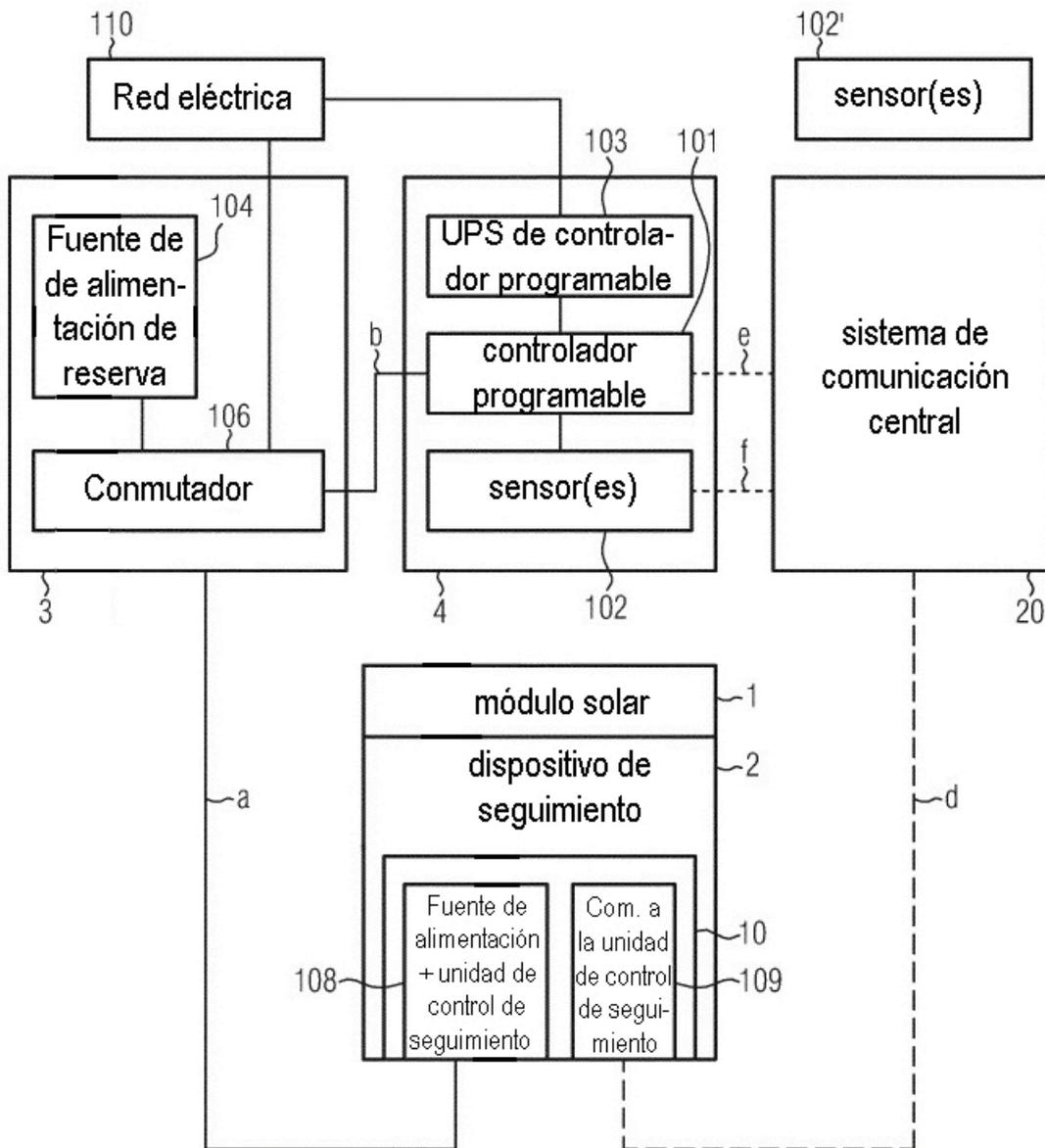


FIG. 3