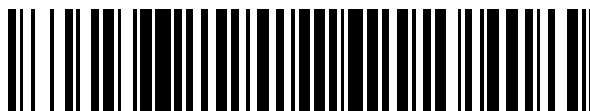


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 486**

51 Int. Cl.:

H02J 7/35 (2006.01)

H02J 13/00 (2006.01)

H01L 31/042 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.04.2011 PCT/US2011/033658**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.10.2011 WO11133928**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2011 E 11772811 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019 EP 2561596**

54 Título: **Sistema y método para la vigilancia mejorada en instalaciones de paneles solares**

30 Prioridad:

22.04.2010 US 343155 P

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

04.11.2019

73 Titular/es:

**TIGO ENERGY, INC. (100.0%)
420 Blossom Hill Road
Los Gatos, California 95032, US**

72 Inventor/es:

**HADAR, RON;
ARDITI, SHMUEL y
BICKFORD, JAMES**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 729 486 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

Sistema y método para la vigilancia mejorada en instalaciones de paneles solares

Aviso de derechos de autor y permiso

5 Una parte de la descripción de este documento de patente contiene material que está sujeto a la protección de los derechos de autor. El propietario de los derechos de autor no tiene ninguna objeción a la reproducción facsímil por parte de cualquiera del documento de patente o de la descripción de la patente, tal como aparece en el archivo o en los registros de patentes de la oficina de patentes y marcas registradas, pero por lo demás se reserva todos los derechos de autor de cualquier tipo.

Campo de la invención

10 La presente invención se refiere al campo de las medidas de protección eléctricas para sistemas fotovoltaicos.

Antecedentes

Cuando un panel o lámina fotovoltaica se expone a luz directa o difusa, puede existir un potencial de tensión letal. En los Estados Unidos, la tensión posible podría ser tan alta como 600 voltios, mientras que en Europa y en el resto del mundo, esta tensión podría acercarse a un kilovoltio.

15 Debido a este peligro potencial de descarga eléctrica, los fabricantes de paneles solares y las organizaciones de desarrollo de códigos y normas han hecho algunas recomendaciones para minimizar o eliminar este peligro.

Una sugerencia ha sido cubrir el panel fotovoltaico con un material opaco tal como una lona. Sin embargo, este enfoque plantea su propio riesgo de seguridad de hacer que el viento coja la lona y tire al personal de instalación del tejado mientras intentan controlar el material laminar inestable contra el viento.

20 Otra recomendación es instalar y/o mantener los paneles fotovoltaicos durante la noche cuando existe un riesgo mínimo de que los paneles se energicen. Este enfoque presenta los posibles riesgos de seguridad asociados con el trabajo en un entorno con poca iluminación.

25 Además de los problemas potenciales de seguridad del personal, también existen riesgos significativos para los equipos y el hardware. La conexión o desconexión de los enchufes energizados puede causar la formación de arcos eléctricos y los daños a estos conectores, a las cajas de conexiones y a otros componentes eléctricos.

30 Los instaladores de sistemas solares adoptan un gran intervalo de protección (o margen de seguridad) para asegurarse de que las tensiones no sobrepasen los límites de 600 V o 1000 V en los Estados Unidos y en la Unión Europea, respectivamente. Esa limitación les impide instalar más módulos de paneles solares, a menudo denominados "módulos" o "paneles", en serie para reducir el costo de las cajas de combinación o de los inversores solares. Cuando los módulos solares están conectados en serie o en configuraciones de malla, puede haber un problema por el cual los módulos más deficientes no solo producen menos energía sino que también afectan a las capacidades de otros módulos para entregar energía en el mismo ramal o sección del cableado.

35 En las instalaciones de paneles solares, a menudo es deseable tener seguridad adicional para el entorno de operación y para el personal involucrado en el mantenimiento, etc. Ciertas partes del cableado son de particular interés. Si se desconectan ciertos cables, mediante robo, vandalismo, accidente, fuerzas naturales o cualquier otra causa, las tensiones pueden elevarse a un nivel inaceptable, incluso peligroso.

40 Además de los problemas generados localmente que pueden afectar la seguridad del sistema y de las personas que trabajan en el sistema o cerca de él, otros problemas creados a nivel más regional pueden causar problemas de seguridad, que incluyen, por ejemplo, inundaciones, incendios forestales o incendios en los vecindarios, terremotos, corrimientos de tierras, etc.

La solicitud de patente WO2009/006879 describe un sistema fotovoltaico que tiene una pluralidad de elementos fotovoltaicos conectados eléctricamente entre sí y las líneas eléctricas para proporcionar corriente eléctrica.

45 La solicitud de patente DE 10 2005 018173 (A1) describe un método que implica la conexión de un dispositivo de conmutación en la proximidad directa a un campo generador dentro o fuera de una estructura. El campo está cortocircuitado por una línea de control que se activa manual o automáticamente. El campo se encuentra en un punto de operación seguro en el que no se permite la transferencia de energía en la estructura. El dispositivo cambia el campo a demanda en el punto de operación de baja energía por medio de la línea de control.

50 La solicitud de patente DE 10 2008 003272 (A1) describe una unidad de monitorización que tiene un sistema de monitorización de funciones, y un módulo de conversión que convierte directamente la energía de radiación, es decir, la energía solar, en energía eléctrica. La unidad de monitorización se monitorea centralmente y se registra desde una computadora de control, donde la unidad de monitorización está dispuesta en un conjunto de módulos (1-3) fotovoltaicos. Un conjunto de módulos de funciones está dispuesto en cada uno de los módulos fotovoltaicos, de modo

que los módulos de funciones se intercambian durante el intercambio de los módulos fotovoltaicos y se disponen en cajas (4-6) de conexión.

- 5 La solicitud de patente US 2010/071274 describe una unidad de muro cortina unificada que está adaptada para incorporar elementos generadores de potencia dentro de una cubierta exterior o fachada de una estructura de edificio. Las unidades también pueden adaptarse para albergar otros componentes del sistema de generación de potencia, incluidas las unidades de control y el cableado de señal/alimentación asociado.

Breve resumen de la invención

La presente invención es como se expone en las reivindicaciones adjuntas.

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema según la reivindicación 1.

- 10 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método según la reivindicación 2.

Estos y otros objetos y ventajas de la presente invención quedarán claros para los expertos en la técnica en vista de la descripción del mejor modo actualmente conocido para llevar a cabo la invención y la aplicabilidad industrial de la realización preferida según se describe en el presente documento.

Breve descripción de los dibujos

- 15 La figura 1 ilustra un panel solar que tiene un interruptor de seguridad según un ejemplo.

Las figuras 2-5 ilustran un interruptor de seguridad con resorte para un panel fotovoltaico según un ejemplo.

Las figuras 6-7 ilustran una caja de conexiones con un interruptor de lengüeta para un panel fotovoltaico según un ejemplo.

- 20 La figura 8 ilustra un sensor óptico para controlar un interruptor de seguridad para un panel fotovoltaico según un ejemplo.

La figura 9 ilustra un panel solar que tiene un interruptor de seguridad controlado a través de un cableado auxiliar según un ejemplo.

Las figuras 10-12 ilustran las unidades de gestión local según algunos ejemplos.

La figura 13 ilustra un sistema fotovoltaico según un ejemplo.

- 25 La figura 14 ilustra un panel solar según un ejemplo.

Las figuras 15-17 muestran métodos para mejorar el rendimiento de un sistema fotovoltaico según algunos ejemplos.

La figura 18 ilustra un ejemplo de un sistema de producción de energía que incluye una pluralidad de cajas de conexiones cada una acoplada entre un módulo solar y un bus de alimentación.

La figura 19 ilustra un módulo solar y una vista detallada de un ejemplo de una caja de conexiones.

- 30 La figura 20 ilustra un ejemplo de una caja de conexiones.

La figura 21 ilustra un ejemplo de un método para controlar la salida de un módulo solar.

La figura 22 ilustra un ejemplo de un sistema de producción de energía que incluye una unidad maestra de gestión.

La figura 23 muestra una realización de un proceso que reside en una unidad maestra de gestión que controla la salida de un módulo solar.

- 35 Descripción detallada

La siguiente descripción y los dibujos son ilustrativos y no deben interpretarse como limitantes. Numerosos detalles específicos se describen para proporcionar una comprensión completa. Sin embargo, en ciertos casos, los detalles bien conocidos o convencionales no se describen para evitar complicar la descripción. Las referencias a una, o una realización en la presente descripción no son necesariamente referencias a la misma realización; y tales referencias significan al menos una.

- 40 El uso de los encabezados en el presente documento se proporciona simplemente para facilitar la referencia, y no debe interpretarse de ninguna manera para limitar esta descripción o las siguientes reivindicaciones.

La referencia en esta especificación a "1 realización" o "una realización" significa que una característica, estructura o característica particular descrita en relación con la realización se incluye al menos en una realización de la descripción.

- 45 Las apariciones de la frase "en 1 realización" en varios lugares de la especificación no se refieren necesariamente a

la misma realización, ni son realizaciones separadas o alternativas mutuamente excluyentes de otras realizaciones. Además, se describen varias características que pueden ser exhibidas por algunas realizaciones y no por otras. De manera similar, se describen diversos requisitos que pueden ser requisitos para algunas realizaciones, pero no para otras realizaciones.

5 Reducir los riesgos de seguridad

Un ejemplo de la descripción proporciona un método y un sistema para reducir los riesgos de seguridad durante el envío, la instalación y/o el mantenimiento de sistemas fotovoltaicos, sin introducir los riesgos asociados con otros planteamientos, tales como cubrirlos con un material opaco o trabajar en ellos por la noche.

10 En un ejemplo, la protección de seguridad se proporciona mediante la inclusión de un interruptor normalmente cerrado integral a la caja de conexiones del panel o integral al módulo del panel cuando se utilizan módulos de corriente alterna (CA) o de corriente continua (CC).

15 La figura 1 ilustra un panel solar que tiene un interruptor de seguridad según un ejemplo. En la figura 1, un panel 10 solar (por ejemplo, un panel fotovoltaico) incluye al menos una célula 12 solar (por ejemplo, una célula fotovoltaica) para generar energía cuando se expone a luz directa o difusa, en algunos casos un módulo 14 de tensión para ajustar o regular la tensión de salida (o en algunos otros casos, un módulo de corriente para regular la corriente) y un interruptor 16 para aislar selectivamente la célula 12 solar de los conectores de salida del panel solar. Todavía en otros casos, el interruptor puede incorporarse a los módulos reguladores, tales como el módulo 14 de tensión.

20 En un ejemplo, el interruptor 16 es un interruptor normalmente cerrado. Durante el envío, la instalación y/o el mantenimiento, el interruptor 16 se coloca en un estado abierto para aislar la célula 12 solar de la salida. Después de la instalación o del mantenimiento, el interruptor 16 se coloca en un estado cerrado para permitir que la célula 12 solar energice los conectores de salida del panel solar y suministre potencia a través de los conectores de salida del panel solar.

El interruptor 16 y el módulo de tensión pueden integrarse en la caja de conexiones del panel solar. En algún ejemplo, el interruptor 16 está integrado con el módulo 14 de tensión como un módulo de panel.

25 Las figuras 2 a 5 ilustran un interruptor de seguridad con resorte para un panel fotovoltaico según un ejemplo. En las figuras 2 a 5, el interruptor incluye dos contactores 102 y 103 hechos de un metal conductor o híbrido chapado. Los contactores 102 y 103 normalmente están hechos de un metal de aleación en un resorte o tienen un diseño integral de émbolo en un resorte (no mostrado). Los contactores 102 y 103 están posicionados o fijados de tal manera que los dos contactos 102 y 103 están cargados por resorte entre sí para mantener la continuidad eléctrica entre los dos contactores 102 y 103. Por lo tanto, el interruptor está normalmente cerrado (NC) y no está en modo seguro para la instalación o el mantenimiento.

En la figura 2, se logra un modo seguro para la instalación o el mantenimiento cuando la hoja 104 se inserta entre los dos contactores 102 y 103. La hoja 104 se fabrica a partir de un material dieléctrico y cuando se inserta entre los dos contactores 102 y 103 no hay continuidad eléctrica entre los contactores 102 y 103.

35 Como se ilustra en la figura 2, la hoja 104 también puede tener un indicador 105 unido. El indicador 105 podría ser rojo o de algún otro color muy visible, para proporcionar un indicador visual del estado del panel.

40 En un ejemplo, los paneles y/o el panel con módulos integrales se enviarían de fábrica con la hoja 104 y el indicador 105, donde la hoja 104 se inserta entre los dos contactores 102 y 103. Los paneles se instalarían e integrarían con la hoja 104 presente y con el indicador 105 visible. El instalador montaría, aseguraría y conectaría todas las conexiones en el sistema, incluida la conexión a tierra.

Como se ilustra en la figura 3, una vez completada la instalación, el instalador retiraría las hojas 104 de todos los lugares indicados por los indicadores 105. Una vez que se retira la hoja 104, los contactores 102 y 103 de resorte contactan entre sí para proporcionar un recorrido eléctrico desde las células fotovoltaicas a los conectores de salida del panel fotovoltaico.

45 Si fuera necesario un trabajo adicional o una solución de problemas, la(s) hoja(s) 104 y el (los) indicador(es) 105 podrían reinsertarse, ayudados por la sección 207 cónica de la hoja 104, interrumpiendo así la continuidad eléctrica entre los contactores 102 y 103 en el punto 206.

50 En algunos ejemplos, hay simetría en los contactores 102 y 103. En otros ejemplos, los contactores 102 y 103 no son idénticos o incluso ni similares. Los contactores 102 y 103 están hechos de material eléctricamente conductor y están configurados para estar en contacto físico entre sí, de modo que se mantiene una trayectoria 206 eléctricamente conductora, después de que se retira la hoja 104. En al menos algunos ejemplos, la trayectoria 206 eléctrica conductora se mantiene sin que la hoja 104 se inserte entre los contactores 102 y 103, luego se interrumpe por la hoja 104 insertada entre los contactores 102 y 103, y luego se restablece con las reinserciones de un dispositivo dieléctrico tal como la hoja 104.

Además de la indicación visual de los modos de los paneles provistos por el (los) indicador(es) 105, los indicadores también podrían proporcionar información en forma de texto, tal como, por ejemplo, "Quitar antes de la operación" o una advertencia de tensión potencialmente letal.

- 5 La figura 4 ilustra una configuración de un interruptor de resorte integrado con una caja 308 de conexiones de un panel fotovoltaico. La caja 308 de conexiones incluye un conector para conectar la energía solar generada por el panel fotovoltaico a una carga (por ejemplo, a un inversor, a un bus de tensión, etc.) a través de un cable 307. Así, cuando la hoja 104 se inserta en el interruptor, con el indicador 105 visible, la tensión generada por las células solares se aísla del conector para el cable 307; y, por lo tanto, es seguro instalar el panel fotovoltaico o realizar operaciones de mantenimiento en el panel fotovoltaico.
- 10 La figura 5 muestra los componentes del interruptor de resorte y la caja de conexiones de un panel fotovoltaico. Como se ilustra en la figura 5, la caja 308 de conexiones tiene una abertura 409, que proporciona acceso para retirar la hoja 104 y/o para volver a insertar la hoja 104. Los contactores 103 del interruptor pueden unirse a la caja 308 de conexiones a través de la fijación de la parte 401 a un miembro de soporte de la caja 308 de conexiones, tal como una placa de circuito impreso (PCB).
- 15 Las figuras 6 a 7 ilustran una caja de conexiones con un interruptor de lengüeta para un panel fotovoltaico según un ejemplo. La figura 6 muestra un conjunto de un interruptor 510 de lengüeta e imanes para integrarlos en la caja 308 de conexiones fotovoltaica. La figura 7 muestra una sección recortada que ilustra el interruptor 510 de lengüeta y los imanes 511 y 512 instalados dentro de la parte 509 de la caja 308 de conexiones.
- 20 En la figura 7, un interruptor 510 de lengüeta se cierra normalmente integrando un imán 511 de polarización estacionario en la caja 308 de conexiones cerca del interruptor de lengüeta normalmente abierto, de manera que el interruptor 510 se cierra en ausencia del imán 512.
- En un ejemplo, el imán 512 se inserta en el pozo 509 de la caja de conexiones, de modo que la polaridad invertida cancela las líneas de fuerza magnética y se abre el interruptor 510 de lengüeta.
- 25 En un ejemplo, el imán 512 se instala en el pozo 509 de la caja de conexiones en la fábrica; y un indicador 105 (no mostrado en las figuras 6 y 7) se une al imán 512. El imán 512 es removible y/o se puede reinsertar a través del pozo 509 de la caja de conexiones.
- En otros ejemplos, los contactos de lengüeta normalmente cerrados (NC) se pueden usar para reemplazar los contactos 510 de lengüeta normalmente abiertos (NO) y el imán 511, evitando la necesidad de un imán estacionario adicional.
- 30 Una vez completadas la instalación y las integraciones, el imán 512 se retira y puede desecharse. Los cables de alimentación de la caja 308 de conexiones se pueden energizar luego a través del interruptor o del relé semiconductores (no mostrados), cuando el interruptor 512 de lengüeta está en estado cerrado.
- En algunos casos, se puede usar un interruptor semiconductor (no mostrado en la figura 7) para energizar los cables de alimentación de la caja 308 de conexiones. La caja 308 de conexiones del panel o el inversor (no mostrado en la
- 35 figura 7) pueden incluir una unidad de control con un circuito de vigilancia configurado para enviar una señal de forma periódica (por ejemplo, cada intervalo de tiempo t) para mantener la conexión de las salidas del panel al ramal. Cuando esta señal se pausa o está ausente, las salidas del panel del panel se desconectan a través de un dispositivo semiconductor de conmutación (no mostrado).
- 40 La figura 8 ilustra un sensor óptico para controlar un interruptor de seguridad para un panel fotovoltaico según un ejemplo. En la figura 8, una unidad 700 de sensor óptico con un sensor 701 óptico está montada sobre una placa 711 de circuito impreso (PCB). Además, los resortes 702 y 712 mantienen un separador 703 en su lugar que puede retirarse en la dirección de la flecha 704 usando una pestaña para tirar similar al indicador 105 examinado anteriormente. No se muestra en la figura 8 la caja exterior que contendría los elementos mecánicos tales como las conexiones de los cables y los elementos de guía para guiar el separador 703 dentro y fuera de la unidad.
- 45 En un ejemplo, los circuitos adicionales (no mostrados en la figura 8) estarán en el lado de la PCB 711, tales como un circuito de control para afectar una conmutación de encendido/apagado, ya sea en algunos casos mediante transistores FET (transistor de efecto de campo) o utilizando, en otros casos, un relé, tal como un relé bi-estable u otro circuito adecuado. La energía de operación puede extraerse del propio sistema solar, o puede aumentarse mediante un cableado auxiliar.
- 50 En algunos otros ejemplos, un relé puede ser simplemente controlado a distancia por un cable auxiliar para cerrar o abrir el circuito. La ventaja de este planteamiento es que no se pueden olvidar las pestañas tiradoras (indicadores u hojas) en el tejado.
- En un ejemplo, un mecanismo y/o circuito está integrado en el panel para identificar la carga del inversor y conectar el panel a las salidas del panel cuando se detecta la carga. Cuando no hay carga presente, las salidas del panel se desconectan. Esta funcionalidad también se implementaría utilizando un dispositivo semiconductor de conmutación u
- 55

otro dispositivo adecuado (tal como un relé), y algunos circuitos de sensores, permitiendo una reconexión automática cuando el bucle parece estar cerrado y una carga conectada.

5 La figura 9 ilustra un panel solar que tiene un interruptor de seguridad controlado a través de un cableado auxiliar según un ejemplo. En la figura 9, se conecta un cable separado para controlar el interruptor 16 desde una ubicación remota. Por ejemplo, el interruptor se puede controlar a través de una señal de un circuito de vigilancia, de un interruptor remoto o de un controlador, etc.

Equilibrado de paneles solares

10 Cuando los módulos solares están conectados en serie o en una configuración de malla, puede haber un problema por el cual los módulos más deficientes no solo producen menos energía, sino que también afectan a otros módulos en el mismo ramal o sección del cableado. Al medir uno, se puede determinar que algunos módulos son más deficientes que los otros en la mayoría de los ramales instalados comercialmente. Por lo tanto, el ramal está generando menos energía que la suma disponible en cada módulo si los módulos se operaran por separado.

15 Al menos un ejemplo de la presente descripción proporciona métodos y sistemas para encender y apagar módulos deficientes en el ramal de manera que la corriente en el bus de los ramales de los módulos adecuados no se vea afectada por los módulos deficientes.

Las figuras 10 a 12 ilustran unidades de gestión local según algunos ejemplos. En las figuras 10 a 12, las unidades (1101) de gestión local se usan para encender y apagar el módulo (1102) solar periódicamente para mejorar el rendimiento de la producción de energía de los sistemas fotovoltaicos conectados, al menos en parte, en serie.

20 En la figura 10, una unidad (101) de gestión es local al módulo (102) solar y se puede usar para acoplar periódicamente el módulo (102) solar al bus (103) de alimentación en serie a través del interruptor (106) Q1, para mejorar la potencia total de salida de la secuencia de módulos solares conectados en serie al bus de alimentación en serie.

La unidad (1101) de gestión local (LMU) puede incluir un controlador de módulo solar para controlar el funcionamiento del módulo (1102) solar y/o una unidad de módulo de enlace para proporcionar conectividad al bus (1103) de alimentación en serie para la entrega de energía y/o para comunicaciones de datos.

25 En un ejemplo, la orden para controlar el funcionamiento del interruptor (1106) Q1 se envía a la unidad (1101) de gestión local a través del bus (1103) del ramal fotovoltaico (PV) (línea eléctrica). Alternativamente, se pueden usar conexiones de red separadas para transmitir los datos y/u órdenes a / desde la unidad (1101) de gestión local.

30 En las figuras 10 y 11, las entradas (1104a, 1104b, 1104c) a la unidad (1101) de gestión local se ilustran por separado. Sin embargo, las entradas (1104a, 1104b, 1104c) no se comunican necesariamente con la unidad (1101) de gestión local a través de conexiones separadas. En un ejemplo, las entradas se reciben en la unidad de gestión local a través del bus (1103) de alimentación en serie.

35 En la figura 10, el módulo (1102) solar está conectado en paralelo al condensador (1105) C1 de la unidad (1101) de gestión local. El diodo (1107) D1 de la unidad (1101) de gestión local está conectado en serie en el bus (1103) de alimentación en serie que puede o no ser parte de una configuración de malla general de módulos solares. El interruptor Q1 (1106) de la unidad de gestión local puede conectar o desconectar selectivamente el módulo (102) solar y el condensador (1105) C1 de una conexión en paralelo con el diodo (1107) D1 y así conectar o desconectar el módulo (1102) solar del bus (1103) de alimentación en serie.

40 En la figura 10, un controlador (1109) de la unidad (1101) de gestión local controla el funcionamiento del interruptor (1106) según los parámetros, tales como el ciclo (1104a) de trabajo, la fase (1104b) y el pulso (1104c) de sincronización.

45 En un ejemplo, el controlador (1109) recibe los parámetros (1104a, 1104b, 1104c) desde una unidad de gestión remota a través del bus (1103) de potencia en serie o de una conexión de comunicación de datos independiente (por ejemplo, un bus de datos independiente o una conexión inalámbrica). En algún ejemplo, el controlador (1109) puede comunicarse con otras unidades de gestión local conectadas al bus (1103) de alimentación en serie para obtener los parámetros de operación de los módulos solares conectados al bus (1103) de alimentación en serie y así calcular los parámetros (por ejemplo, 1104a y 1104b) en función de los parámetros de operación recibidos. En algunos ejemplos, el controlador (1109) puede determinar el parámetro (por ejemplo, 104a y 104b) en función de los parámetros de operación del módulo (1102) solar y/o de las mediciones obtenidas por el controlador (1109), sin comunicarse con otras unidades de gestión local de otros módulos solares, o de una unidad de gestión remota del sistema.

50 En la figura 11, un sistema (100) tiene una unidad (1101) de gestión local acoplada al módulo (1102) solar. La unidad (1101) de gestión local está conectada entre el módulo (1102) solar y el bus (1103) del ramal para mejorar la salida de potencia total para todo el ramal del bus (1103) de alimentación en serie. Las órdenes a la unidad (1101) de gestión local se pueden enviar a través del bus (1103) del ramal fotovoltaico (PV) (línea eléctrica). Para aclarar la figura, las entradas (1104a, 1104b, 1104c) al controlador (1109) de la unidad (1101) de gestión local se dibujan por separado, lo que no necesariamente indica que las entradas (1104a, 1104b, 1104c) se proporcionen a través de conexiones

separadas y/o desde fuera de la unidad (1101) de gestión local. Por ejemplo, en algunos ejemplos, el controlador (1109) puede calcular los parámetros (1104a, 1104b, 1104c) en función de las mediciones obtenidas en la unidad (1101) de gestión local, con o sin comunicaciones de datos a través del bus (1103) de alimentación en serie (o de una conexión de comunicación de datos independiente con otras unidades de gestión).

5 En la figura 11, la unidad (1101) de gestión local está conectada en un lado del módulo (1102) solar en paralelo y en el otro lado en serie a un ramal de otros módulos, que pueden o no ser parte de una configuración global de malla. La unidad (1101) de gestión local puede recibir, entre otras, tres entradas o tipos de datos de entrada, incluidos a) el ciclo (1104a) de trabajo solicitado, que puede expresarse como un porcentaje (por ejemplo, de 0 a 100%) del tiempo que el módulo (1102) solar va a estar conectado al bus (1103) de alimentación en serie a través del interruptor (1106) Q1, b) un cambio de fase (1104b) en grados (por ejemplo, de 0 grados a 180 grados) y c) una temporización o un pulso (1104c) de sincronización. Estas entradas (por ejemplo, 1104a, 1104b y 1104c) pueden suministrarse como señales discretas, o pueden suministrarse como datos en una red, o como señales compuestas enviadas a través de las líneas de alimentación o de forma inalámbrica, y aún en otros casos, como una combinación de cualquiera de estos tipos de entrada.

15 En la figura 11, la unidad (1101) de gestión local conecta y desconecta periódicamente el módulo (1102) solar hacia y desde el ramal que forma el bus (1103) de alimentación en serie. El ciclo (1104a) de trabajo y la fase (1104b) de la operación del interruptor (1106) Q1 se pueden calcular de varias maneras para mejorar el rendimiento del sistema, que se explicarán más adelante.

20 En la figura 11, la unidad (1101) de gestión local incluye un condensador (1105) C1 y un interruptor (1106) Q1, así como un diodo (1107) D1. En la figura 11, el diodo (1107) D1 se complementa con un interruptor (1108) adicional Q2, que actúa como un rectificador síncrono para aumentar la eficiencia. En un ejemplo, el interruptor (1108) adicional Q2 está abierto (apagado) cuando el interruptor (1106) Q1 está cerrado (encendido) para conectar el módulo (1102) solar (y el condensador (1105) C1) al bus (1103) de alimentación en serie.

25 En algunos casos, también se usa un filtro (no mostrado), que incluye una bobina en serie y un condensador en paralelo. El filtro puede colocarse en la unidad de gestión local o colocarse justo antes de la caja de fusibles o del inversor, o formar parte de cualquiera de ellos.

30 En la figura 11, el controlador (1109) se usa para procesar las señales de entrada (por ejemplo, 1104a, 1104b, 1104c) y accionar los interruptores Q1 (1106) y Q2 (1108). En un ejemplo, el controlador (1109) es un microcontrolador de chip único (SCMC). Por ejemplo, el controlador (1109) puede implementarse utilizando un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) o una matriz de puertas programable en campo (FPGA). El controlador (1109) puede incluso implementarse en circuitos discretos, funcionalmente equivalentes o, en otros casos, en una combinación de SCMC y circuitos discretos.

35 En un ejemplo, el controlador (1109) está acoplado al módulo (1102) solar en paralelo para obtener energía para el procesamiento; y el controlador (1109) está acoplado al bus (1103) de alimentación en serie para obtener señales transmitidas desde otras unidades de gestión acopladas al bus (1103) de alimentación en serie.

40 Al encender y apagar el módulo (1102) (o grupos de células, o una célula) en el ramal periódicamente, la unidad (1101) de gestión local puede disminuir la tensión reflejada en el bus (1103) del ramal (por ejemplo, una tensión promedio más baja contribuida al bus de los ramales) y puede hacer que la corriente reflejada en el bus (1103) del ramal sea más alta, más cerca del nivel al que estaría si el módulo no fuera deficiente, generando una salida de potencia total mayor.

En un ejemplo, es preferible utilizar diferentes fases para operar los conmutadores en diferentes unidades de gestión local en un ramal para minimizar la variación de tensión en el ramal.

45 En la figura 12, la unidad (1101) de gestión local proporciona dos conectores (1112 y 1114) para conexiones en serie con otra unidad (1101) de gestión local para formar un bus (1103) de alimentación en serie (figura 11). El controlador (1109) controla los estados de los interruptores Q1 (1106) y Q2 (1108).

En la figura 12, cuando el controlador (1109) enciende el interruptor (1106), la tensión del panel y el condensador (1105) C1 se conectan en paralelo a los conectores (1112 y 1114). La tensión de salida entre los conectores (1112 y 1114) es substancialmente la misma que la tensión de salida del panel.

50 En la figura 12, durante el período en que el interruptor (1106) se apaga (se abre), el controlador (1109) enciende (cierra) el interruptor (1108) para proporcionar una ruta alrededor del diodo (1107) D1 para mejorar la eficiencia.

55 En la figura 12, cuando el interruptor (1106) se apaga (se abre), la tensión del panel carga el condensador (1105) C1, de modo que cuando el interruptor (1106) se enciende, tanto el panel solar como el condensador (1105) proporcionan corrientes que pasan por los conectores (1112 y 1114), lo que permite que una corriente mayor que la corriente del panel solar fluya en el ramal (el bus (1103) de alimentación serie). Cuando el interruptor (1106) está apagado (abierto), el diodo (1107) D1 también proporciona una ruta entre los conectores (1112 y 1114) para mantener la corriente en el ramal, incluso si el interruptor (1108) está apagado por alguna razón.

5 En un ejemplo, el controlador (1109) está conectado (no se muestra en la figura 12) a la tensión del panel para obtener la potencia para controlar los interruptores Q1 (1106) y Q2 (1108). En un ejemplo, el controlador (1109) está además conectado (no se muestra en la figura 12) al menos a uno de los conectores para transmitir y/o recibir información del ramal. En un ejemplo, el controlador (1109) incluye sensores (no mostrados en la figura 12) para medir los parámetros de operación del panel solar, tales como la tensión del panel, la corriente del panel, la temperatura, la intensidad de la luz, etc.

10 La figura 13 ilustra un sistema (1200) fotovoltaico según un ejemplo. En la figura 13, el sistema 1200 fotovoltaico se construye a partir de unos pocos componentes, incluidos los módulos (1201a, 1201b,..., 1201n) fotovoltaicos, las unidades (1202a, 1202b,..., 1202n) de unidad de gestión local, un inversor (1203), y una unidad (1204) de gestión del sistema.

15 En un ejemplo, la unidad (1204) de gestión del sistema forma parte del inversor (1203), de la caja (1206) de combinación, de una unidad de gestión local o de una unidad independiente. Los módulos (1201a, 1201b, ..., 1201n) solares están conectados en paralelo a las unidades (1202a, 1202b,..., 1202n) de unidad de gestión local respectivamente, que están conectadas en serie para formar un bus (1205) del ramal, que finalmente se conecta a un inversor (1203) y a la unidad (1204) de gestión del sistema.

20 En la figura 13, el bus (1205) del ramal se puede conectar al inversor (1203) directamente o como parte de una red de malla o de cajas de combinación o de cajas de fusibles (no mostradas). Una unidad de gestión local aislada se puede usar como una caja (1206) de combinación para ajustar todas las tensiones antes de conectar al inversor (1206); o, se puede usar un inversor de uno o varios ramales. Para limitar los cambios en la tensión del bus, la unidad (1204) de gestión del sistema puede asignar una fase diferente para cada una de las unidades (1202a, 1202b,..., 1202n) de gestión local. En un ejemplo, en cualquier momento dado, un máximo de un número predeterminado de módulos solares (por ejemplo, un único módulo solar) se desconecta del bus (1205) del ramal.

25 En un ejemplo, más allá de la conexión del módulo, las unidades de gestión local pueden tener las entradas de señal, que incluyen, entre otras, el ciclo (1104a) de trabajo, la fase (1104b) y el pulso (1104c) de sincronización (por ejemplo, para mantener las unidades de gestión local sincronizadas). En un ejemplo, la fase (1104b) y el pulso (1104c) de sincronización se utilizan para mejorar aún más el rendimiento, pero la unidad (1101) de gestión local puede funcionar sin ellos.

30 En un ejemplo, la unidad de gestión local puede proporcionar señales de salida. Por ejemplo, la unidad (1101) de gestión local puede medir la corriente y la tensión en el lado del módulo y, opcionalmente, medir la corriente y la tensión en el lado del ramal. La unidad (1101) de gestión local puede proporcionar otras señales adecuadas, que incluyen, entre otras, las mediciones de luz, la temperatura (tanto del ambiente como del módulo), etc.

En un ejemplo, las señales de salida de la unidad (1101) de gestión local se transmiten a través de la línea eléctrica (por ejemplo, a través de la comunicación por línea eléctrica (PLC)), o se transmiten de manera inalámbrica.

35 En un ejemplo, la unidad (1204) de gestión del sistema recibe entradas de un sensor o sensores de luz, de un sensor o sensores de temperatura y de uno o más sensores para el ambiente, para el módulo solar o para ambos, para controlar el sistema (1200) fotovoltaico. En un ejemplo, las señales también pueden incluir señales de sincronización. Por ejemplo, utilizando los métodos descritos, la unidad de gestión local puede ser un dispositivo muy barato y fiable que puede aumentar fácilmente el rendimiento de un sistema solar fotovoltaico en unos pocos puntos porcentuales (por ejemplo, un número de dos dígitos bajos o notables). Estos controles variados también permiten que los instaladores que utilizan este tipo de sistema controlen el voe (tensión de circuito abierto), por ejemplo, apagando algunos o todos los módulos. Por ejemplo, al usar las unidades de gestión local del sistema, algunos módulos pueden desconectarse de un ramal si un ramal está llegando al límite de tensión reglamentario, por lo que se pueden instalar más módulos en un ramal.

45 En algunos ejemplos, las unidades de gestión local también pueden usarse dentro del panel solar para controlar la conexión de células solares unidas a ramales de células dentro del panel solar.

La figura 14 ilustra un panel solar según un ejemplo. En un ejemplo, el panel (1300) solar tiene unos pocos ramales de células solares (por ejemplo, tres ramales de células solares por módulo). En la figura 14, una unidad (1101) de gestión local se puede aplicar a un grupo de células (1301) dentro de un ramal de un panel (1300) solar individual, o en algunos casos a cada célula (1301) de un panel (1300) solar.

50 En la figura 14, un grupo de células (1301) solares que están conectadas a una unidad (1101) de gestión local pueden conectarse entre sí en serie, en paralelo o en una configuración de malla. Varias unidades de gestión local (1101) conectan los grupos de células (1301) solares en un ramal para proporcionar la salida para el panel (1300) solar.

Algunos ejemplos de la descripción incluyen métodos para determinar los ciclos de trabajo y/o fases para unidades de gestión local conectadas a un ramal o malla de módulos solares.

55 En algunos ejemplos, el ciclo de trabajo de todas las unidades de gestión local en un ramal o malla se puede cambiar, para aumentar o disminuir la tensión del ramal. Los ciclos de trabajo pueden ajustarse para evitar exceder la tensión

máxima permitida. Por ejemplo, la tensión máxima puede estar limitada por la caja (1206) de combinación, por el inversor (1203) o por cualquier otra carga conectada al bus (1205) de los ramales, o limitada por cualquier regulación correspondiente a ese sistema. En algunos ejemplos, los ciclos de trabajo se ajustan para alinear la tensión de varios ramales.

- 5 En algunos ejemplos, el ciclo de trabajo de una unidad (1101) de gestión local en un ramal se puede cambiar para provocar una mayor corriente en esa unidad (1101) de gestión local y una mayor extracción de potencia.

En un ejemplo, los ciclos de trabajo se calculan para los módulos solares que están conectados a un ramal a través de las unidades de gestión local correspondientes. Los ciclos de trabajo pueden calcularse en función de la corriente y de las tensiones medidas de los módulos solares y/o de las temperaturas.

- 10 Después de aplicar un conjunto inicial de ciclos de trabajo a los módulos solares, los ciclos de trabajo se pueden ajustar y/o reajustar, paso a paso, aún más a los cambios, tales como el desplazamiento de la sombra, etc., para mejorar el rendimiento de potencia (por ejemplo, para aumentar la potencia de salida, para aumentar la tensión, para aumentar la corriente, etc.). En un ejemplo, se calculan las tensiones objetivo para los módulos solares, y los ciclos de trabajo se ajustan para llevar la tensión del módulo hacia las tensiones objetivo.

- 15 Los métodos para calcular los ciclos de trabajo de los módulos solares también se pueden usar para calcular los ciclos de trabajo de los grupos de células solares dentro de un módulo solar.

Las figuras 15 a 17 muestran métodos para mejorar el rendimiento de un sistema fotovoltaico según algunos ejemplos.

- 20 En la figura 15, al menos un parámetro de operación de una unidad de producción de energía solar acoplada a un ramal a través de una unidad de gestión se recibe (1401) y se utiliza para identificar (1403) un ciclo de trabajo para que la unidad de gestión conecte la unidad de producción de energía solar al ramal. La unidad de producción de energía solar puede ser un módulo solar, un grupo de células solares dentro de un módulo solar o una sola célula solar en un ramal de un módulo solar. El ciclo de trabajo se ajusta (1405) para optimizar el rendimiento de la unidad de producción de energía solar y/o del ramal.

- 25 Por ejemplo, el ciclo de trabajo se puede ajustar para aumentar la corriente en el ramal y/o en la unidad de producción de energía solar, para aumentar la potencia de salida del ramal y/o de la unidad de producción de energía solar, para aumentar la tensión de la unidad de producción de energía solar, etc.

En la figura 16, las tensiones de operación de una pluralidad de paneles solares conectados en serie se reciben (1421) y se usan para identificar (1423) un segundo panel solar que tiene la tensión de operación más alta (potencia de salida más alta) en el ramal.

- 30 En la figura 16, se calcula (1425) un ciclo de trabajo de un primer panel solar en función de una relación de la tensión de operación entre los paneles solares primero y segundo. Alternativamente, el ciclo de trabajo se puede calcular en función de una relación de la potencia de salida entre los paneles solares primero y segundo. Alternativamente, el ciclo de trabajo se puede calcular en función de una relación entre los paneles solares primero y segundo de la tensión estimada/calculada en el punto de máxima potencia. Alternativamente, el ciclo de trabajo se puede calcular en función de una relación entre los paneles solares primero y segundo de la potencia estimada/calculada en el punto de máxima potencia.

- 35 El ciclo de trabajo del primer panel solar se ajusta (1427) para mejorar el rendimiento de la primera unidad de producción de energía solar y/o del ramal, hasta que se detecta una disminución en la tensión de operación del segundo panel solar. Por ejemplo, el ciclo de trabajo del primer panel solar se puede ajustar para aumentar la potencia total de salida del ramal, para aumentar la corriente del ramal, para aumentar la corriente del primer panel solar, para llevar la tensión del primer panel solar hacia una tensión objetivo, tal como su tensión en el punto de máxima potencia estimada en función de sus parámetros de operación actuales, tales como la temperatura o una tensión calculada utilizando su tensión estimada en el punto de máxima potencia.

- 40 En la figura 16, en respuesta a la disminución detectada en la tensión de operación del segundo panel solar que tenía la tensión de operación más alta, el ajuste en el ciclo de trabajo del primer panel solar que causa la disminución se deshace/invierte (1429).

- 45 En la figura 16, el ciclo de trabajo del segundo panel solar opcionalmente se reduce (1431) para aumentar la tensión de operación del segundo panel solar. En algunos ejemplos, el panel solar más potente (o paneles potentes dentro de un umbral a partir del panel más potente) no se desconecta de la línea (por ejemplo, para tener un ciclo de trabajo predeterminado del 100%).

- 50 En un ejemplo, el ciclo de trabajo del segundo panel solar se disminuye (1429) repetidamente hasta que se determina (1431) que la disminución (1429) en el ciclo de trabajo del segundo panel solar no puede aumentar la tensión del segundo panel solar.

- En la figura 17, los parámetros de operación de una pluralidad de paneles solares conectados en un ramal se reciben (1441) y se usan para identificar (1443) una primera tensión del punto de máxima potencia de un primer panel solar. Se identifica un segundo panel solar que tiene la tensión de operación (o potencia de salida) más alta en el ramal. Se identifica (1447) una segunda tensión del punto de máxima potencia del segundo panel solar en función de los parámetros de operación recibidos y se utiliza para calcular (1449) una tensión objetivo para la primera unidad de producción de energía solar. En un ejemplo, la tensión objetivo es una función de las tensiones primera y segunda de los puntos de máxima potencia y de la tensión de operación más alta identificada (1445) en el segundo panel solar del ramal. El ciclo de trabajo de la primera unidad de producción de energía solar se ajusta para llevar la tensión de operación del primer panel solar hacia la tensión objetivo.
- 5
- Alternativamente, la tensión objetivo se puede establecer como la primera tensión del punto de máxima potencia del primer panel solar.
- 10
- En un ejemplo, para ajustar la tensión, se aplica un mismo factor a todos los módulos en ese ramal. Por ejemplo, en el caso de un primer módulo A1 que produce solamente el 80%, y la tensión de todo el ramal debe ser un 5% más baja, el ciclo de trabajo de A1 es 80% multiplicado por el ciclo de trabajo aplicado a todo el ramal (que es Y en este ejemplo), de modo que el módulo A1 tiene entonces $Y \times 0,8$ como ciclo de trabajo.
- 15
- En algunos ejemplos, la unidad (1204) de gestión del sistema y/o las unidades (por ejemplo, 1202a, 1202b,..., 1202n) de gestión local se usan solas o en combinación para determinar los parámetros para controlar las operaciones de los interruptores.
- Por ejemplo, en un ejemplo, una unidad (1204) de gestión del sistema es el "cerebro" del sistema, que decide el ciclo de trabajo y los parámetros de fase.
- 20
- Por ejemplo, en otro ejemplo, cada unidad de gestión local transmite información a las otras unidades de gestión local en el ramal para permitir que las unidades individuales de gestión local decidan su propio ciclo de trabajo y sus parámetros de fase.
- En algún ejemplo, una unidad de gestión local puede dar instrucciones a una o más unidades de gestión local para ajustar el ciclo de trabajo y los parámetros de fase. Por ejemplo, las unidades de gestión local en un bus (1205) de los ramales pueden elegir una unidad de gestión local para calcular el ciclo de trabajo y los parámetros de fase para otras unidades de gestión local en el ramal.
- 25
- Por ejemplo, en algún ejemplo, la unidad (1204) de gestión del sistema puede determinar uno o más parámetros globales (por ejemplo, un ciclo de trabajo global, la potencia máxima en el ramal, la tensión máxima en el ramal, etc.), en función de qué unidades individuales de gestión local ajustan sus propios ciclos de trabajo.
- 30
- En algunos ejemplos, una unidad de gestión local puede determinar sus propios ciclos de trabajo sin depender de la comunicación con otras unidades de gestión. Por ejemplo, la unidad de gestión local puede ajustar su ciclo de trabajo para conectar su módulo solar al ramal para operar el módulo solar en el punto de máxima potencia.
- En un ejemplo, las tensiones de los módulos son medidas por las unidades de gestión local en el mismo ramal substancialmente/aproximadamente al mismo tiempo y se usan para identificar el módulo solar más potente. Un módulo solar más potente proporciona la mayor potencia en el ramal. Dado que los módulos están conectados en serie, el módulo solar que tiene la mayor tensión de módulo en el ramal se puede identificar como el módulo solar más potente. En algún ejemplo, la tensión y la corriente de operación del módulo solar se miden para determinar la potencia del módulo solar.
- 35
- En un ejemplo, después de que se identifica la tensión V_m de módulo más alta en el ramal, el ciclo de trabajo para cada módulo se puede calcular como una función de una relación entre la tensión V del módulo y la tensión V_m de módulo más alta. Por ejemplo, el ciclo de trabajo para un módulo se puede calcular como $1 - ((V_m - V)/N_m) = V/N_m$.
- 40
- En un ejemplo, la gestión (1204) del sistema puede identificar la tensión de módulo más alta a partir de las tensiones de los módulos recibidas desde las unidades (1202a, 1202b,..., 1202n) de gestión local, y calcular los ciclos de trabajo para las correspondientes unidades (1202a, 1202b,..., 1202n) de gestión local.
- 45
- En un ejemplo, las unidades (1202a, 1202b,..., 1202n) de gestión local pueden informar sobre las tensiones de sus módulos en el bus (1205) de los ramales para permitir a las unidades (1202a, 1202b,..., 1202n) individuales de gestión local identificar la tensión de módulo más alta y calcular los ciclos de trabajo, sin depender de la unidad (1204) de gestión del sistema.
- 50
- En un ejemplo, una de las unidades (1202a, 1202b, ..., 1202n) de gestión local puede identificar la tensión de módulo más alta y/o calcular los ciclos de trabajo para las otras unidades (1202a, 1202b, ..., 1202n) de gestión local.
- En un ejemplo, los ciclos de trabajo se determinan y/o se ajustan periódicamente.
- En un ejemplo, después de que los ciclos de trabajo para los módulos solares en el ramal se establecen en función de la relación de tensión del módulo con la tensión de módulo más alta en el ramal, los ciclos de trabajo pueden

ajustarse con precisión para aumentar el rendimiento de potencia. Los ciclos de trabajo pueden ajustarse con precisión paso a paso, hasta que se detecte una disminución de la tensión del módulo con la potencia más alta. En respuesta a la disminución detectada, el último cambio que causó la disminución puede revertirse (deshacerse). El ajuste fino de los ciclos de trabajo se puede usar para alcanzar el punto de rendimiento máximo (por ejemplo, para el seguimiento del punto de máxima potencia).

En un ejemplo, después de identificar el módulo más potente, los ciclos de trabajo de los módulos solares en el ramal se ajustan hasta que el módulo con la potencia más alta en el ramal disminuye su tensión. Como la disminución del ciclo de trabajo de un módulo solar disminuye el período de tiempo en que el módulo está conectado al ramal y, por lo tanto, aumenta su tensión, el ciclo de trabajo del módulo con la mayor potencia en el ramal puede disminuirse para aumentar su tensión, en respuesta a la disminución en su tensión causada por el ajuste a los ciclos de trabajo de otros módulos solares en el ramal. Por ejemplo, el ciclo de trabajo del módulo con la potencia más alta en el ramal se puede disminuir hasta que se maximice su tensión.

En un ejemplo, la unidad de gestión local mide las temperaturas de los módulos y del ambiente para determinar por algunos métodos los ciclos de trabajo. Por ejemplo, los parámetros de operación medidos en las unidades (por ejemplo, 1202a, 1202b,..., 1202n) de gestión local, tales como la temperatura de los módulos, pueden usarse para calcular las tensiones estimadas de los módulos solares en sus puntos de máxima potencia. Por ejemplo, una fórmula presentada por Nalin K. Gautam y N.D. Kaushika en "An efficient algorithm to simulate the electrical performance of solar photovoltaic arrays", Energy, Volumen 27, Número 4, abril de 2002, páginas 347-261, se puede utilizar para calcular la tensión V_{mp} de un módulo solar en el punto de máxima potencia. También se pueden utilizar otras fórmulas. Una vez que se calcula o estima la tensión V_{mp} del punto de potencia máxima de un módulo solar, el ciclo de trabajo del módulo solar conectado a un ramal se puede ajustar para llevar la tensión del módulo a la tensión V_{mp} calculada/estimada del punto de máxima potencia, ya que al disminuir el ciclo de trabajo de un módulo solar normalmente aumenta su tensión.

En un ejemplo, una unidad de gestión local puede ajustar el ciclo de trabajo del módulo solar conectado a la unidad de gestión local para cambiar la tensión del módulo a la tensión V_{mp} calculada/estimada del punto de máxima potencia, sin tener que comunicarse con otras unidades de gestión.

En un ejemplo, una unidad de gestión local (o una unidad de gestión del sistema) puede ajustar el ciclo de trabajo del módulo solar conectado a la unidad de gestión local para realizar el seguimiento del punto de máxima potencia.

En un ejemplo, después de identificar el módulo más potente y calcular/estimar la tensión V_{mpm} del punto de máxima potencia del módulo más potente, el ciclo de trabajo para cada módulo de un ramal se puede calcular como una función de una relación entre la tensión V_{mp} del punto de máxima potencia del módulo y la tensión V_{mpm} del punto de máxima potencia del módulo más potente. Por ejemplo, el ciclo de trabajo para un módulo se puede calcular como $1 - ((V_{mpm} - V_{mp})/V_{mpm}) = V_{mp}/V_{mpm}$. El ciclo de trabajo puede actualizarse periódicamente, en función de los parámetros de operación actuales medidos, y/o ajustarse con precisión hasta que se detecte una disminución en la tensión del módulo más potente.

Alternativamente, se puede calcular una tensión objetivo para cada módulo del ramal como una función de una relación entre la tensión V_{mp} del punto de máxima potencia del módulo y la tensión V_{mpm} del punto de máxima potencia del módulo más potente. Por ejemplo, la tensión objetivo para un módulo se puede calcular como $V_m \times V_{mp}/V_{mpm}$, donde V_m es la tensión medida del módulo más potente. El ciclo de trabajo del módulo se puede cambiar para llevar la tensión del módulo hacia la tensión objetivo.

En un ejemplo, después de identificar el módulo más potente y calcular/estimar la potencia P_{mpm} del punto de máxima potencia del módulo más potente, el ciclo de trabajo para cada módulo de un ramal se puede calcular como una función de una relación entre la potencia P_{mp} del punto de máxima potencia del módulo y la potencia P_{mpm} del punto de máxima potencia del módulo más potente. Por ejemplo, el ciclo de trabajo de un módulo se puede calcular como $1 - ((P_{mpm} - P_{mp})/P_{mpm}) = P_{mp}/P_{mpm}$. El ciclo de trabajo puede actualizarse periódicamente, en función de los parámetros de operación actuales medidos, y/o ajustarse con precisión hasta que se detecte una disminución en la tensión del módulo más potente, ya que al disminuir el ciclo de trabajo normalmente aumenta la tensión del módulo.

En un ejemplo, una tensión objetivo para cada módulo del ramal se puede calcular como una función de una relación entre la potencia P_{mp} del punto de potencia máxima del módulo y la potencia P_{mpm} del punto de potencia máxima del módulo más potente. Por ejemplo, la tensión objetivo para un módulo se puede calcular como $V_m \times P_{mp}/P_{mpm}$, donde V_m es la tensión medida del módulo más potente. El ciclo de trabajo del módulo se puede cambiar para llevar la tensión del módulo hacia la tensión objetivo, ya que al disminuir el ciclo de trabajo normalmente aumenta la tensión del módulo.

En un ejemplo, el ciclo de trabajo para cada unidad de gestión local se cambia para aumentar la corriente del módulo solar conectado a la unidad de gestión local (por ejemplo, en función de la medición de la tensión y de la corriente del módulo solar), hasta que se alcanza la corriente máxima. Este método supone que la potencia máxima del ramal se puede lograr con cierta precisión al hacer que cada unidad de gestión local alcance la corriente máxima. En un ejemplo, las tensiones y las corrientes de los módulos solares se miden para ajustar los ciclos de trabajo para el seguimiento

del punto de máxima potencia del ramal. Las mediciones de las tensiones y de las corrientes de los módulos solares también permiten que las unidades de gestión local sirvan de manera adicional como un sistema de monitoreo a nivel de módulo.

5 Los ciclos de trabajo pueden ser ajustados por la unidad (por ejemplo, 1204) de gestión del sistema en función de las mediciones comunicadas por las unidades (por ejemplo, 1202a, 1202b, ..., 1202n) de gestión local, o ajustados directamente por las correspondientes unidades (por ejemplo, 1202a, 1202b, ..., 1202n) de gestión local.

10 En un ejemplo, durante el proceso de configuración y/o el ajuste de los ciclos de trabajo, la operación de seguimiento del punto de máxima potencia por el inversor (1203) se congela (se detiene temporalmente). La intensidad de la luz en los módulos solares es monitoreada para detectar cambios. Cuando la intensidad de la luz en los módulos solares se estabiliza, la tensión y la corriente de los módulos solares se miden para la determinación de los ciclos de trabajo. Luego se reanuda la operación normal (por ejemplo, descongelando la operación de seguimiento del punto de máxima potencia).

15 En un ejemplo, las unidades de gestión local miden las tensiones y las corrientes de los módulos solares para determinar la potencia de los módulos solares. Después de identificar la potencia P_m más alta de los módulos solares en el ramal, los ciclos de trabajo de los módulos solares en el ramal se determinan por la relación de la potencia con la potencia P_m más alta. Por ejemplo, si un módulo produce un 20 por ciento menos de potencia, se desconectará del bus de los ramales aproximadamente el 20 por ciento del tiempo. Por ejemplo, si un módulo produce una potencia P , su ciclo de trabajo se puede fijar en $1 - ((P_m - P)/P_m) = P/P_m$.

20 En un ejemplo, se usa un umbral predeterminado para seleccionar los módulos deficientes para aplicar los ciclos de trabajo. Por ejemplo, en un ejemplo, cuando un módulo produce una potencia menor que un porcentaje predeterminado de la potencia máxima P_m , se calcula un ciclo de trabajo y se aplica al módulo solar. Si el módulo está por encima del umbral, el módulo no se desconecta (y, por lo tanto, tiene un ciclo de trabajo del 100%). El umbral puede estar basado en la potencia o en la tensión del módulo.

25 En un ejemplo, la unidad (1204) de gestión del sistema encuentra los ciclos de trabajo para las unidades (1202a, 1202b, ..., 1202n) de gestión local y transmite los datos y/o las señales que representan los ciclos de trabajo a las unidades (1202a, 1202b, ..., 1202n) de gestión local a través de cables o conexiones inalámbricas. Alternativamente, las unidades (1202a, 1202b, ..., 1202n) de gestión local pueden comunicarse entre sí para obtener los parámetros para calcular los ciclos de trabajo.

30 En un ejemplo, la unidad (1204) de gestión del sistema conoce todos los diferentes ciclos de trabajo indicados para las unidades (1202a, 1202b, ..., 1202n) de gestión local.

35 En un ejemplo, durante el ajuste fino de la potencia, la unidad (1204) de gestión del sistema envía los datos/señales apropiados a las unidades (1202a, 1202b, ..., 1202n) de gestión local apropiadas, y luego la unidad (1204) de gestión del sistema calcula la potencia total del ramal y corrige el ciclo de trabajo para producir la máxima potencia. Una vez que se alcanza la potencia máxima, los ciclos de trabajo para las unidades (1202a, 1202b, ..., 1202n) de gestión local se pueden guardar en una base de datos y servir como punto de partida para las unidades (1202a, 1202b, ..., 1202n) de gestión local correspondientes a la misma hora del día al día siguiente. Alternativamente, una gestión local puede almacenar el ciclo de trabajo en su memoria para el día siguiente.

40 Los ciclos de trabajo almacenados se pueden usar cuando hay una sombra fija en los módulos, tal como una chimenea, un árbol, etc., que tendrán la misma sombra cualquier día a la misma hora. Alternativamente, los datos históricos pueden no guardarse, pero pueden recalcularse desde cero en cada ejecución, por ejemplo, cada 30 minutos.

En un ejemplo, la intensidad de la luz en los módulos solares se monitorea para detectar cambios. Los ciclos de trabajo se calculan cuando la intensidad de la luz no cambia significativamente. Si hay cambios en la radiación de la luz solar en los módulos solares, el sistema esperará hasta que el ambiente se estabilice antes de aplicar o ajustar los ciclos de trabajo.

45 En un ejemplo, la unidad (1204) de gestión del sistema también puede comunicarse con el inversor. Cuando el ambiente no es estable (por ejemplo, cuando la radiación de la luz solar está cambiando), el inversor puede detener el seguimiento del punto de máxima potencia. En tal situación, el inversor puede configurarse para su carga, en lugar de rastrear el punto de máxima potencia. En lugar de utilizar el inversor para realizar el seguimiento del punto de máxima potencia, la unidad (1204) de gestión del sistema y las unidades (1202a, 1202b, ..., 1202n) de gestión local se utilizan para configurar los parámetros de operación y equilibrar el ramal.

50 Alternativamente, cuando el ambiente no es estable pero las mediciones y el cálculo se realizan más rápido que el mismo funcionamiento del MPPT, puede que no haya necesidad de detener el MPPT del inversor. Alternativamente, cuando el ambiente no es estable, se pueden tomar mediciones unas cuantas veces para la misma radiación hasta que se logre un resultado estable.

55 Se pueden aplicar muchas variaciones a los sistemas y métodos, sin apartarse del espíritu de la invención. Por ejemplo, se pueden agregar componentes adicionales, o se pueden reemplazar componentes. Por ejemplo, en lugar

de usar un condensador como almacenamiento de energía primaria, se puede usar un inductor, o una combinación de inductor y condensador. Además, el equilibrio entre el hardware y el firmware en los microcontroladores o procesadores se puede cambiar, sin apartarse del espíritu de la invención. En algunos casos, solamente algunos módulos problemáticos pueden tener una unidad de gestión local, por ejemplo, en una situación de sombra o parcialmente sombreada o de otro modo diferente. En otros casos, las unidades de gestión local de módulos potentes pueden estar virtualmente apagadas. Los métodos para determinar los ciclos de trabajo para los módulos solares también se pueden utilizar para determinar los ciclos de trabajo de grupos de células conectadas a través de unidades de gestión local en un ramal dentro de un panel/módulo solar.

Vigilancia mejorada

Lo que se necesita es un sistema y un método para un dispositivo mejorado de "vigilancia" que pueda implementar un apagado de emergencia del sistema del panel solar cuando detecta un problema en el extremo de cabeza o en el cableado, manteniendo así el sistema en una condición segura.

La figura 18 muestra una visión general de un sistema 2100 de energía fotovoltaica de ejemplo conocido por los inventores. El panel 101 solar fotovoltaico (PVSP) normalmente se conecta a través de cables 2103, tales como cables de conexión, a una caja 2102 de conexiones, que a su vez conecta el cableado 2104 al sistema de cableado, generalmente como parte de una serie de paneles, o a una caja de alta tensión o a una caja de combinación (esencialmente un panel de cableado) y de allí a un inversor que alimenta la red eléctrica. En este ejemplo, la vigilancia está en la caja 2102 de conexiones; en otros casos, la vigilancia puede estar en otras localizaciones en el cableado más abajo en la línea, tales como, por ejemplo, en la caja de combinación que combina los cables de múltiples paneles y/o ramales, o puede estar en una caja inversora que combina múltiples cableados y el inversor.

La figura 19 muestra una vista general de un sistema 2200 de energía fotovoltaica de ejemplo que es conocido por los inventores. Los cables del panel 2103 alimentan al convertidor o adaptador 2203. También está presente un controlador 2204, el cual se comunica con un controlador 2109 central (mostrado en la figura 10) como se indica con la flecha 2206, en algunos casos a través de una línea de cable y en otros casos sin cables. A menudo, se puede incluir un diodo 2205 para la inversión del panel, o si el panel tiene células deficientes, para evitar la inversión del panel. La configuración mostrada en la figura 19 es típica de una configuración de ramal, pero de manera similar puede aplicarse en configuraciones de CA u otras configuraciones similares, o en configuraciones de bus de alta tensión, todas las cuales son conocidas por los inventores. Está claro que en el caso de una configuración de CA, el diodo 2205 no se incluiría en el sistema, ya que crearía problemas graves.

La figura 20 muestra una vista general de un sistema 2300 de ejemplo según un ejemplo de la presente invención. El sistema 2300 es esencialmente una mejora del sistema 2200, en donde el controlador 2204 ahora tiene un código 2308 adicional, el cual realiza la función de apagado de la presente invención. También se muestran varios interruptores normalmente abiertos o normalmente cerrados. No todos los interruptores están necesariamente en todos los ejemplos de la presente invención.

Por ejemplo, el interruptor 2305 se usa para cortocircuitar un panel. En este ejemplo, se muestra como un interruptor normalmente abierto, controlado por el controlador 2204 (no se muestra la línea de control). Sin embargo, en lugar de un interruptor mecánico, el dispositivo de encendido/apagado podría ser típicamente un dispositivo semiconductor adecuado, que incluye, pero no se limita a un FET o a un MOSFET, o podría ser un tipo IGBT de transistor que puede admitir la corriente y cortocircuitar el panel. Además, en algunos casos, en lugar de cortocircuitar el panel, el dispositivo de encendido/apagado crearía una carga activa en el panel y permitiría que una tensión continúe alimentando al controlador, como lo muestra la línea de alimentación, incluso aunque el inversor o el convertidor 2203 pueda estar apagado. También se muestra un interruptor 2304, que normalmente está cerrado. De nuevo, en lugar de un interruptor mecánico, este podría ser un FET, un MOSFET u otro tipo de interruptor semiconductor adecuado similar. Normalmente está cerrado para permitir que la energía del inversor fluya hacia el cableado; sin embargo, podría entrar en un estado abierto normal y, por lo tanto, desconectar el panel. En algunos casos, el convertidor o inversor 2203 puede lograr la misma función internamente al gestionar debidamente dispositivos de conmutación que ya se encuentran dentro de un convertidor. Además, en algunos casos, el interruptor 2307 puede cortocircuitar la circunvalación del panel. En particular, en el caso de un sistema de CA, donde no hay diodo, puede ser conveniente una circunvalación. En otros casos, no se desea una circunvalación o, en el caso de un sistema de alta tensión, una circunvalación puede incluso ser no deseable. El apagado puede dispararse, por ejemplo, por la ausencia de una señal regular del controlador principal (no se muestra). En otros casos, por ejemplo, un fallo en el cableado, que puede ser detectado por el controlador 2204 al comparar diferentes tensiones, etc., también puede disparar automáticamente una desconexión. En otros casos, además, por ejemplo, el positivo o el negativo se pueden conectar a tierra para agregar seguridad. En algunos casos, el sistema 2300 puede tener un condensador local o una batería para alimentar la unidad incluso después de la pérdida de alimentación en ambos lados.

La figura 21 muestra un proceso 2400 de ejemplo para la implementación del código 2308 de vigilancia según un ejemplo de la presente invención. En la operación 2402, los parámetros se inicializan en función de los datos de un almacenamiento 2401 que normalmente sería una E2PROM en el propio dispositivo y, por lo tanto, incluso podría sobrevivir a la pérdida de alimentación. Después de la inicialización, en la operación 2403, el software ejecuta comprobaciones locales, que pueden incluir la comprobación de que el cableado, las tensiones y otros componentes

son correctos y que todas las señales están presentes como deberían para el funcionamiento normal. En la operación 2404, el software espera un ping desde el controlador principal. En algunos casos, el software puede no esperar un ping entrante, sino que puede generar un desafío y recibir una respuesta a ese desafío. Se pueden usar otros métodos similares bien conocidos de verificación bidireccional. En la operación 2405, el proceso se ramifica. Si el software recibe una respuesta, pasa a la operación 2407 para determinar si la respuesta es una señal de apagado. Si la respuesta no es una señal de apagado (negativa), el software regresa a la operación 2403. Si la respuesta es una señal de apagado, el software pasa a la operación 2408, donde apaga el sistema y, en la operación 2409, espera una señal de reinicio, después de la cual vuelve a la operación 2402. Si, en la operación 2405, el software no recibe un ping u otra respuesta esperada dentro de un tiempo asignado, pasa a la operación 2406, donde comprueba el número de omisiones permitidas. Dependiendo de las circunstancias, se puede permitir un cierto número de omisiones, especialmente si los "latidos" del ping se establecen a una velocidad alta, tal como de 100 o incluso de 1000 por segundo. En tales casos, el software puede permitir dos, cinco o incluso 100 omisiones (este límite se extrae del almacén 2401 de datos) antes de pasar a la operación 2410, donde el proceso se ramifica nuevamente. Si el software recibe una respuesta antes de que se alcance el límite (-), el proceso vuelve a la operación 2407 y continúa como se describió anteriormente. Si el software no recibe respuesta en el tiempo/conteo en el que se alcanza el límite de omisiones (+), el proceso pasa a la operación 2408 y continúa como se describió anteriormente. Si el dispositivo tiene una batería, como se mencionó anteriormente, puede permanecer en el modo de apagado hasta que reciba bien una señal de reinicio o bien hasta que la batería se agote, en cuyo caso se apaga por completo.

La figura 22 muestra un sistema 3100 de ejemplo según un aspecto del sistema y el método descritos en el presente documento. Los paneles 3110aa-nn solares se instalan en varios ramales. Las salidas de los ramales se unen típicamente en la caja 3108 de combinación, que luego se conecta al inversor 3101, que a su vez se conecta a la red 3109 eléctrica. Como se mencionó anteriormente, se puede proporcionar hardware adicional (no mostrado), tal como relés o elementos de conmutación de semiconductores con un controlador local adicional, para permitir que cada ramal se encienda de forma individual, reduciendo así la energía y la potencia necesarias para consultar los paneles o sus respectivas unidades locales. Este ejemplo muestra, por razones de simplicidad y claridad, solamente una red eléctrica monofásica, pero la red eléctrica podría ser una red eléctrica multifásica mucho mayor y más compleja. También se muestra una unidad 3102 maestra de gestión (MMU) (que es un ejemplo de un controlador de sistema local) y una fuente 3103 de alimentación auxiliar, que se conecta directamente a la red eléctrica y que, a través del recorrido 3105 de alimentación, proporciona energía a la MMU 3102. La MMU 3102 se conecta a través de las líneas 3107 al sistema de cableado de CC y puede, por lo tanto, realimentar corriente continua CC a la matriz del panel solar, a través de la(s) caja(s) 3108 de combinación (solamente se muestra una) a los paneles y a sus respectivas LMU. En otros casos, una fuente de alimentación auxiliar puede conectarse directamente al cableado de CC entre la caja 3108 de combinación y el inversor 3101. El cableado 3106 permite que la MMU 3102 interactúe con el inversor 3108 y, por ejemplo, suprima los falsos arranques del inversor con la tensión auxiliar. La MMU 3102 o algún otro controlador adecuado de manera similar pueden, por ejemplo, encender solamente la tensión de CC cada dos o tres minutos durante unos cuantos segundos, enviando así únicamente la corriente suficiente para activar las LMU 3111aa a 3111nn en los paneles y permitirles que hagan una consulta rápida a cada uno de sus respectivos paneles. Luego, si, por ejemplo, dos minutos después, una de las unidades no responde a la consulta, el sistema enviará una alarma que indica una posible infracción de seguridad, tal como que se haya cortado un cable o se haya eliminado un panel. En algunos casos, antes de enviar una alarma, se puede hacer una nueva prueba, para verificar que la alarma sea causada por un panel que no responde, en lugar de simplemente por un problema temporal al consultar a una unidad. También se muestra el servidor 3121 de información, que puede pertenecer a un operador de múltiples instalaciones con información dirigida a controlar instalaciones específicas. Los servidores 3140a a 3140n adicionales podrían ser, por ejemplo, servidores de emergencia de una agencia pública relevantes para la localización del sistema, monitores de terremotos del USGS (de casos relevantes), etc. En algunos casos, el servidor 3121 de información puede descargar información de estos servidores y luego prepararla por localizaciones y enviar una señal a la MMU 3102 a través de una red 3104. En otros casos, la MMU 3102 puede extraer esa información directamente de esos servidores. El controlador 3130 controla múltiples sensores 3131a-n, que pueden ser, por ejemplo, sensores de humo, sensores de incendio, sensores de flujo u otros sensores de emergencia prácticos.

La figura 23 muestra un proceso 3200 implementado por una instancia de software que reside en la MMU 3102, según el sistema y el método de la invención reivindicada. En la operación 3201, el programa comprueba el estado de operación de la MMU 3102. En la operación 3202, el proceso se ramifica. Si la unidad está en modo de operación en espera (sí), el proceso pasa a la operación 3203, donde finaliza. Si la unidad no está en modo de espera (no), el proceso pasa a la operación 3204, donde el programa consulta el servidor 3121 de información para obtener información local pertinente con respecto a posibles acontecimientos que justifiquen un apagado u otros cambios de control. De manera similar, en la operación 3205, el programa consulta a los servidores 3140a-n de emergencia, y en la operación 3206 consulta al controlador 3130 acerca de las entradas provenientes de los sensores 3131a-n. En algunos casos, los sensores pueden conectarse directamente a la MMU 3102 a través de puertos adicionales. En otros casos, puede haber varios controladores 3130, y en otros casos, la MMU 3102 puede conectarse a un controlador existente del sistema de alarma contra incendios, y la activación de la alarma contra incendios también podría interrumpir la generación de energía, por ejemplo, bien para todo o bien para parte de un sistema. En la operación 3207, el programa comprueba, en función de algunos valores y reglas preexistentes, que incluyen, por ejemplo, la localización, el código postal y otra información, si alguno de los resultados de la consulta indica un cierre en cualquier lugar de, o en toda, la matriz solar. Si es no, el proceso pasa a la operación 3203, donde finaliza el programa. Si es sí,

- el proceso pasa a la operación 3208, donde el programa envía órdenes a las unidades indicadas, las cuales podrían apagar o desconectar el inversor 3101. (En algunos casos, se proporciona una desconexión galvánica adicional, que no se muestra aquí, fuera del inversor). En algunos casos, el programa también instruye a las LMU para que se apaguen, o en otros casos, la alimentación local permanece disponible, pero una desconexión adicional apaga el aspecto remoto. Además, en diferentes casos, se pueden tomar diferentes acciones. Por ejemplo, si se señala un incendio local, algunos o todos los paneles en el área afectada pueden apagarse como medida de seguridad para los bomberos que acuden, pero el resto del sistema puede dejarse funcionando. En caso de un terremoto, como otro ejemplo, una desconexión galvánica puede cerrar la conexión a la red 40-109 eléctrica, pero, por ejemplo, solamente si un sensor (no mostrado) determina que la línea de suministro se ha roto (es decir, no hay conexión segura).
- 5
- 10
- Está claro que un experto en la técnica puede hacer muchas modificaciones y variaciones de esta realización sin apartarse de la técnica novedosa de esta descripción. Estas modificaciones y variaciones no se apartan del alcance más amplio de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (3100) que comprende:
 uno o más módulos (3110aa-nn) solares;
 al menos una unidad (3111aa-nn) de gestión local LMU que controla uno o más módulos (3110aa-nn) solares;
- 5 un inversor (3101) para convertir la potencia de salida de uno o más módulos solares; y
 una unidad (3102) maestra de gestión MMU en comunicación con la LMU que controla uno o más módulos solares;
 un controlador (3130) acoplado a la MMU (3102) y conectado al menos a un sensor (3131a-n) de emergencia; y
 un servidor (3121) de información acoplado a la MMU (3102) a través de una red;
- 10 en donde cada uno de los uno o más módulos (3110aa-nn) solares incluye una LMU (3111aa-nn) que está separada de la MMU (3102); y
 en donde la MMU (3102) está configurada con un programa de software para:
 consultar al servidor (3121) de información para obtener información local pertinente sobre acontecimientos que justifiquen un cierre u otros cambios de control;
 consultar al controlador (3130) para obtener información de al menos un sensor (3131a-n) de emergencia;
- 15 determinar, en función de los resultados de consultar (3121) al servidor de información y de consultar al controlador (3130), si apagar o no una parte o la totalidad de la matriz solar de uno o más módulos solares;
 en respuesta a la determinación de apagar al menos una parte de la matriz solar, enviar órdenes a las unidades respectivas de la matriz solar, que incluyen:
 órdenes para apagar o desconectar el inversor, e
- 20 instrucciones al menos a una LMU para apagar.
2. Un método implementado en un sistema (3100) que tiene uno o más módulos (3110aa-nn) solares, al menos una unidad (3111aa-nn) de gestión local LMU que controla uno o más módulos (3110aa-nn) solares, un inversor (3101) para convertir la potencia de salida de uno o más módulos solares, y una unidad (3102) maestra de gestión MMU en comunicación con la LMU que controla uno o más módulos solares, comprendiendo el método:
- 25 consultar, mediante un programa de software configurado en la MMU (3102), un servidor (3121) de información, acoplado a la MMU (3102) a través de una red, para obtener información local pertinente sobre acontecimientos que justifiquen un apagado u otros cambios de control;
 consultar, mediante el programa de software configurado en la MMU (3102), un controlador (3130), acoplado a la MMU y conectado al menos a un sensor (3131a-n) de emergencia, para obtener información de al menos un sensor (3131a-n) de emergencia;
- 30 determinar, en función de los resultados de la consulta al servidor (3121) de información y de la consulta al controlador (3130), si apagar o no una parte o la totalidad de la matriz solar de uno o más módulos solares;
 en respuesta a la determinación de apagar al menos una parte de la matriz solar, enviar órdenes a las unidades respectivas en la matriz solar, que incluyen:
 órdenes para apagar o desconectar el inversor, e
- 35 instrucciones al menos a una LMU para apagar.

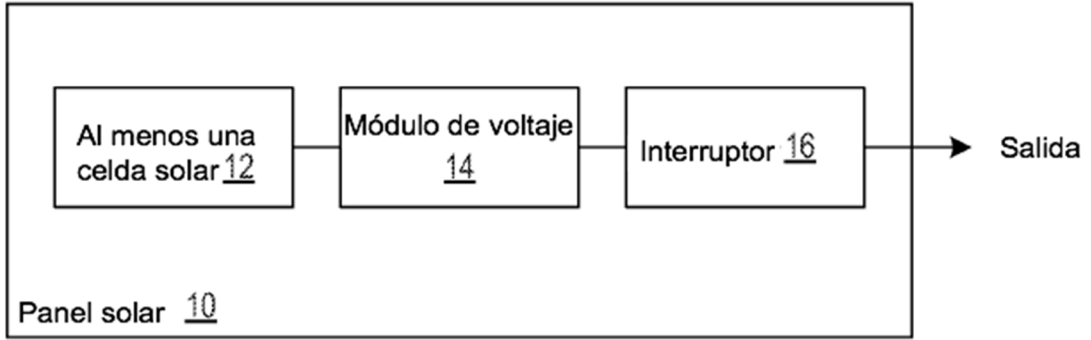


FIGURA 1

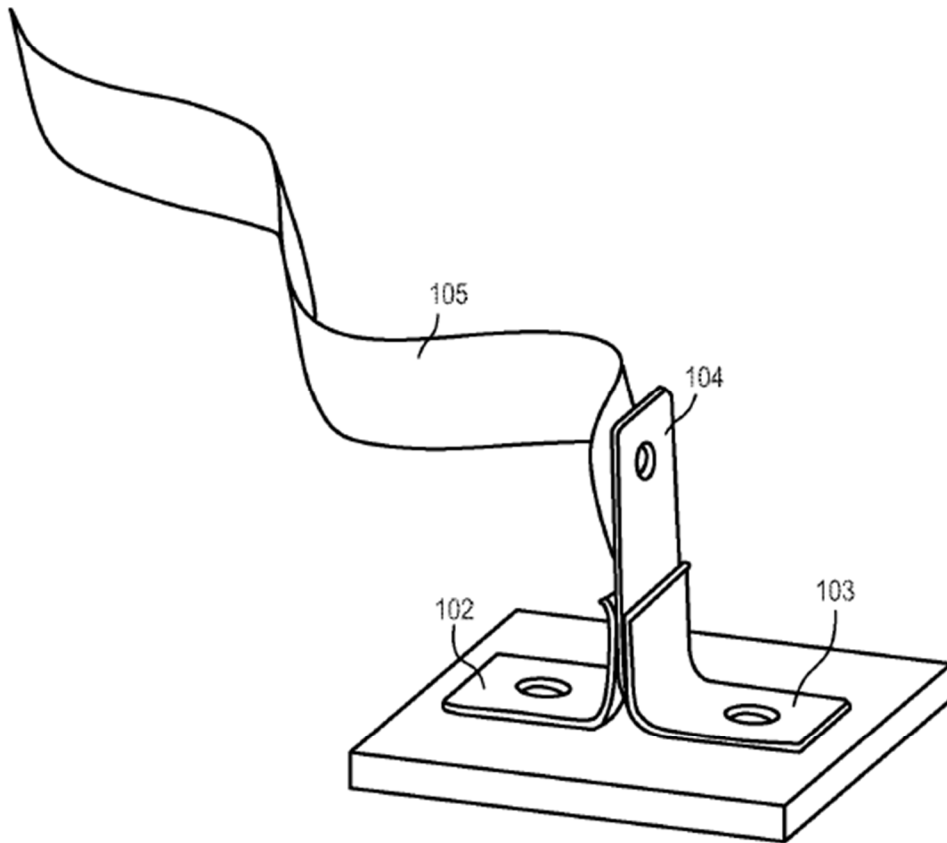


FIGURA 2

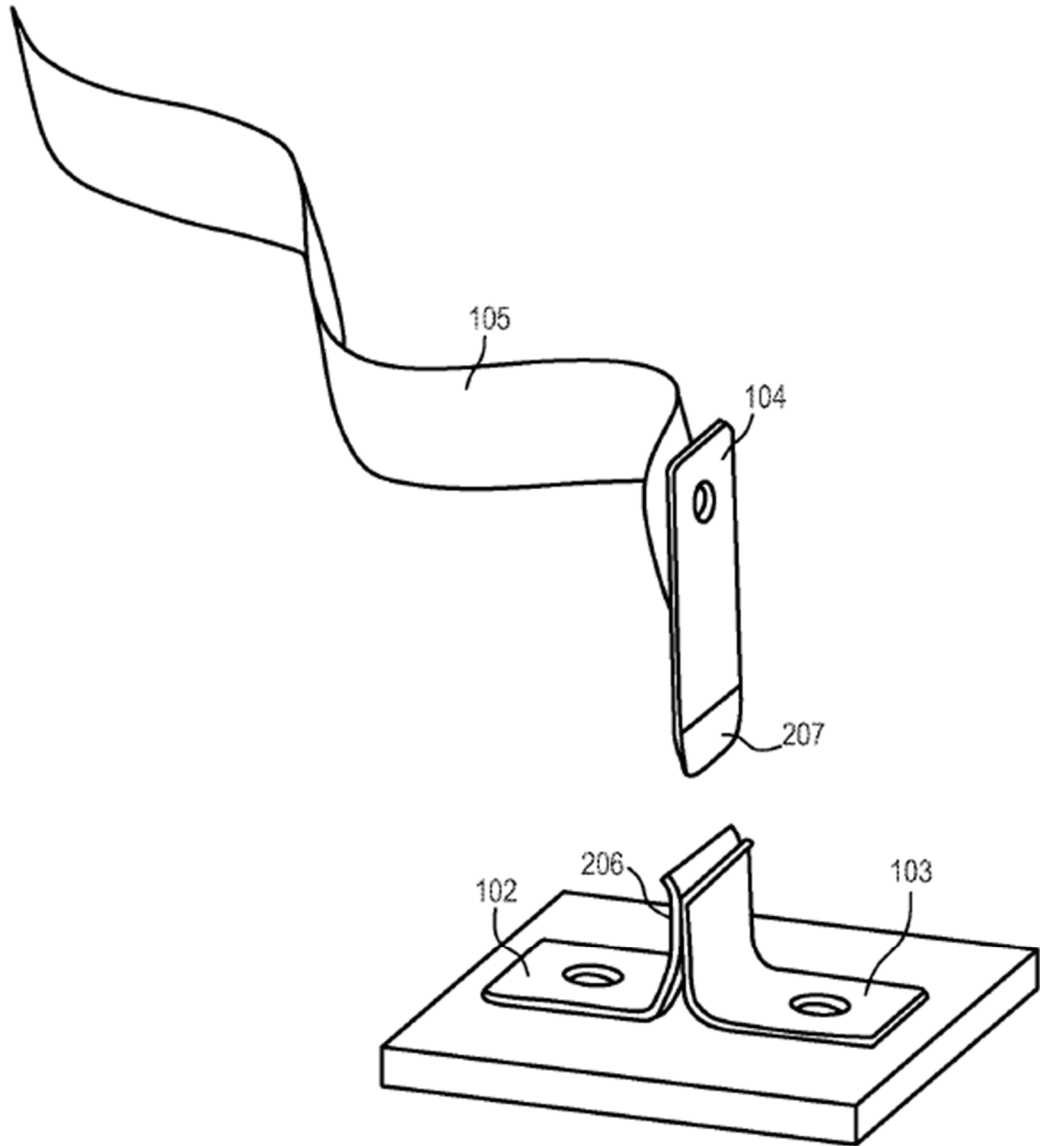


FIGURA 3

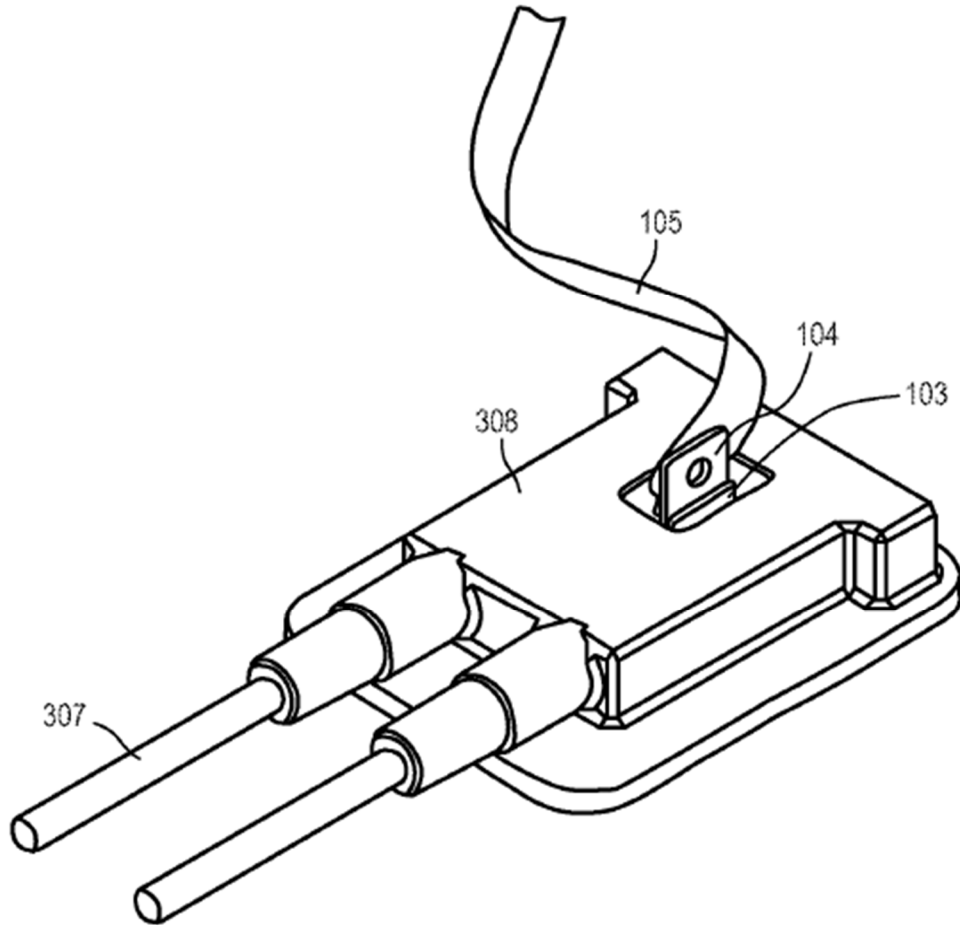


FIGURA 4

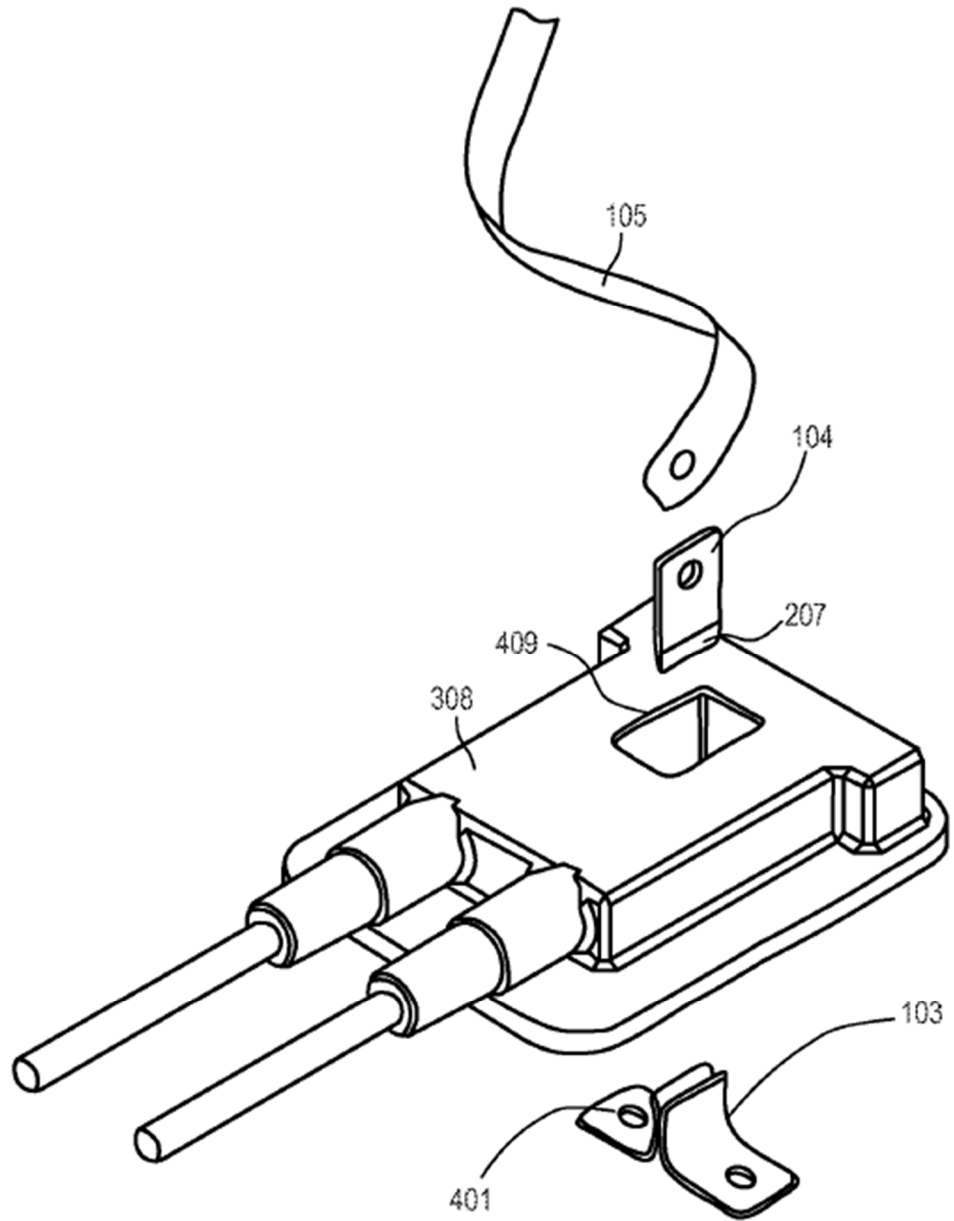


FIGURA 5

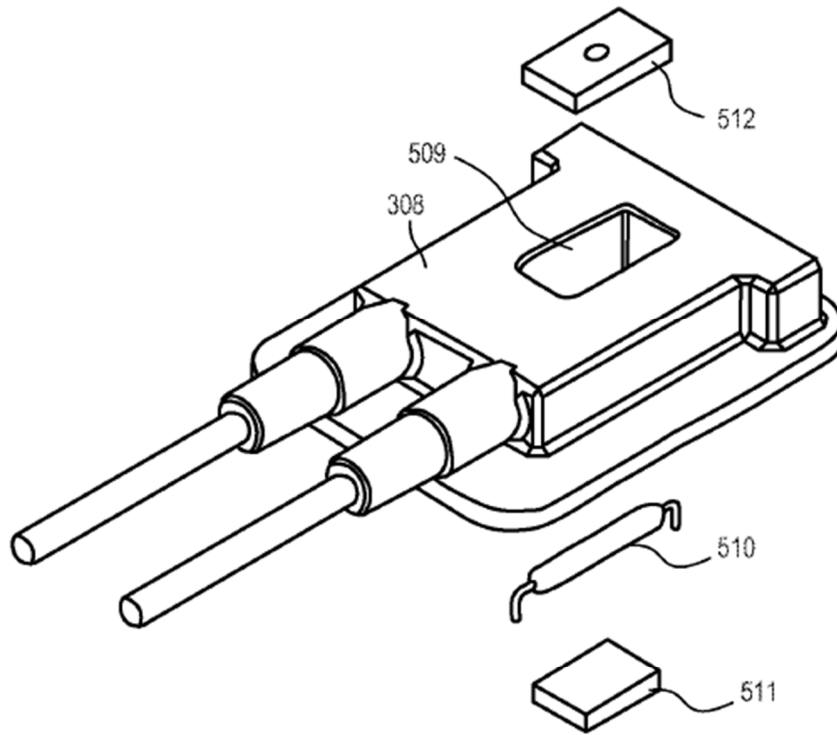


FIGURA 6

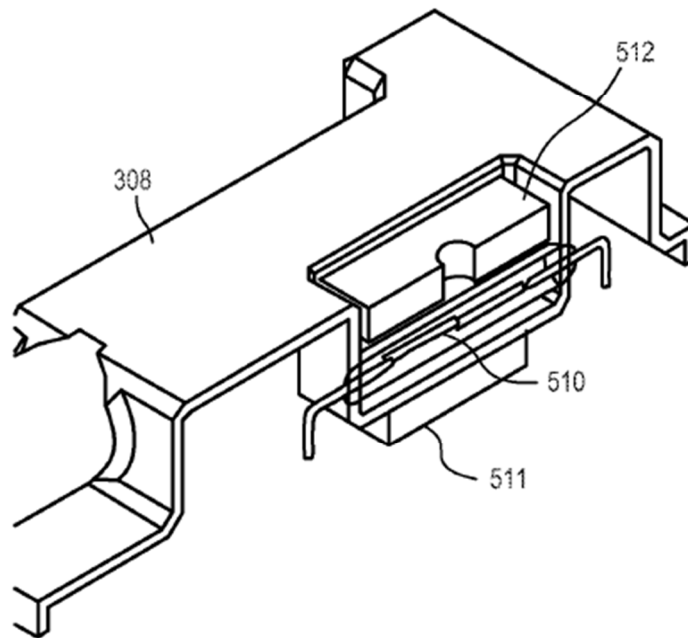


FIGURA 7

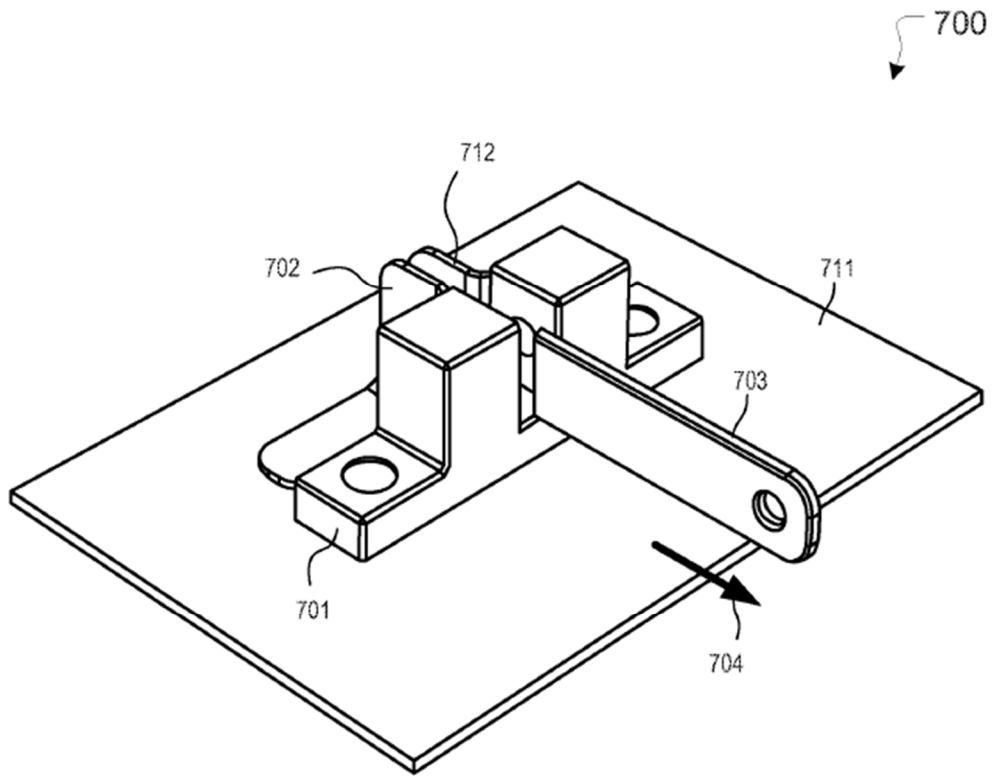


FIGURA 8

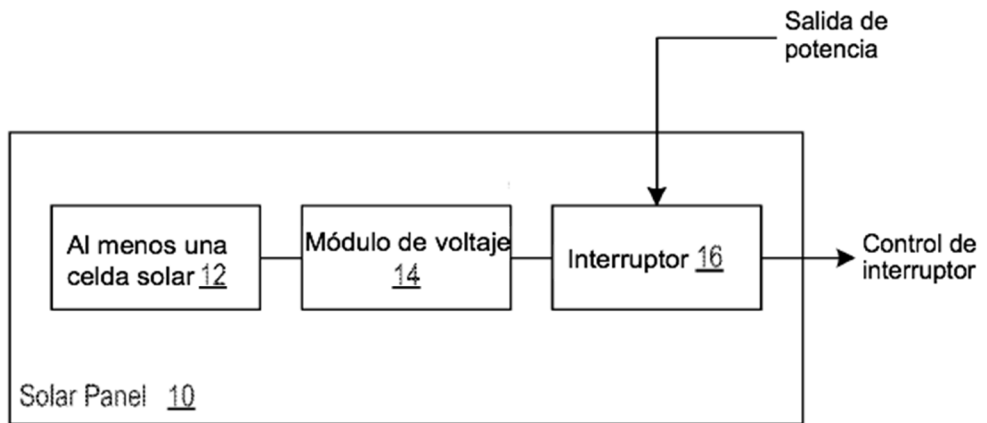


FIGURA 9

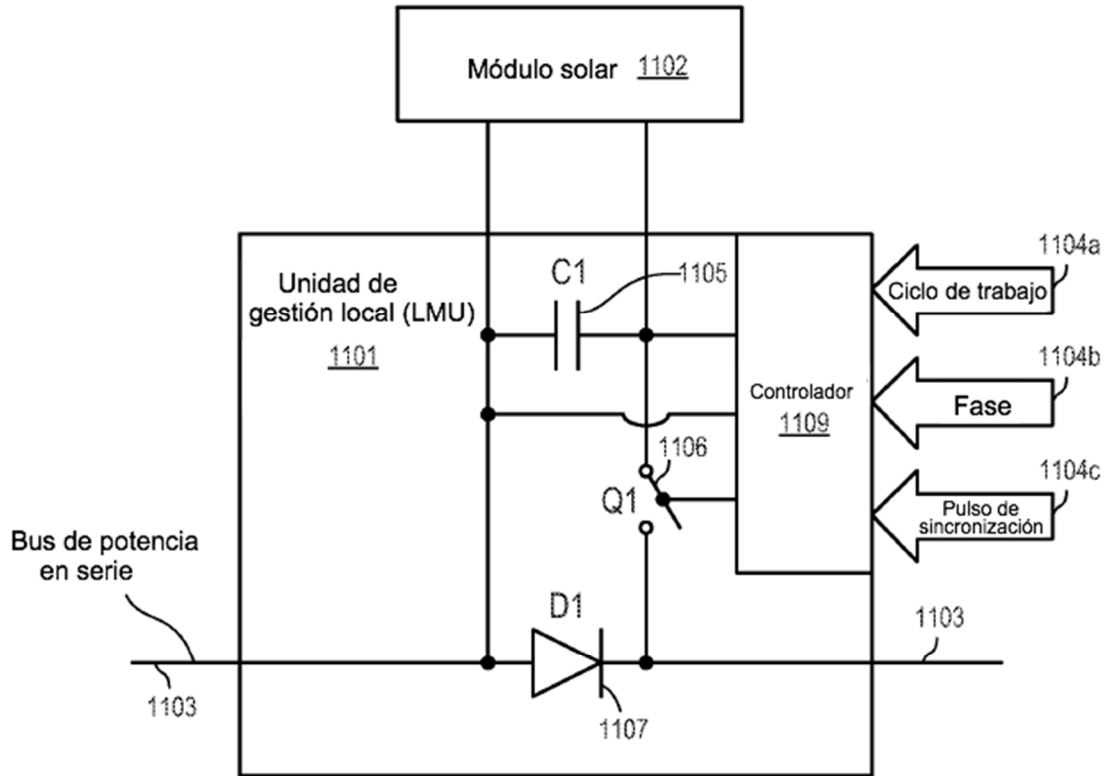


FIGURA 10

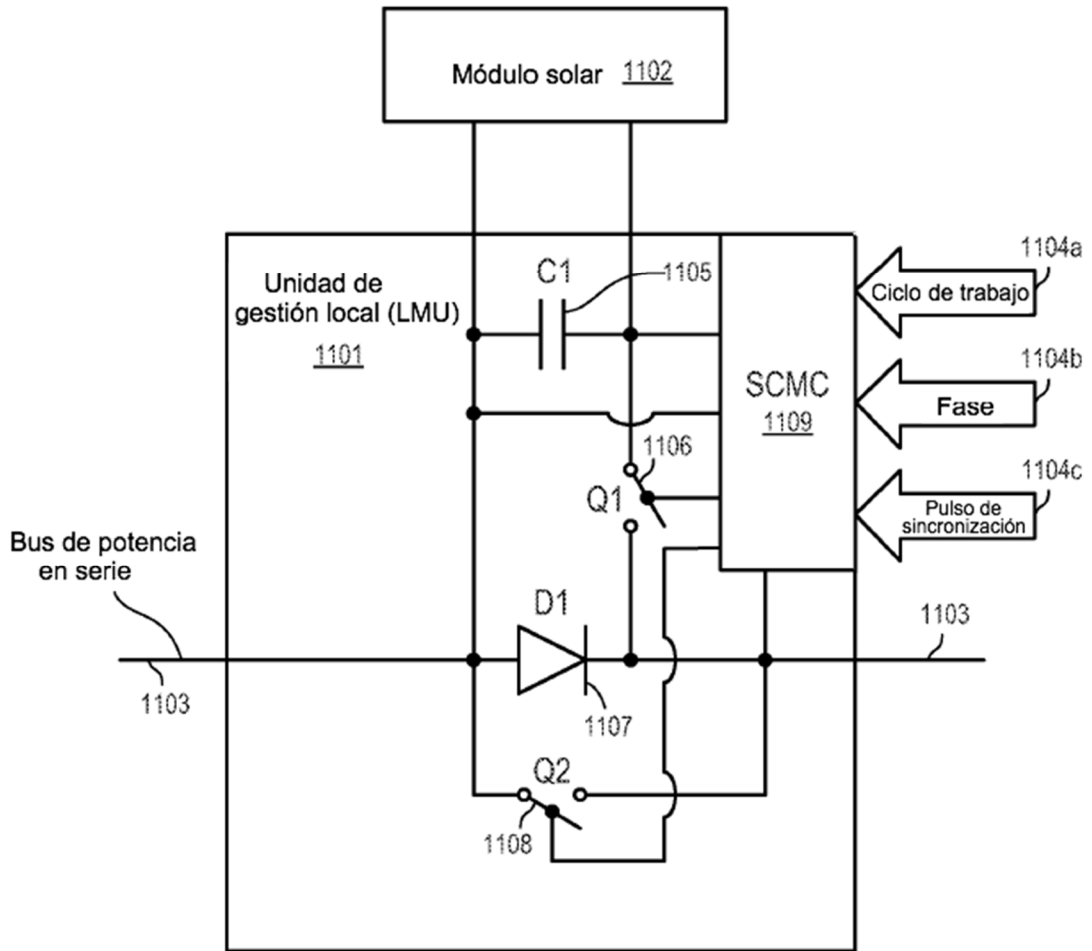


FIGURA 11

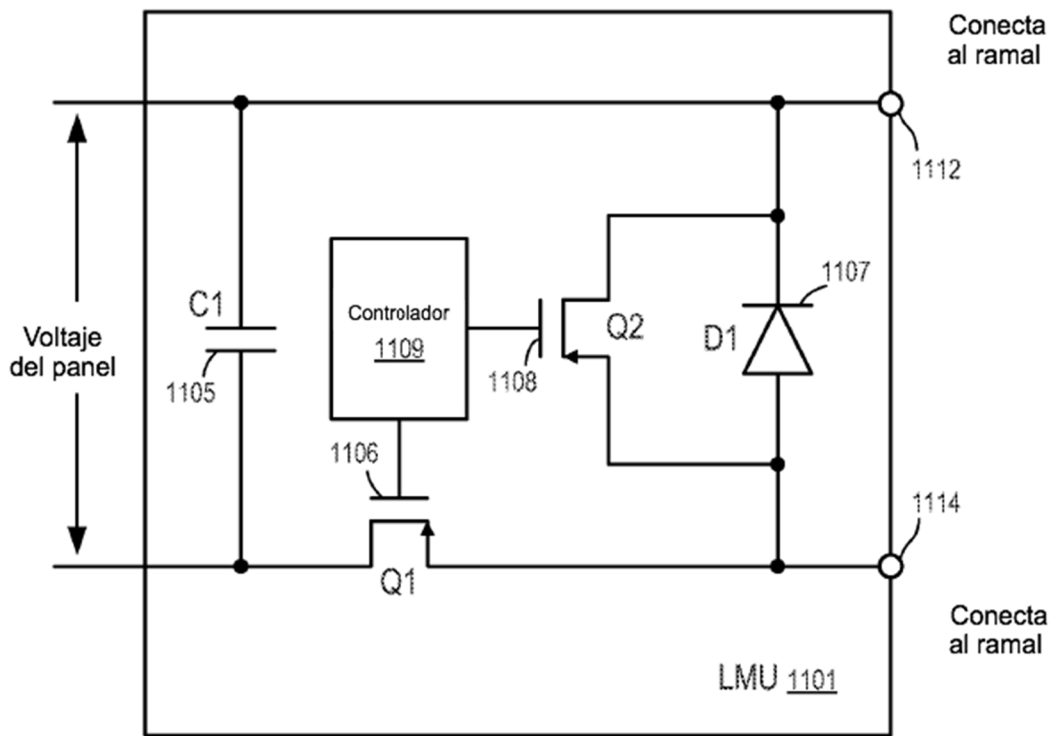


FIGURA 12

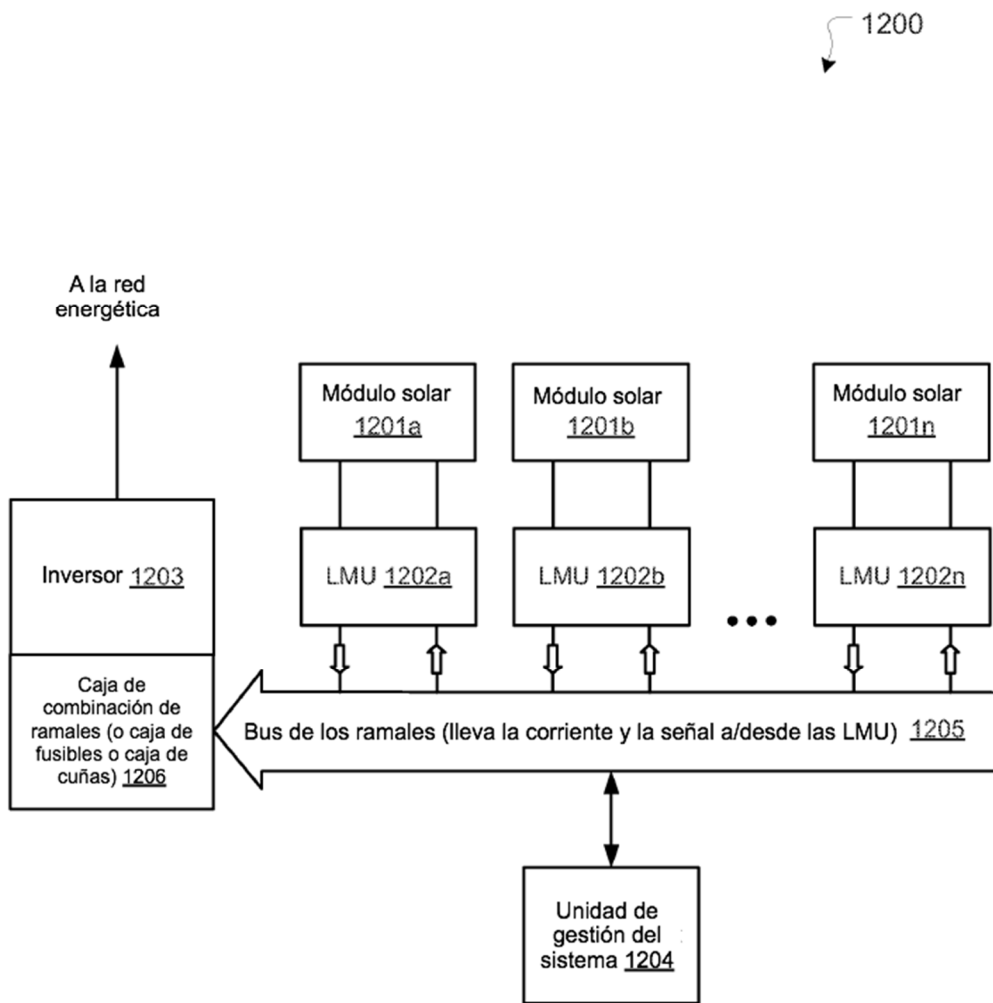


FIGURA 13

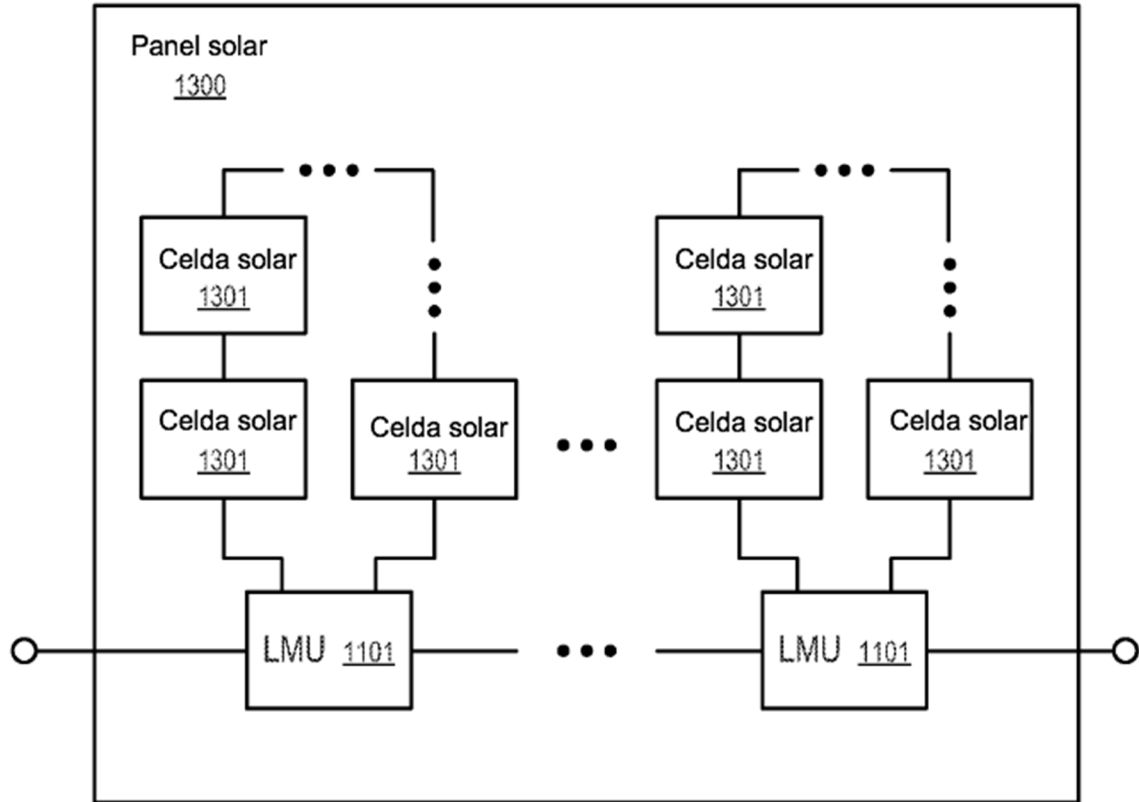


FIGURA 14

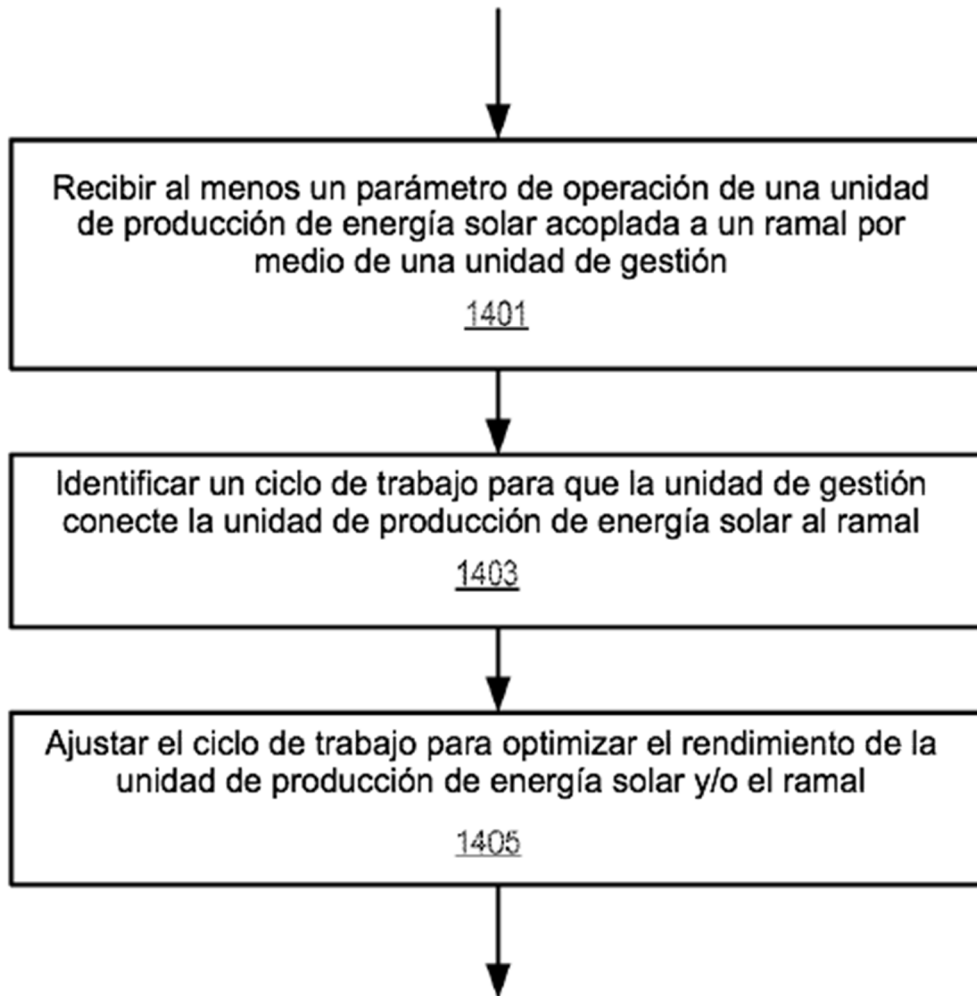


FIGURA 15

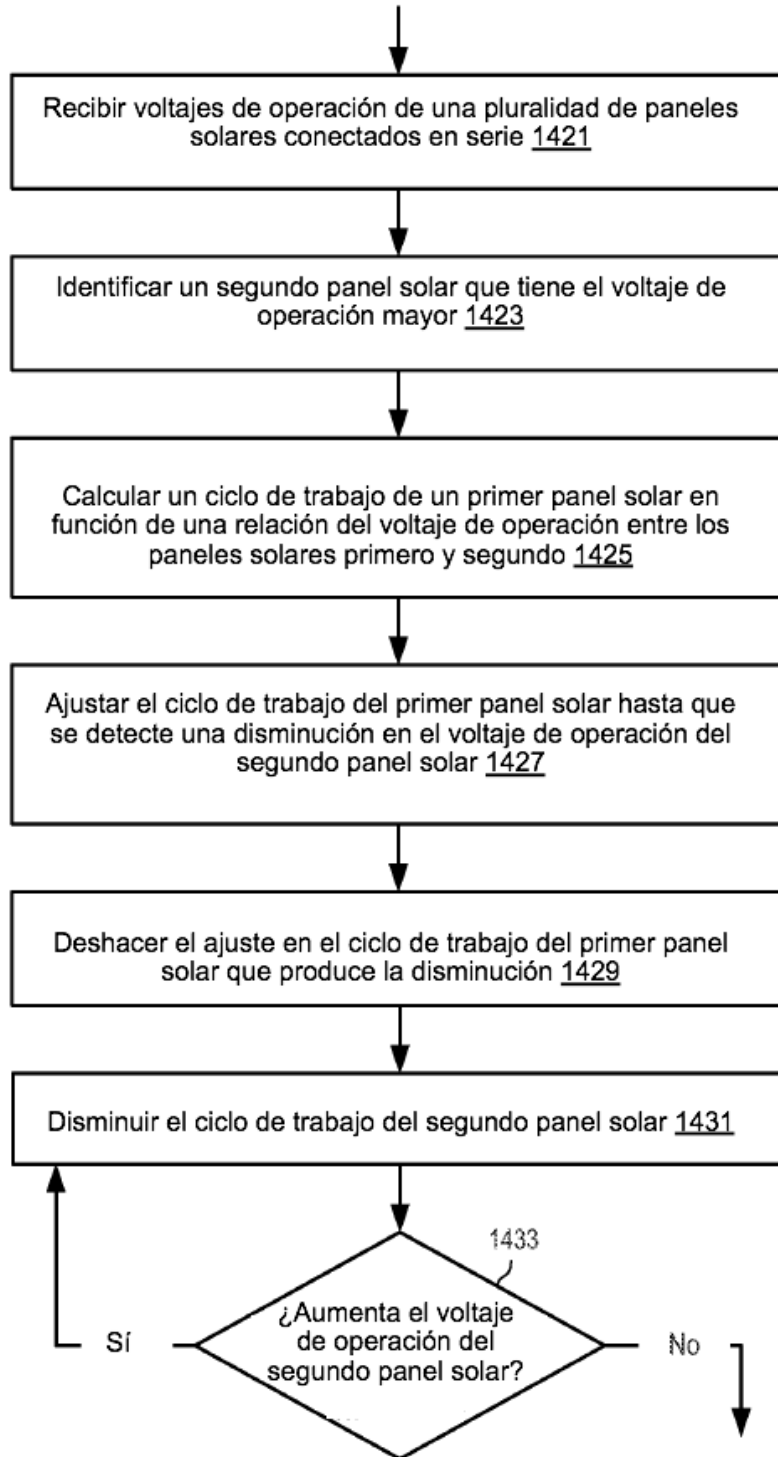


FIGURA 16

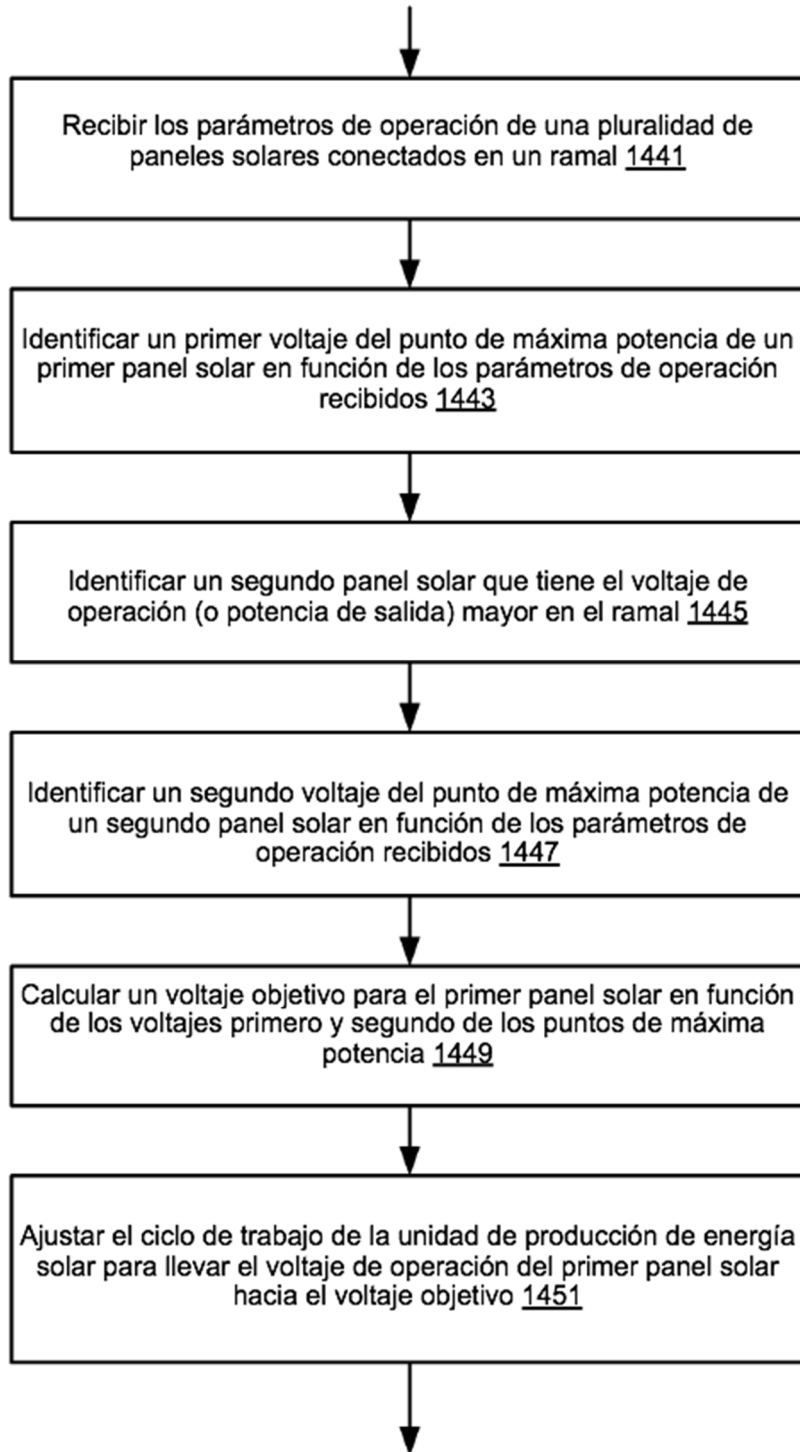


FIGURA 17

2100

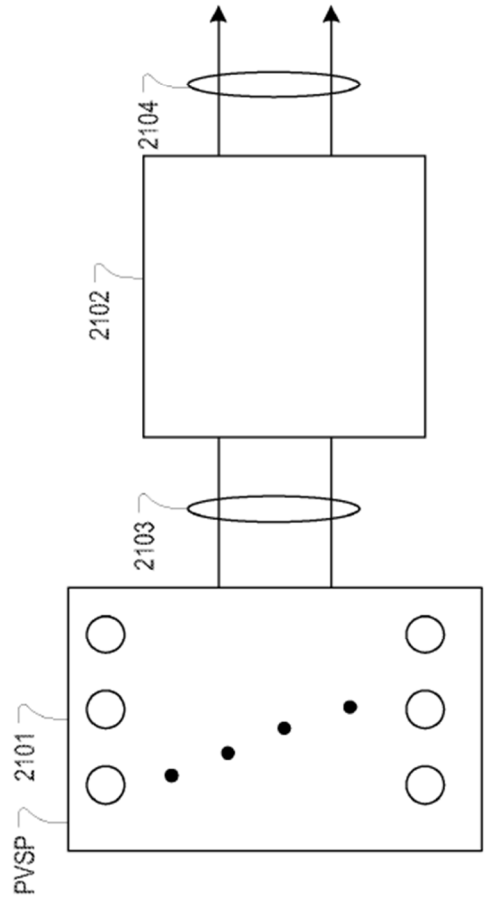


FIGURA 18

2200

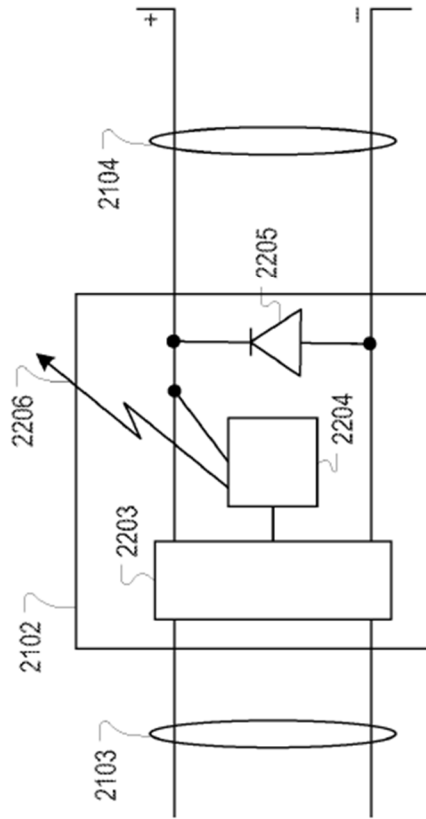


FIGURA 19

2300

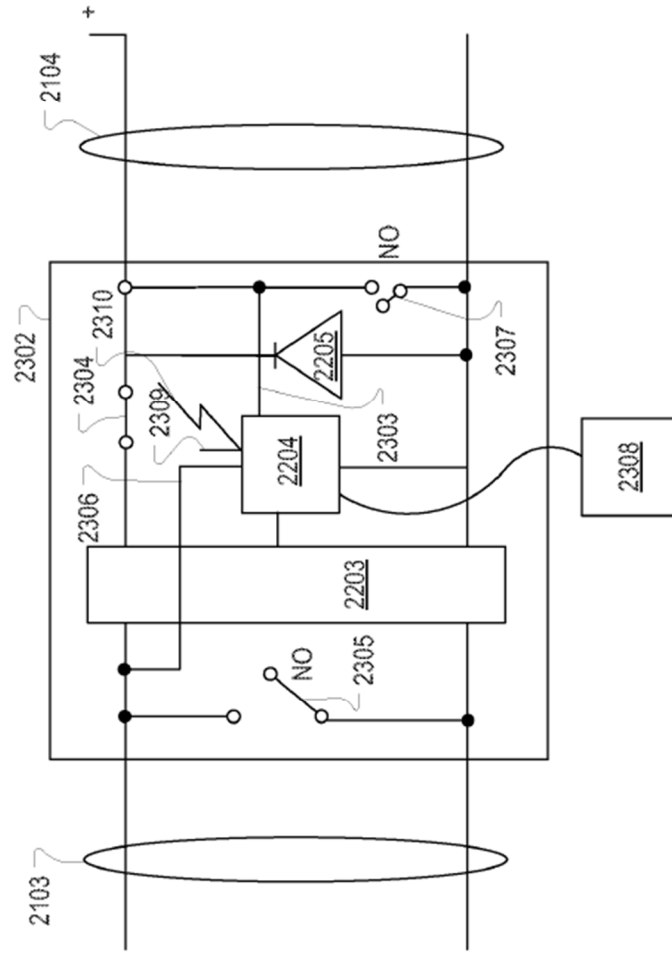


FIGURA 20

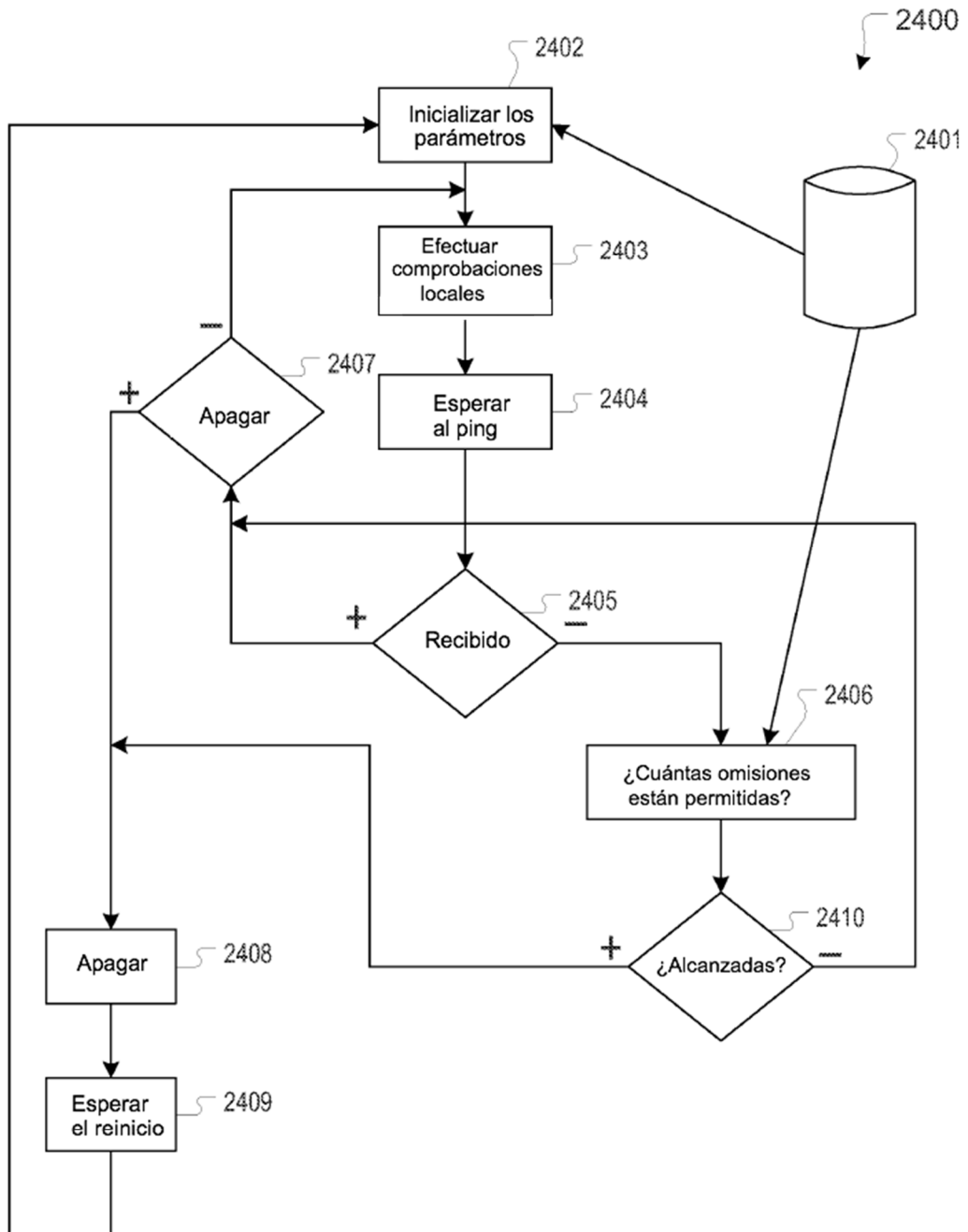


FIGURA 21

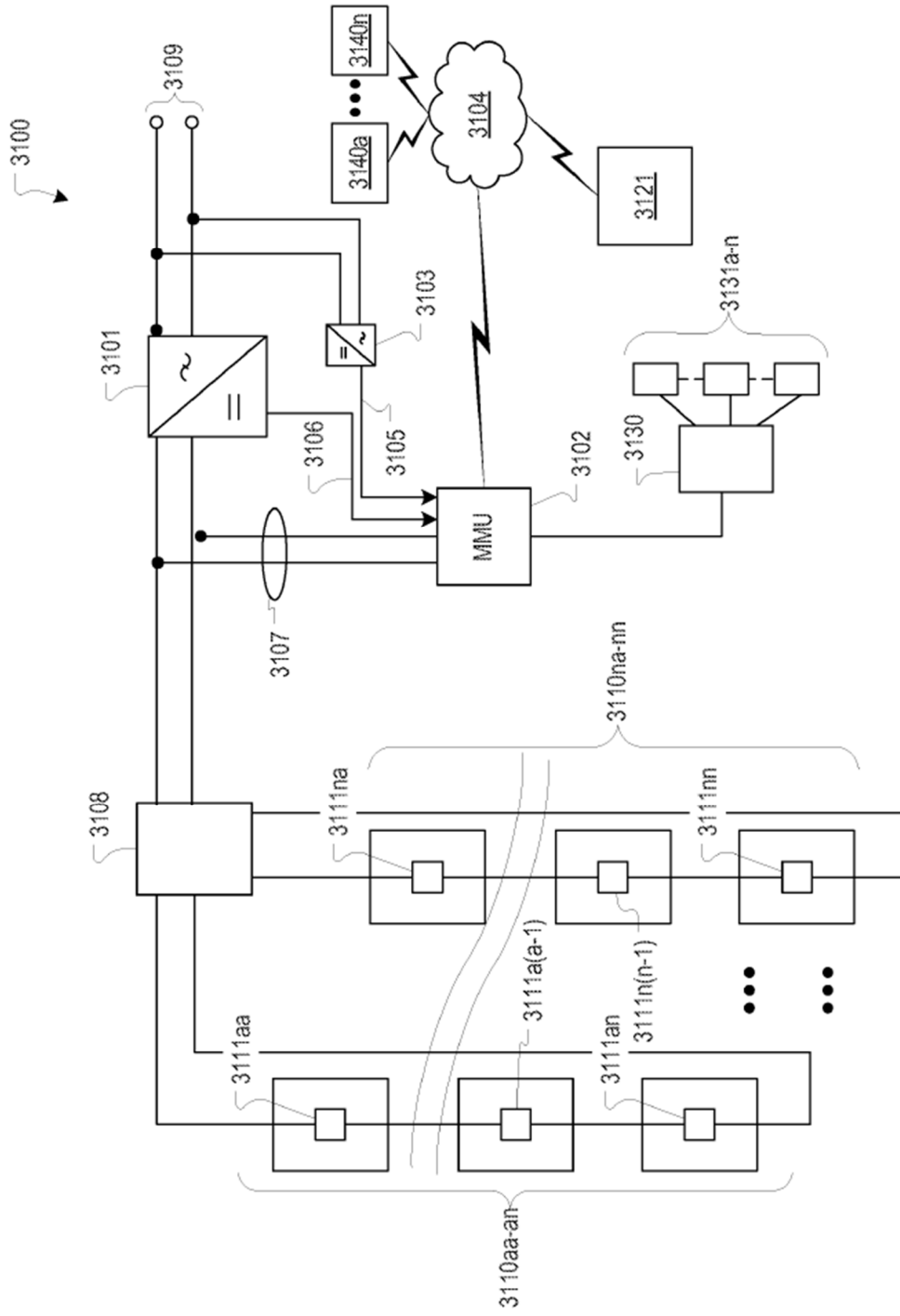


FIGURA 22

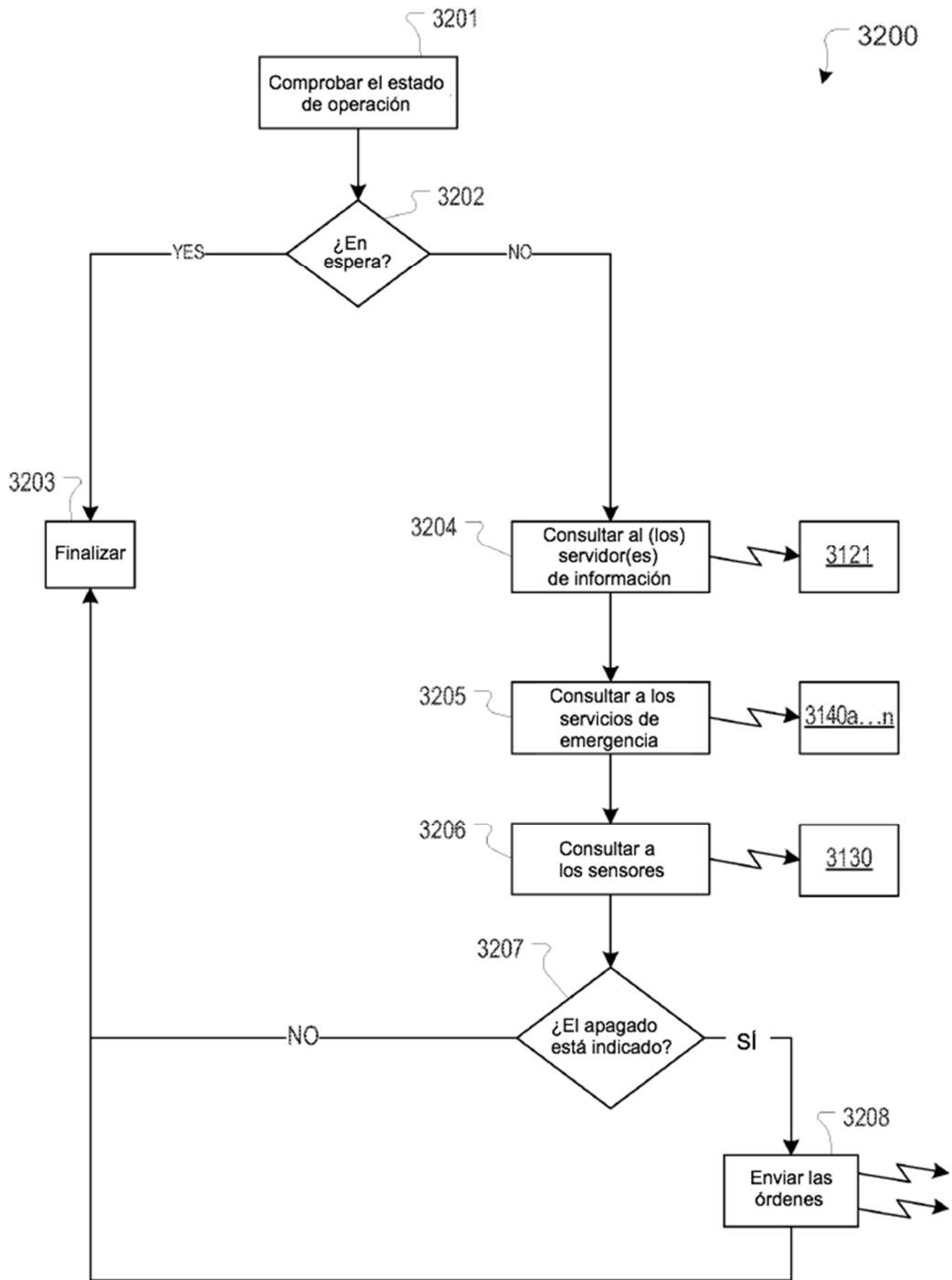


FIGURA 23