

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 814 341**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)

H02S 50/10 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.05.2017 E 17173295 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020 EP 3340417**

54 Título: **Sistema de inversor fotovoltaico, método de compensación del efecto de degradación inducido por potencial y dispositivo para el mismo**

30 Prioridad:

21.12.2016 CN 201611193179

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

26.03.2021

73 Titular/es:

**SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD. (100.0%)
No. 1699 Xiyou Rd., New & High Technology
Industrial Development Zone
Hefei 230088, CN**

72 Inventor/es:

**WANG, CHANGYOU;
SUN, WEI y
LI, BIJIE**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 814 341 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 de inversor fotovoltaico, método de compensación del efecto de degradación inducido por potencial y dispositivo para el mismo

Campo

- 5 La presente divulgación se refiere al campo técnico de la compensación del efecto de degradación inducido por potencial (PID), y en particular a un sistema de inversor fotovoltaico, y a un dispositivo de compensación del efecto PID y a un método de compensación del efecto PID para el sistema de inversor fotovoltaico.

Antecedentes

- 10 Un efecto de degradación inducido por potencial (PID) se refiere a un fenómeno en el que el rendimiento de salida de un módulo fotovoltaico se degrada cuando un terminal de salida del módulo fotovoltaico (es decir, una entrada de cadena de un sistema de inversor fotovoltaico) sufre una alta tensión de polarización negativa en relación con un marco de metal del módulo fotovoltaico. El efecto PID se caracteriza por la reducción de una tensión de circuito abierto, una corriente de cortocircuito y un factor de llenado del módulo. En los últimos años, con el rápido desarrollo de un sistema fotovoltaico de generación de energía de conexión a la red, la configuración de tensión de entrada de
15 cadena del sistema de inversor fotovoltaico se hace cada vez más latente, y se está extendiendo y aplicando gradualmente un sistema de 1500V. Dado que el marco de metal del módulo fotovoltaico generalmente está conectado a tierra, bajo una alta tensión de entrada de cadena, se forma una alta tensión de polarización negativa entre un panel de batería y el marco de metal conectado a tierra en un módulo fotovoltaico cerca de un terminal de electrodo negativo de la cadena, de manera que se produce transferencia de cargas y se polariza la superficie del
20 módulo. El módulo fotovoltaico más cercano al terminal de electrodo negativo de la cadena tiene una polarización más obvia (tal como se muestra en la figura 1). Bajo la tensión de polarización negativa durante un período prolongado, en particular en condiciones de alta temperatura y alta humedad, se producirá un efecto PID grave en el módulo fotovoltaico, dando como resultado la reducción de la capacidad de generación de energía del sistema año tras año.

- 25 El fabricante actual de módulos fotovoltaicos impide el efecto PID del módulo principalmente mediante el uso de materiales de embalaje con altas prestaciones, lo que tiene un alto coste y no es adaptativo para una estación de energía fotovoltaica construida. Para un sistema fotovoltaico construido, el efecto PID se impide normalmente mediante una solución de conexión a tierra de un electrodo negativo de la cadena fotovoltaica o una solución de elevar el potencial de un punto neutro virtual en un lado de red eléctrica de corriente alterna (CA). En la solución de
30 conexión a tierra del electrodo negativo de la cadena fotovoltaica, el electrodo negativo de la cadena fotovoltaica se conecta a tierra directamente, de modo que los potenciales a tierra de paneles de batería conectados en serie en la cadena siempre son tensiones de polarización positivas, impidiendo de ese modo los efectos PID. En la solución de elevar un potencial del punto neutro virtual en el lado de red eléctrica de CA, una fuente externa de corriente continua eleva el potencial a tierra del punto neutro virtual en el lado de CA, de manera que se eleva el potencial a
35 tierra de un punto neutro de un bus de entrada de corriente continua, elevando de ese modo indirectamente un potencial a tierra del electrodo negativo del módulo de entrada por encima de un potencial cero. Sin embargo, la solución solo es adaptativa a un caso en el que el inversor está conectado a la red.

- 40 El efecto PID reduce la capacidad de generación de energía del panel fotovoltaico de batería, y el coste de la solución convencional de prevención del efecto PID es alto. Las dos soluciones anteriores para el efecto PID sólo pueden impedir el efecto PID hasta cierto punto y no pueden reparar el módulo fotovoltaico en el que se produce el efecto PID.

- 45 Los documentos CN 104393833 A y US 2017/0271878 A1 describen una fuente de alimentación fotovoltaica inteligente, el documento CN 204167913 U describe un aparato anti-PID para un inversor, el documento CN 104300584 A describe un método anti-PID con alta seguridad, y el documento CN 103475208 A describe un circuito anti-PID de un sistema fotovoltaico. Todas las tecnologías anteriores aplican la solución técnica de conectar una fuente de alimentación de tensión positiva entre los dos electrodos de la cadena fotovoltaica, para compensar directamente las cargas de PID, o entre el electrodo negativo de las cadenas fotovoltaicas y la tierra, elevando de ese modo el potencial del electrodo negativo de las cadenas fotovoltaicas.

Sumario

- 50 Según la presente divulgación se proporcionan un sistema de inversor fotovoltaico, un dispositivo de compensación del efecto PID y un método de compensación del efecto PID para el sistema de inversor fotovoltaico según la presente divulgación, para resolver los problemas en la tecnología convencional de un coste alto y un módulo fotovoltaico en el que no puede repararse el efecto PID. En particular, el sistema de inversor fotovoltaico, el dispositivo de compensación del efecto PID y el método de compensación del efecto PID para el sistema de inversor
55 fotovoltaico se proporcionan según la presente divulgación para contribuir a realizar la compensación de PID en un entorno de aplicación adecuado y para contribuir a impedir el riesgo de daño producido por cortocircuito, en particular de un terminal de salida de una unidad de conversión de CA/CC de aislamiento.

Para lograr el objeto anterior, las soluciones técnicas según la presente divulgación son las siguientes.

- Se proporciona un método de compensación del efecto de degradación inducido por potencial (PID) para un sistema de inversor fotovoltaico, que se aplica a un dispositivo de método de compensación del efecto PID para el sistema de inversor fotovoltaico, donde el dispositivo de compensación del efecto PID para el sistema de inversor fotovoltaico incluye una unidad de muestreo de tensión de corriente continua, una unidad de control de procesamiento, una unidad de conversión de corriente alterna/corriente continua (CA/CC) de aislamiento y una unidad de protección de conmutación, y el método de compensación del efecto PID incluye:
- 5 emitir, por parte de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua, una señal de tensión de corriente continua a la unidad de control de procesamiento;
- 10 determinar, por parte de la unidad de control de procesamiento, si se cumple una condición de compensación del efecto PID basándose en la señal de tensión de corriente continua;
- calcular, por parte de la unidad de control de procesamiento, una tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada, si se cumple la condición de compensación del efecto PID; y
- 15 controlar, por parte de la unidad de control de procesamiento, la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento para aplicar la tensión de compensación a terminales de electrodo positivo de módulos fotovoltaicos y tierra a través de la unidad de protección de conmutación, para realizar la compensación del efecto PID en los módulos fotovoltaicos.
- La unidad de protección de conmutación incluye una resistencia de protección y un conmutador de interrupción rápida, y el cálculo, por parte de la unidad de control de procesamiento, de una tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada incluye:
- 20 calcular, por parte de la unidad de control de procesamiento, un valor de acumulación del efecto PID de los módulos fotovoltaicos durante el día basándose en un valor y una duración de acción de la señal de tensión de corriente continua registrada, en la que la duración de acción es una duración cuando la señal de tensión de corriente continua es mayor que la tensión preestablecida;
- 25 calcular una tensión de compensación mínima para los terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos basándose en el valor de acumulación del efecto PID y en un parámetro de compensación preestablecido, donde el parámetro de compensación preestablecido puede incluir un tiempo de compensación y una
- 30 diferencia entre un valor de acumulación de compensación de noche y el valor de acumulación del efecto PID; y
- calcular la tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento, basándose en la tensión de compensación mínima y una relación de división de tensión entre la resistencia de protección y la impedancia de aislamiento equivalente total a tierra de los módulos fotovoltaicos.
- Preferiblemente, la determinación, por parte de la unidad de control de procesamiento, de si se cumple una
- 35 condición de compensación del efecto PID basándose en la señal de tensión de corriente continua puede incluir:
- determinar, por parte de la unidad de control de procesamiento, si la señal de tensión de corriente continua es mayor que una tensión preestablecida;
- determinar, por parte de la unidad de control de procesamiento, que es de día, si la señal de tensión de corriente continua es mayor que la tensión preestablecida; y
- 40 determinar, por parte de la unidad de control de procesamiento, que es de noche y se cumple la condición de compensación del efecto PID, si la señal de tensión de corriente continua es menor que o igual a la tensión preestablecida.
- Preferiblemente, la emisión, por parte de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua, de una señal de tensión de corriente continua a la unidad de control de procesamiento puede incluir:
- 45 emitir, por parte de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua, sólo una tensión de salida máxima entre las tensiones de salida de todos los módulos fotovoltaicos como la señal de tensión de corriente continua, a la unidad de control de procesamiento.
- Preferiblemente, antes del cálculo, por parte de la unidad de control de procesamiento, de una tensión de
- 50 compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada, el método puede incluir además:
- determinar, por parte de la unidad de control de procesamiento, si una impedancia de aislamiento equivalente total a

tierra del módulo fotovoltaico es mayor que una impedancia preestablecida, si se cumple la condición de compensación del efecto PID; y

emitir, por parte de la unidad de control de procesamiento, una señal de alarma, si la impedancia de aislamiento equivalente total a tierra de los módulos fotovoltaicos es menor que o igual a la impedancia preestablecida, donde

- 5 la etapa de calcular, por parte de la unidad de control de procesamiento, la tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada se realiza si la impedancia de aislamiento equivalente total a tierra de los módulos fotovoltaicos es mayor que la impedancia preestablecida.

- 10 Se proporciona un dispositivo de compensación del efecto PID para un sistema de inversor fotovoltaico, que incluye una unidad de muestreo de tensión de corriente continua, una unidad de control de procesamiento, una unidad de conversión de CA/CC de aislamiento y una unidad de protección de conmutación, donde

terminales de entrada de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua están conectados a terminales de salida de módulos fotovoltaicos, estando configurada la unidad de muestreo de tensión de corriente continua para emitir una señal de tensión de corriente continua a la unidad de control de procesamiento;

- 15 un terminal de entrada de la unidad de control de procesamiento está conectado a un terminal de salida de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua, terminales de salida de la unidad de control de procesamiento están conectados respectivamente a un terminal de control de la unidad de protección de conmutación y un terminal de control de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento, estando configurada la unidad de control de procesamiento para determinar si se cumple una condición de compensación del efecto PID basándose en la señal de tensión de corriente continua, y calcular una tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada si se cumple la condición de compensación del efecto PID;

- 25 un terminal de entrada de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento está conectado a una red eléctrica y un terminal de salida de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento está conectado a un terminal de entrada de la unidad de protección de conmutación; estando configurada la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento para emitir la tensión de compensación bajo el control de la unidad de control de procesamiento; y

- 30 terminales de salida de la unidad de protección de conmutación están conectados a terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos, y la unidad de protección de conmutación está configurada para transferir la tensión de compensación para aplicar la tensión de compensación entre los terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos y tierra, para realizar la compensación del efecto PID en los módulos fotovoltaicos.

La unidad de protección de conmutación incluye una resistencia de protección y un conmutador de interrupción rápida, y la unidad de control de procesamiento está configurada para:

- 35 calcular un valor de acumulación del efecto PID de los módulos fotovoltaicos durante el día basándose en un valor y una duración de acción de la señal de tensión de corriente continua registrada, en la que la duración de acción es una duración cuando la señal de tensión de corriente continua es mayor que la tensión preestablecida;

calcular una tensión de compensación mínima para los terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos basándose en el valor de acumulación del efecto PID y en un parámetro de compensación preestablecido, donde el parámetro de compensación preestablecido puede incluir un tiempo de compensación y una diferencia entre un valor de acumulación de compensación de noche y el valor de acumulación del efecto PID; y

- 40 calcular la tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento, basándose en la tensión de compensación mínima y una relación de división de tensión entre la resistencia de protección y la impedancia de aislamiento equivalente total a tierra de los módulos fotovoltaicos.

Preferiblemente, la unidad de muestreo de tensión de corriente continua puede incluir un conjunto de diodos conectados con un cátodo común y un conjunto de diodos conectados con un ánodo común, donde

- 45 ánodos del conjunto de diodos conectados con el cátodo común están conectados a los terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos en correspondencia uno a uno;

cátodos del conjunto de diodos conectados con el ánodo común están conectados a terminales de electrodo negativo de los módulos fotovoltaicos en correspondencia uno a uno; y

- 50 un punto conectado de cátodo común del conjunto de diodos conectados con el cátodo común y un punto de conexión de ánodo común del conjunto de diodos conectados con el ánodo común son dos terminales de salida de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua.

Preferiblemente, la unidad de protección de conmutación puede incluir una resistencia de protección, un conmutador de interrupción rápida y un conjunto de diodos conectados con un ánodo común, donde

un terminal de control del conmutador de interrupción rápida es el terminal de control de la unidad de protección de conmutación;

5 la resistencia de protección y el conmutador de interrupción rápida están conectados en serie para formar una rama en serie, sirviendo un extremo de la rama en serie como el terminal de entrada de la unidad de protección de conmutación y estando conectado el otro extremo de la rama en serie a un punto de conexión de ánodo común del conjunto de diodos conectados con el ánodo común; y

cátodos del conjunto de diodos conectados con el ánodo común están conectados a los terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos en correspondencia uno a uno.

10 Preferiblemente, un terminal de electrodo positivo de salida de corriente continua de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento puede conectarse a la unidad de protección de conmutación; y

un terminal de electrodo negativo de salida de corriente continua de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento puede conectarse a tierra.

Se proporciona un sistema de inversor fotovoltaico, que incluye un dispositivo de conversión de energía, un dispositivo de filtrado y el dispositivo de compensación del efecto PID descrito anteriormente, donde

15 un terminal de entrada del dispositivo de conversión de energía está conectado a un módulo fotovoltaico;

un terminal de salida del dispositivo de conversión de energía está conectado a un terminal de entrada del dispositivo de filtrado; y

un terminal de salida del dispositivo de filtrado está conectado a una red eléctrica.

20 Con el método de compensación del efecto PID del sistema de inversor fotovoltaico según la presente divulgación, la unidad de muestreo de tensión de corriente continua emite la señal de tensión de corriente continua a la unidad de control de procesamiento; la unidad de control de procesamiento determina si se cumple la condición de compensación del efecto PID basándose en la señal de tensión de corriente continua; si se cumple la condición de compensación del efecto PID, la unidad de control de procesamiento calcula una tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada; y la unidad de control de procesamiento controla la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento para aplicar la tensión de compensación entre los terminales de electrodo positivo del módulo fotovoltaico y tierra a través de la unidad de protección de conmutación, para realizar la compensación del efecto PID en los módulos fotovoltaicos. Es decir, la unidad de control de procesamiento registra las condiciones de funcionamiento de los módulos fotovoltaicos, determina si se cumple la condición de compensación del efecto PID, calcula la tensión de compensación de manera óptima y controla el dispositivo de compensación del efecto PID para realizar la compensación del efecto PID en los módulos fotovoltaicos. Al realizar la compensación y reparación del efecto PID, puede resolverse eficazmente el problema de degradación de los módulos fotovoltaicos en la estación de energía fotovoltaica para mejorar la capacidad de generación de energía del sistema. En comparación con la tecnología convencional, la solución según la presente divulgación tiene una alta fiabilidad de funcionamiento y un bajo coste de mantenimiento.

25

30

35

Breve descripción de los dibujos

40 Con el fin de ilustrar las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente divulgación o la tecnología convencional más claramente, a continuación en el presente documento se introducen de manera sencilla los dibujos para la descripción de las realizaciones o la tecnología convencional. Aparentemente, los dibujos descritos a continuación sólo describen algunas realizaciones de la presente divulgación. Los expertos en la técnica pueden obtener otros dibujos según estos dibujos sin ningún trabajo creativo.

La figura 1 es un diagrama esquemático de polarización de un módulo fotovoltaico;

la figura 2 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de inversor fotovoltaico según una realización de la presente divulgación;

45 la figura 3 es un diagrama de flujo de un método de compensación del efecto PID para un sistema de inversor fotovoltaico según otra realización de la presente divulgación;

la figura 4 es un diagrama de flujo de otro método de compensación del efecto PID para un sistema de inversor fotovoltaico según otra realización de la presente divulgación;

50 la figura 5 es un diagrama de flujo de otro método de compensación del efecto PID para un sistema de inversor fotovoltaico según otra realización de la presente divulgación;

la figura 6 es un diagrama estructural esquemático de una solución de compensación del efecto PID según la tecnología convencional; y

la figura 7 es un diagrama estructural esquemático de otro sistema de inversor fotovoltaico según otra realización de la presente divulgación.

Descripción detallada de realizaciones

5 Con el fin de hacer que los objetos, características y ventajas anteriores de la presente divulgación sean más obvios y más fáciles de entender, se ilustran en detalle realizaciones de la presente divulgación conjuntamente con los dibujos a continuación en el presente documento.

10 Según la presente divulgación se proporcionan un sistema de inversor fotovoltaico, y un dispositivo de compensación del efecto PID y un método de compensación del efecto PID para el sistema de inversor fotovoltaico, para resolver los problemas en la tecnología convencional de un coste alto y un módulo fotovoltaico en el que no puede repararse el efecto PID.

15 El método de compensación del efecto PID para un sistema de inversor fotovoltaico se aplica a un dispositivo de compensación del efecto PID para el sistema de inversor fotovoltaico. Tal como se muestra en la figura 2, el dispositivo de compensación del efecto PID para el sistema de inversor fotovoltaico incluye: una unidad de muestreo de tensión de corriente continua 101, una unidad de control de procesamiento 102, una unidad de conversión de CA/CC de aislamiento 103 y una unidad de protección de conmutación 104. Tal como se muestra en la figura 3, el método de compensación del efecto PID para el sistema de inversor fotovoltaico incluye las etapas S101 a S104 a continuación.

En la etapa S101, la unidad de muestreo de tensión de corriente continua emite una señal de tensión de corriente continua a la unidad de control de procesamiento.

20 La señal de tensión de corriente continua puede representar una capacidad de salida de un módulo fotovoltaico en un momento actual, de modo que la unidad de control de procesamiento determina si se cumple actualmente una condición de compensación del efecto PID basándose en la señal de tensión de corriente continua.

En la etapa S102, la unidad de control de procesamiento determina si se cumple la condición de compensación del efecto PID basándose en la señal de tensión de corriente continua.

25 En la práctica, la condición de compensación del efecto PID puede establecerse según un entorno de aplicación específico. Por ejemplo, la condición puede ser, en un momento adecuado para realizar la compensación del efecto PID en una estación de energía fotovoltaica, realizar la compensación y reparación del efecto PID en los módulos fotovoltaicos con parámetros de compensación adecuados. La condición no está limitada en el presente documento, y cualquier posible condición se encuentra dentro del alcance de protección de la presente divulgación.

30 La etapa S103 se realiza si se cumple la condición de compensación del efecto PID.

En la etapa S103, la unidad de control de procesamiento calcula una tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada.

35 La unidad de control de procesamiento registra la señal de tensión de corriente continua recibida en tiempo real, y calcula la tensión de compensación, es decir, los parámetros de compensación adecuados descritos anteriormente, basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada.

40 La unidad de conversión de CA/CC de aislamiento adquiere energía de una red eléctrica y realiza conversión de aislamiento, para realizar la compensación del efecto PID con la tensión de compensación calculada basándose en la señal de tensión de corriente continua correspondiente. Para señales de tensión de corriente continua diferentes, las tensiones de compensación son diferentes, es decir, la compensación y reparación del efecto PID se realiza con respecto a una degradación diferente de los módulos fotovoltaicos.

45 En la etapa S104, la unidad de control de procesamiento controla la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento para aplicar la tensión de compensación entre terminales de electrodo positivo de módulos fotovoltaicos y tierra a través de la unidad de protección de conmutación, para realizar la compensación del efecto PID en los módulos fotovoltaicos.

Tras calcular la tensión de compensación adecuada, la unidad de control de procesamiento controla la unidad de protección de conmutación para formar una trayectoria entre la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento y los terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos para transferir la tensión de compensación, realizando de ese modo la compensación y reparación del efecto PID.

50 Con el método de compensación del efecto PID del sistema de inversor fotovoltaico según la realización, la unidad de control de procesamiento registra las condiciones de funcionamiento de los módulos fotovoltaicos, determina si se cumple la condición de compensación del efecto PID, calcula la tensión de compensación de manera óptima y controla el dispositivo de compensación del efecto PID para realizar la compensación del efecto PID en los módulos fotovoltaicos. Al realizar la compensación y reparación del efecto PID, puede resolverse eficazmente el problema de

- degradación de los módulos fotovoltaicos en la estación de energía fotovoltaica para mejorar la capacidad de generación de energía del sistema. En comparación con la tecnología convencional, la solución según la realización tiene un bajo coste de funcionamiento y mantenimiento. Además, la compensación del efecto PID se realiza en los módulos fotovoltaicos basándose en la tensión de compensación calculada, mejorando de ese modo la fiabilidad de la compensación.
- Otro método de compensación del efecto PID para un sistema de inversor fotovoltaico se proporciona según otra realización de la presente divulgación. Tal como se muestra en la figura 4, el método incluye de la etapa S201 a la etapa S204 a continuación.
- En la etapa S201, una unidad de muestreo de tensión de corriente continua emite una tensión de salida máxima entre las tensiones de salida de todos los módulos fotovoltaicos como una señal de tensión de corriente continua, a una unidad de control de procesamiento.
- En la etapa S202, la unidad de control de procesamiento determina si la señal de tensión de corriente continua es mayor que una tensión preestablecida.
- La unidad de control de procesamiento determina que es de día, si la señal de tensión de corriente continua es mayor que la tensión preestablecida. La unidad de control de procesamiento determina que es de noche y se cumple una condición de compensación del efecto PID, si la señal de tensión de corriente continua es menor que o igual a la tensión preestablecida, en cuyo caso, se realiza la etapa S203.
- En la etapa S203, la unidad de control de procesamiento calcula una tensión de compensación que va a emitirse por parte de una unidad de conversión de CA/CC de aislamiento basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada.
- En la etapa S204, la unidad de control de procesamiento controla la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento para aplicar la tensión de compensación entre terminales de electrodo positivo de módulos fotovoltaicos y tierra a través de una unidad de protección de conmutación, para realizar la compensación del efecto PID en los módulos fotovoltaicos.
- Con el método de compensación del efecto PID para el sistema de inversor fotovoltaico según la realización, la tensión de salida máxima entre las tensiones de salida de todos los módulos fotovoltaicos se obtiene en la etapa S201. Por tanto, sólo se muestrea la tensión de salida máxima de todos los módulos fotovoltaicos en la realización, de modo que el circuito de muestreo se simplifica enormemente y se ahorran recursos del puerto de muestreo de AD de la unidad de control de procesamiento.
- Con la etapa S202, la estación de energía fotovoltaica puede realizar generación de energía de inversor normal durante el día y registrar señales de tensión de corriente continua de los módulos fotovoltaicos en tiempo real. Una vez que se determina como luz nocturna basándose en la señal de tensión de corriente continua, puede compensarse y repararse la degradación de los módulos fotovoltaicos debido a los efectos PID producidos por la generación de energía normal durante el día.
- En la práctica, la tensión preestablecida puede ajustarse según un entorno de aplicación específico de la estación de energía fotovoltaica, es decir, la tensión preestablecida puede ajustarse según las estaciones u otras condiciones ambientales, cuyas implementaciones no están limitadas en el presente documento y se encuentran todas ellas dentro del alcance de la protección de la presente divulgación.
- Se proporciona además otro método de compensación del efecto PID para un sistema de inversor fotovoltaico según otra realización de la presente divulgación. Basándose en la figura 3 o la figura 4, en un dispositivo de compensación del efecto PID al que se aplica el método, la unidad de protección de conmutación incluye una resistencia de protección y un conmutador de interrupción rápida. Tal como se muestra en la figura 5 (que se ilustra basándose en la figura 4 como ejemplo), el método incluye las etapas S301 a S308 a continuación.
- En la etapa S301, una unidad de muestreo de tensión de corriente continua emite una tensión de salida máxima entre las tensiones de salida de todos los módulos fotovoltaicos como una señal de tensión de corriente continua a una unidad de control de procesamiento.
- En la etapa S302, la unidad de control de procesamiento determina si la señal de tensión de corriente continua es mayor que una tensión preestablecida.
- La unidad de control de procesamiento determina que es de día si la señal de tensión de corriente continua es mayor que la tensión preestablecida. La unidad de control de procesamiento determina que es de noche y se cumple una condición de compensación del efecto PID si la señal de tensión de corriente continua es menor que o igual a la tensión preestablecida, en cuyo caso, se realiza la etapa S303.
- En la etapa S303, la unidad de control de procesamiento determina si una impedancia de aislamiento equivalente total a tierra de los módulos fotovoltaicos es mayor que una impedancia preestablecida.

La etapa S304 se realiza si la impedancia de aislamiento equivalente total a tierra de los módulos fotovoltaicos es menor que o igual a la impedancia preestablecida (o está en cortocircuito).

En la etapa S304, la unidad de control de procesamiento emite una señal de alarma.

5 La etapa S305 se realiza si la impedancia de aislamiento equivalente total a tierra de los módulos fotovoltaicos es mayor que la impedancia preestablecida.

En la etapa S305, la unidad de control de procesamiento calcula un valor de acumulación del efecto PID de los módulos fotovoltaicos durante el día basándose en un valor y una duración de acción de la señal de tensión de corriente continua registrada.

10 En la etapa S306, se calcula una tensión de compensación mínima para los terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos basándose en el valor de acumulación del efecto PID y en un parámetro de compensación preestablecido. El parámetro de compensación preestablecido incluye un tiempo de compensación y una diferencia entre un valor de acumulación de compensación de noche y el valor de acumulación del efecto PID.

15 En la etapa S307, se calcula una tensión de compensación que va a emitirse por parte de una unidad de conversión de CA/CC de aislamiento basándose en la tensión de compensación mínima y una relación de división de tensión entre una resistencia de protección y la impedancia de aislamiento equivalente total a tierra de los módulos fotovoltaicos.

20 En la etapa S308, la unidad de control de procesamiento controla la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento para aplicar la tensión de compensación entre terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos y tierra a través de una unidad de protección de conmutación (activando el conmutador de interrupción rápida), para realizar la compensación del efecto PID en los módulos fotovoltaicos.

25 En la tecnología convencional, existe un método para prevenir un efecto PID de un panel fotovoltaico de batería. En el método, los potenciales a tierra de los electrodos negativos (PV1-, PV2-, ..., PVn-) de diversas cadenas fotovoltaicas se elevan usando una fuente de alimentación de conmutador de alta frecuencia, para realizar compensación y reparación de efectos PID (tal como se muestra en la figura 6). Sin embargo, debe conectarse en serie un fusible de alta tensión (F1, F2, ..., Fn) entre un terminal de electrodo positivo de salida de la fuente de alimentación de conmutador de alta frecuencia y cada cadena fotovoltaica, para impedir el riesgo de daño producido por cortocircuito de la salida de la fuente de alimentación de conmutador de alta frecuencia, debido a que un electrodo negativo de una cadena fotovoltaica está en cortocircuito a tierra. Cuando se produce un cortocircuito, es necesario reemplazar el fusible en el sitio. Además, en la solución, es necesario realizar el muestreo en la tensión de cada cadena fotovoltaica (muestreo de tensión de una batería 1, muestreo de tensión de una batería 2, ..., muestreo de tensión de una batería n), y por tanto el coste de implementación y mantenimiento es relativamente alto. Además, en el método de control de reparación de PID convencional, el potencial a tierra del módulo se eleva aplicando sólo una tensión fija, de manera inflexible, sin optimizar la amplitud y el tiempo de aplicación de la tensión de compensación.

35 En el método de compensación del efecto PID del sistema de inversor fotovoltaico según la realización, la unidad de protección de conmutación incluye la resistencia de protección y el conmutador de interrupción rápida. La resistencia de protección puede impedir eficazmente el riesgo de daño producido por cortocircuito del terminal de salida de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento debido a que un terminal de electrodo positivo de un módulo fotovoltaico está en cortocircuito a tierra. Además, una vez recuperado el módulo fotovoltaico del estado en cortocircuito, ninguno de los componentes de la unidad de protección de conmutación está dañado y no es necesario reemplazarlos ni mantenerlos.

45 Además, en el método de compensación del efecto PID del sistema de inversor fotovoltaico según la realización, la tensión de salida máxima entre las tensiones de salida de todos los módulos fotovoltaicos se obtiene en la etapa S301. Por tanto, sólo se requiere muestrear la tensión de salida máxima de todos los módulos fotovoltaicos, de modo que el circuito de muestreo se simplifica enormemente, se ahorran los recursos del puerto de muestreo AD de la unidad de control de procesamiento, lo que conduce a un bajo coste de implementación.

50 Además, con el método de compensación del efecto PID del sistema de inversor fotovoltaico según la realización, al realizar de las etapas S305 a la etapa S307, se optimizan la amplitud y el tiempo de aplicación de una tensión de elevación emitidos por el dispositivo de compensación según un registro de condición de funcionamiento del inversor durante el día, en combinación con la impedancia de aislamiento equivalente a tierra del panel de batería, realizando de ese modo la reparación óptima del efecto PID en los módulos fotovoltaicos.

55 Se proporciona además un dispositivo de compensación del efecto PID para un sistema de inversor fotovoltaico según otra realización de la presente divulgación. Tal como se muestra en la figura 2, el dispositivo incluye: una unidad de muestreo de tensión de corriente continua 101, una unidad de control de procesamiento 102, una unidad de conversión de CA/CC de aislamiento 103 y una unidad de protección de conmutación 104.

Terminales de entrada de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua 101 están conectados a terminales

de salida de módulos fotovoltaicos. La unidad de muestreo de tensión de corriente continua 101 está configurada para emitir una señal de tensión de corriente continua a la unidad de control de procesamiento 102.

5 Un terminal de entrada de la unidad de control de procesamiento 102 está conectado a un terminal de salida de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua 101, y terminales de salida de la unidad de control de procesamiento 102 están conectados respectivamente a un terminal de control de la unidad de protección de conmutación 104 y un terminal de control de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento 103. La unidad de control de procesamiento 102 está configurada para determinar si se cumple una condición de compensación del efecto PID basándose en la señal de tensión de corriente continua, y calcular una tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento 103 basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada, si se cumple la condición de compensación del efecto PID.

10 Un terminal de entrada de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento 103 está conectado a una red eléctrica, y un terminal de salida de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento 103 está conectado al terminal de entrada de la unidad de protección de conmutación 104. La unidad de conversión de aislamiento 103 está configurada para emitir la tensión de compensación bajo el control de la unidad de control de procesamiento 102.

15 Terminales de salida de la unidad de protección de conmutación 104 están conectados a terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos. La unidad de protección de conmutación 104 está configurada para transferir la tensión de compensación a los terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos, para realizar la compensación del efecto PID en los módulos fotovoltaicos.

20 Con el dispositivo de compensación del efecto PID para el sistema de inversor fotovoltaico según la realización, la unidad de control de procesamiento registra las condiciones de funcionamiento de los módulos fotovoltaicos y determina si se cumple la condición de compensación del efecto PID, calcula la tensión de compensación de manera óptima y controla el dispositivo de compensación del efecto PID integrado para realizar la compensación del efecto PID en los módulos fotovoltaicos. Al realizar la compensación y reparación del efecto PID, puede solucionarse eficazmente el problema de degradación de los módulos fotovoltaicos en la estación de energía fotovoltaica para mejorar la capacidad de generación de energía del sistema. En comparación con solución técnica convencional, la solución según la realización tiene una alta fiabilidad de funcionamiento y un bajo coste de mantenimiento.

25 En la práctica, el dispositivo de compensación del efecto PID para el sistema de inversor fotovoltaico puede ser un dispositivo integrado, cuyas implementaciones no están limitadas en el presente documento y se encuentran todas ellas dentro del alcance de protección de la presente divulgación.

30 Preferiblemente, tal como se muestra en la figura 7, la unidad de muestreo de tensión de corriente continua 101 incluye: un conjunto de diodos conectados con un cátodo común y un conjunto de diodos conectados con un ánodo común.

Ánodos del conjunto de diodos conectados con el cátodo común están conectados a terminales de electrodo positivo de módulos fotovoltaicos en correspondencia uno a uno.

35 Cátodos del conjunto de diodos conectados con el ánodo común están conectados a terminales de electrodo negativo de los módulos fotovoltaicos en correspondencia uno a uno; y

Un punto de conexión de cátodo común del conjunto de diodos conectados con el cátodo común y un punto de conexión de ánodo común del conjunto de diodos conectados con el ánodo común son dos terminales de salida de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua 101.

40 Cuando uno cualquiera de los módulos fotovoltaicos tiene una tensión con una amplitud máxima, los diodos correspondientes conectados a un terminal de electrodo positivo y a un terminal de electrodo negativo del módulo fotovoltaico conducen, obteniendo de ese modo una tensión máxima U_{pv} de n (n es un número entero positivo mayor de o igual a 1) cadenas de entrada. Por tanto, en la realización, sólo es necesario muestrear la tensión obtenida tras realizar la conexión "AND cableada" de electrodos positivos y electrodos negativos de cadenas, de modo que el circuito de muestreo se simplifica enormemente y se ahorran recursos de la parte de muestreo AD de la unidad de control de procesamiento.

45 Preferiblemente, tal como se muestra en la figura 7, la unidad de protección de conmutación 104 incluye: una resistencia de protección R1, un conmutador de interrupción rápida S1 y un conjunto de diodos conectados con un ánodo común.

50 Un terminal de control del conmutador de interrupción rápida S1 es un terminal de control de la unidad de protección de conmutación 104.

55 La resistencia de protección R1 y el conmutador de interrupción rápida están conectados en serie para formar una rama en serie. Un extremo de la rama en serie sirve como el terminal de entrada de la unidad de protección de conmutación 104 y el otro extremo de la rama en serie está conectado a un punto de conexión de ánodo común del conjunto de diodos conectados con el ánodo común.

Cátodos del conjunto de diodos conectados con el ánodo común están conectados a terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos en correspondencia uno a uno.

5 El conmutador de interrupción rápida controlado S1 puede ser un conmutador, un relé o un conmutador de interrupción rápida de semiconductor. La resistencia de protección R1 puede impedir eficazmente el riesgo de daño producido por cortocircuito del terminal de salida de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento 103 debido a que un terminal de electrodo positivo de una cadena está en cortocircuito a tierra. Una vez recuperada la cadena externa de un estado en cortocircuito, ninguno de los componentes de la unidad de protección de conmutación 104 está dañado y no es necesario reemplazarlos ni mantenerlos.

10 Con respecto a la unidad de protección de conmutación 104 mostrada en la figura 7, a continuación se describe el cálculo de la tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento 103 realizado por parte de la unidad de control de procesamiento 102. Se calcula un valor de acumulación del efecto PID de los módulos fotovoltaicos durante el día basándose en un valor de una duración de acción de la señal de tensión de corriente continua registrada. Entonces se calcula una tensión de compensación mínima para los terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos basándose en el valor de acumulación del efecto PID y en un parámetro de compensación preestablecido, es decir, una tensión a tierra en un punto A en la figura 7. El parámetro de compensación preestablecido incluye un tiempo de compensación y una diferencia entre un valor de acumulación de compensación de noche y el valor de acumulación del efecto PID. En la práctica, la diferencia puede establecerse según un entorno de aplicación específico, de modo que el valor de acumulación de compensación de noche es mayor que el valor de acumulación del efecto PID. Entonces se calcula una tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento basándose en la tensión de compensación mínima y una relación de división de tensión entre la resistencia de protección R1 y la impedancia de aislamiento equivalente total a tierra de los módulos fotovoltaicos.

25 Preferiblemente, tal como se muestra en la figura 7, un terminal de electrodo positivo de salida de corriente continua de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento 103 está conectado a la unidad de protección de conmutación 104.

Un terminal negativo de salida de corriente continua de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento 103 está conectado a tierra.

Los principios de funcionamiento son los mismos que los de las realizaciones anteriores, que no se describen en detalle en este caso.

30 Cabe señalar que, el dispositivo de compensación del efecto PID para el sistema de inversor fotovoltaico puede ser un dispositivo integrado, cuyas implementaciones no están limitadas en el presente documento y se encuentran todas ellas dentro del alcance de protección de la presente divulgación.

35 Se proporciona además un sistema de inversor fotovoltaico según otra realización. Tal como se muestra en la figura 2 o la figura 7, el sistema de inversor fotovoltaico incluye: un dispositivo de conversión de energía 200, un dispositivo de filtrado 300 y un dispositivo de compensación del efecto PID 400 según cualquiera de las realizaciones anteriores.

Un terminal de entrada del dispositivo de conversión de energía 200 está conectado a un módulo fotovoltaico. Un terminal de salida del dispositivo de conversión de energía 200 está conectado a un terminal de entrada del dispositivo de filtrado 300.

40 Un terminal de salida del dispositivo de filtrado 300 está conectado a una red eléctrica.

La relación de conexión de componentes y los principios de funcionamiento son los mismos que los de las realizaciones anteriores, que no se describen en detalle en este caso.

45 Diversas realizaciones de la presente divulgación se describen de manera progresiva, y cada realización pone énfasis en diferencias con respecto a otras realizaciones. Para partes iguales o similares entre las realizaciones, puede hacerse referencia a la descripción de otras realizaciones. Para el dispositivo divulgado por la realización, puesto que el dispositivo corresponde al método dado a conocer mediante las realizaciones anteriores, la descripción del dispositivo es sencilla. Para la parte del dispositivo relacionada con el método, puede hacerse referencia a la descripción de las realizaciones del método.

50

REIVINDICACIONES

1. Un método de compensación del efecto de degradación inducido por potencial, PID, para un sistema de inversor fotovoltaico, aplicado a un dispositivo de compensación del efecto PID para el sistema de inversor fotovoltaico, en el que el dispositivo de compensación del efecto PID para el sistema de inversor fotovoltaico comprende una unidad de muestreo de tensión de corriente continua (101), una unidad de control de procesamiento (102), una unidad de conversión de CA/CC de aislamiento (103) y una unidad de protección de conmutación (104), y el método de compensación del efecto PID comprende:
- emitir (S101), por parte de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua (101), una señal de tensión de corriente continua a la unidad de control de procesamiento (102);
- determinar (S102), por parte de la unidad de control de procesamiento (102), si se cumple una condición de compensación del efecto PID basándose en la señal de tensión de corriente continua;
- calcular (S103), por parte de la unidad de control de procesamiento (102), una tensión de compensación que va a emitirse por la unidad de conversión de corriente alterna/corriente continua, CA/CC, de aislamiento (103) basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada, si se cumple la condición de compensación del efecto PID; y
- controlar (S104), por parte de la unidad de control de procesamiento (102), la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento (103) para aplicar la tensión de compensación entre terminales de electrodo positivo de módulos fotovoltaicos y tierra a través de la unidad de protección de conmutación (104), para realizar la compensación del efecto PID en los módulos fotovoltaicos;
- y caracterizado porque:
- la unidad de protección de conmutación (104) comprende una resistencia de protección y un conmutador de interrupción rápida, y
- el cálculo (S103), por parte de la unidad de control de procesamiento (102), de una tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento (103) basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada comprende:
- calcular (S305), por parte de la unidad de control de procesamiento (102), un valor de acumulación del efecto PID de los módulos fotovoltaicos durante el día basándose en un valor y una duración de acción de la señal de tensión de corriente continua registrada, en el que la duración de acción es una duración cuando la señal de tensión de corriente continua es mayor que una tensión preestablecida;
- calcular (S306) una tensión de compensación mínima para los terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos basándose en el valor de acumulación del efecto PID y en un parámetro de compensación preestablecido, en el que el parámetro de compensación preestablecido comprende un tiempo de compensación y una diferencia entre un valor de acumulación de compensación de noche y el valor de acumulación del efecto PID; y
- calcular (S307) la tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento (103), basándose en la tensión de compensación mínima y una relación de división de tensión entre la resistencia de protección y la impedancia de aislamiento equivalente total a tierra de los módulos fotovoltaicos.
2. El método de compensación del efecto PID para un sistema de inversor fotovoltaico según la reivindicación 1, en el que la determinación (S102), por parte de la unidad de control de procesamiento (102), de si se cumple una condición de compensación del efecto PID basándose en la señal de tensión de corriente continua comprende:
- determinar (S302), por parte de la unidad de control de procesamiento (102), si la señal de tensión de corriente continua es mayor que la tensión preestablecida;
- determinar, por parte de la unidad de control de procesamiento (102), que es de día, si la señal de tensión de corriente continua es mayor que la tensión preestablecida; y
- determinar, por parte de la unidad de control de procesamiento (102), que es de noche y se cumple la condición de compensación del efecto PID, si la señal de tensión de corriente continua es menor que o igual a la tensión preestablecida.
3. El método de compensación del efecto PID para un sistema de inversor fotovoltaico según la reivindicación 1 o 2, en el que antes del cálculo (S103), por parte de la unidad de control de procesamiento (102), de una tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento (103) basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada, el método de compensación del

efecto PID comprende además:

determinar (S303), por parte de la unidad de control de procesamiento (102), si una impedancia de aislamiento equivalente total a tierra de los módulos fotovoltaicos es mayor que una impedancia preestablecida, si se cumple la condición de compensación del efecto PID; y

5 emitir (S304), por parte de la unidad de control de procesamiento (102), una señal de alarma, si la impedancia de aislamiento equivalente total a tierra de los módulos fotovoltaicos es menor que o igual a la impedancia preestablecida, en el que

10 la etapa de calcular (S103), por parte de la unidad de control de procesamiento (102), la tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento (103) basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada se realiza si la impedancia de aislamiento equivalente total a tierra de los módulos fotovoltaicos es mayor que la impedancia preestablecida.

4. Un dispositivo de compensación del efecto de degradación inducido por potencial, PID, para un sistema de inversor fotovoltaico, que comprende

a unidad de muestreo de tensión de corriente continua (101),

15 una unidad de control de procesamiento (102),

una unidad de conversión de corriente alterna/corriente continua, CA/CC de aislamiento (103), y

una unidad de protección de conmutación (104), en el que:

20 terminales de entrada de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua (101) están conectados a terminales de salida de módulos fotovoltaicos, estando configurada la unidad de muestreo de tensión de corriente continua (101) para emitir una señal de tensión de corriente continua a la unidad de control de procesamiento (102);

25 un terminal de entrada de la unidad de control de procesamiento (102) está conectado a un terminal de salida de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua (101), terminales de salida de la unidad de control de procesamiento están conectados respectivamente a un terminal de control de la unidad de protección de conmutación (104) y un terminal de control de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento (103), estando configurada la unidad de control de procesamiento (102) para determinar si se cumple una condición de compensación del efecto PID basándose en la señal de tensión de corriente continua, y calcular una tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento (103) basándose en la señal de tensión de corriente continua registrada si se cumple la condición de compensación del efecto PID;

30 un terminal de entrada de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento (103) está conectado a una red eléctrica, y un terminal de salida de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento (103) está conectado a un terminal de entrada de la unidad de protección de conmutación (104), estando configurada la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento (103) para emitir la tensión de compensación bajo el control de la unidad de control de procesamiento (102); y

35 terminales de salida de la unidad de protección de conmutación (104) están conectados a terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos, y la unidad de protección de conmutación (104) está configurada para transferir la tensión de compensación para aplicar la tensión de compensación entre los terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos y tierra, para realizar la compensación del efecto PID en los módulos fotovoltaicos;

40 y caracterizado porque:

la unidad de protección de conmutación (104) comprende una resistencia de protección y un conmutador de interrupción rápida, y

la unidad de control de procesamiento (102) está configurada para:

45 calcular un valor de acumulación del efecto PID de los módulos fotovoltaicos durante el día basándose en un valor y una duración de acción de la señal de tensión de corriente continua registrada, en el que la duración de acción es una duración cuando la señal de tensión de corriente continua es mayor que una tensión preestablecida;

50 calcular una tensión de compensación mínima para los terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos basándose en el valor de acumulación del efecto PID y en un parámetro de compensación preestablecido, en el que el parámetro de compensación preestablecido comprende un tiempo de compensación y una diferencia entre un valor de acumulación de compensación de noche y el valor de

acumulación del efecto PID; y

calcular la tensión de compensación que va a emitirse por parte de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento (103), basándose en la tensión de compensación mínima y una relación de división de tensión entre la resistencia de protección y la impedancia de aislamiento equivalente total a tierra de los módulos fotovoltaicos.

- 5
5. El dispositivo de compensación del efecto PID para un sistema de inversor fotovoltaico según la reivindicación 4, en el que

la unidad de muestreo de tensión de corriente continua (101) comprende un conjunto de diodos conectados con un cátodo común y un conjunto de diodos conectados con un ánodo común;

- 10
- ánodos del conjunto de diodos conectados con el cátodo común están conectados a los terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos en correspondencia uno a uno;

cátodos del conjunto de diodos conectados con el ánodo común están conectados a terminales de electrodo negativo de los módulos fotovoltaicos en correspondencia uno a uno; y

- 15
- un punto de conexión de cátodo común del conjunto de diodos conectados con el cátodo común y un punto de conexión de ánodo común del conjunto de diodos conectados con el ánodo común son dos terminales de salida de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua (101).

6. El dispositivo de compensación del efecto PID para un sistema de inversor fotovoltaico según la reivindicación 4, en el que

- 20
- la unidad de protección de conmutación (104) comprende una resistencia de protección R1, un conmutador de interrupción rápida S1 y un conjunto de diodos conectados con un ánodo común;

un terminal de control del conmutador de interrupción rápida S1 es el terminal de control de la unidad de protección de conmutación (104);

- 25
- la resistencia de protección R1 y el conmutador de interrupción rápida S1 están conectados en serie para formar una rama en serie, sirviendo un extremo de la rama en serie como el terminal de entrada de la unidad de protección de conmutación (104) y estando conectado el otro extremo de la rama en serie a un punto de conexión de ánodo común del conjunto de diodos conectados con el ánodo común; y

cátodos del conjunto de diodos conectados con el ánodo común están conectados a los terminales de electrodo positivo de los módulos fotovoltaicos en correspondencia uno a uno.

- 30
7. El dispositivo de compensación del efecto PID para un sistema de inversor fotovoltaico según la reivindicación 4, en el que

un terminal de electrodo positivo de salida de corriente continua de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento (103) está conectado a la unidad de protección de conmutación; y

un terminal de electrodo negativo de salida de corriente continua de la unidad de conversión de CA/CC de aislamiento (103) está conectado a tierra.

- 35
8. Un sistema de inversor fotovoltaico, que comprende

un dispositivo de conversión de energía (200),

un dispositivo de filtrado (300), y

el dispositivo de compensación del efecto de degradación inducido por potencial, PID, (400) según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en el que

- 40
- un terminal de entrada del dispositivo de conversión de energía está conectado a un módulo fotovoltaico;

un terminal de salida del dispositivo de conversión de energía está conectado a un terminal de entrada del dispositivo de filtrado; y

un terminal de salida del dispositivo de filtrado está conectado a una red eléctrica.

- 45
9. El método de compensación del efecto PID para un sistema de inversor fotovoltaico según la reivindicación 1, en el que la emisión (S101), por parte de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua (101), de una señal de tensión de corriente continua a la unidad de control de procesamiento (102) comprende:

emitir (S201), por parte de la unidad de muestreo de tensión de corriente continua (101), sólo una tensión

de salida máxima entre las tensiones de salida de todos los módulos fotovoltaicos como la señal de tensión de corriente continua, a la unidad de control de procesamiento (102).

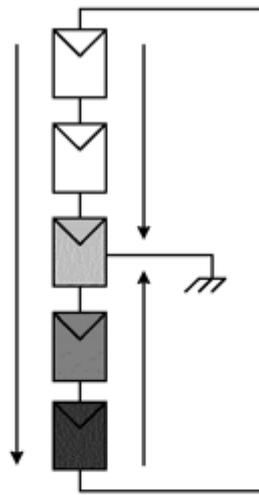


Figura 1

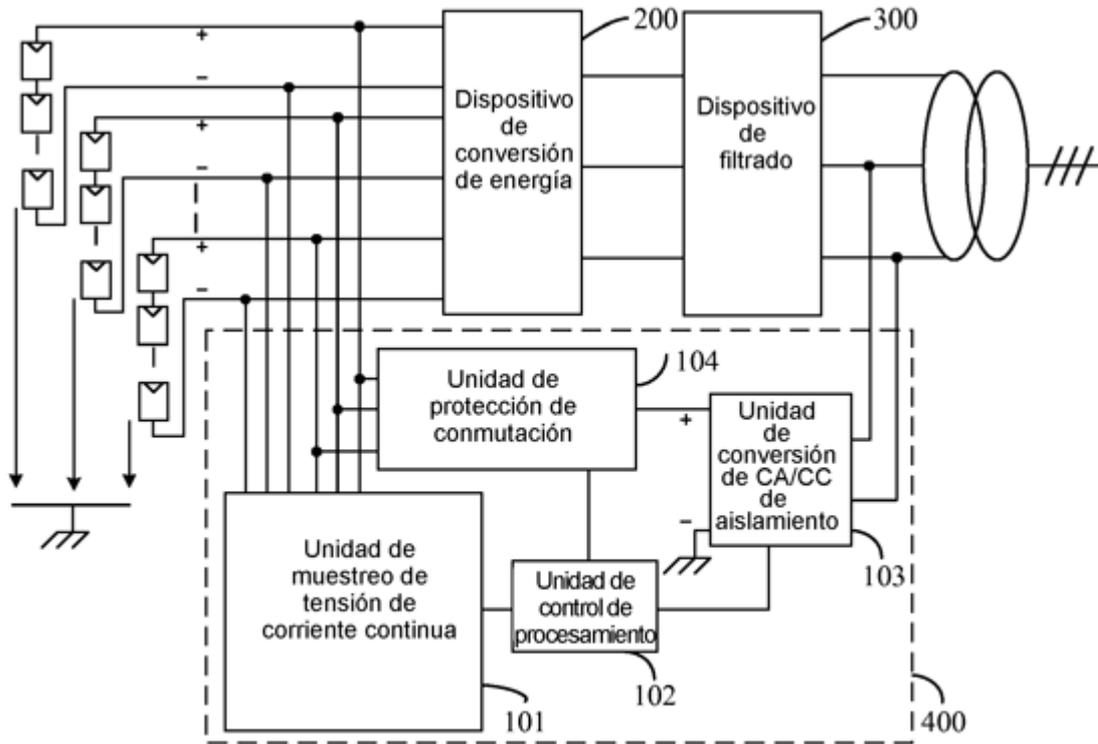


Figura 2

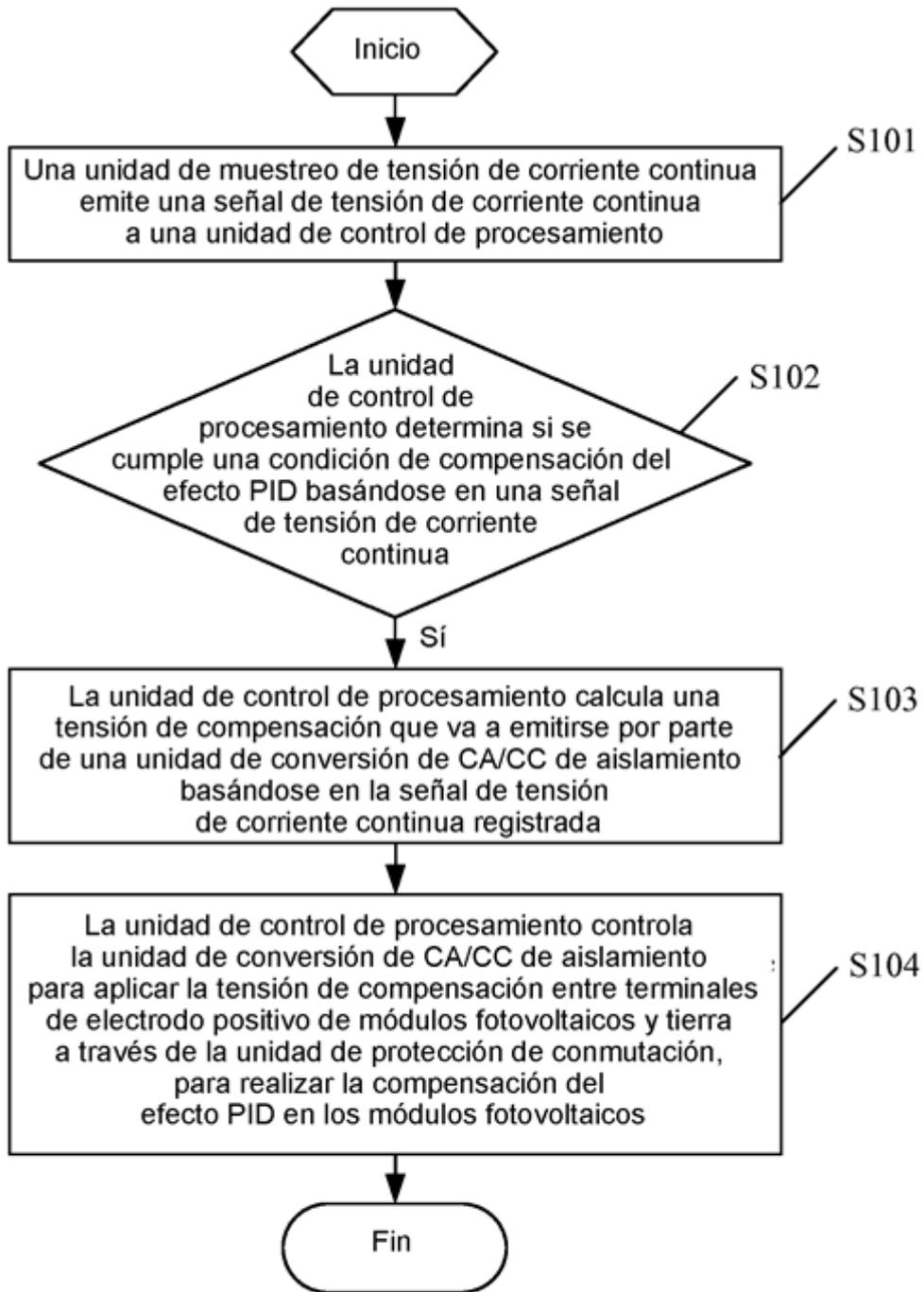


Figura 3

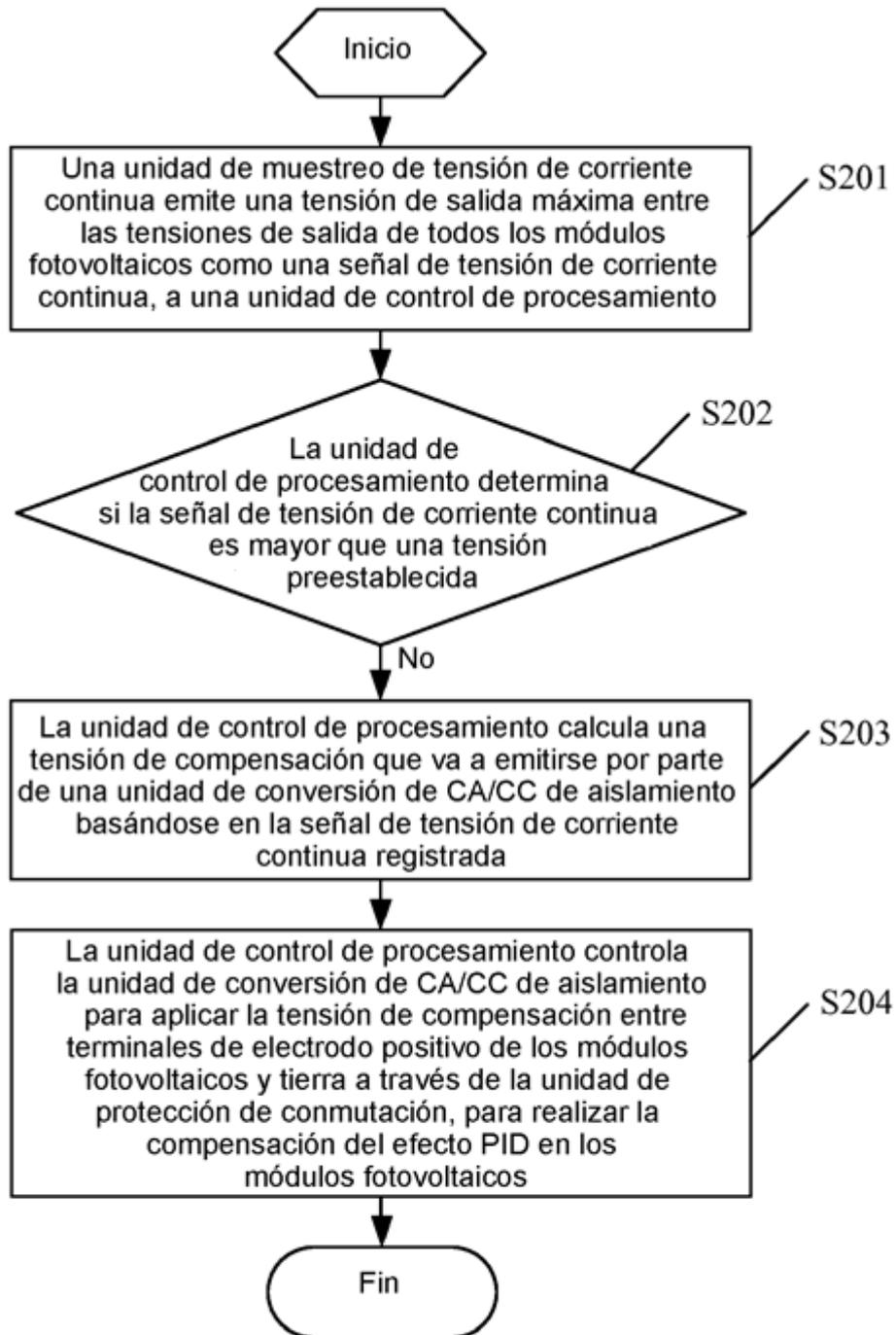


Figura 4

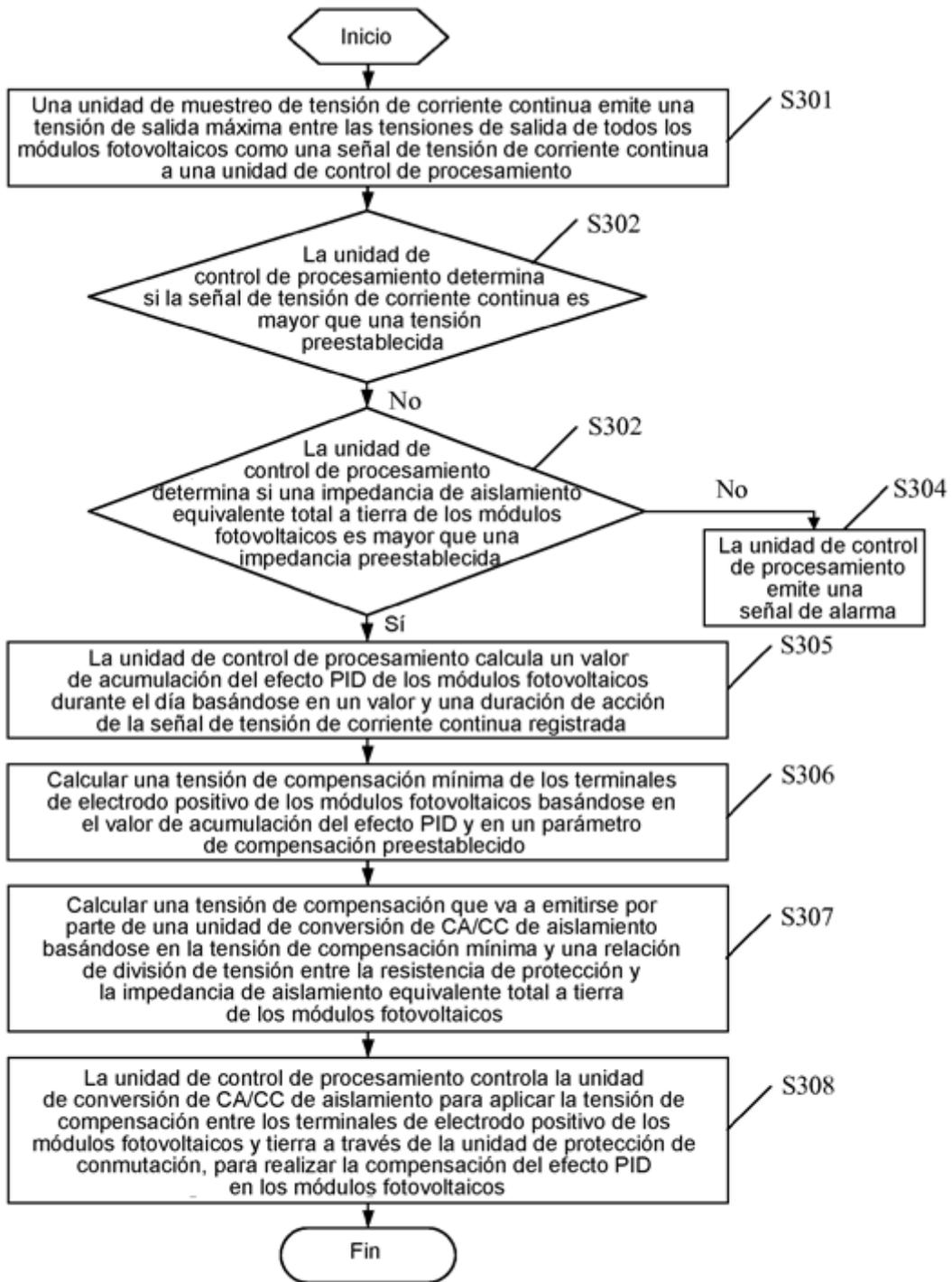


Figura 5

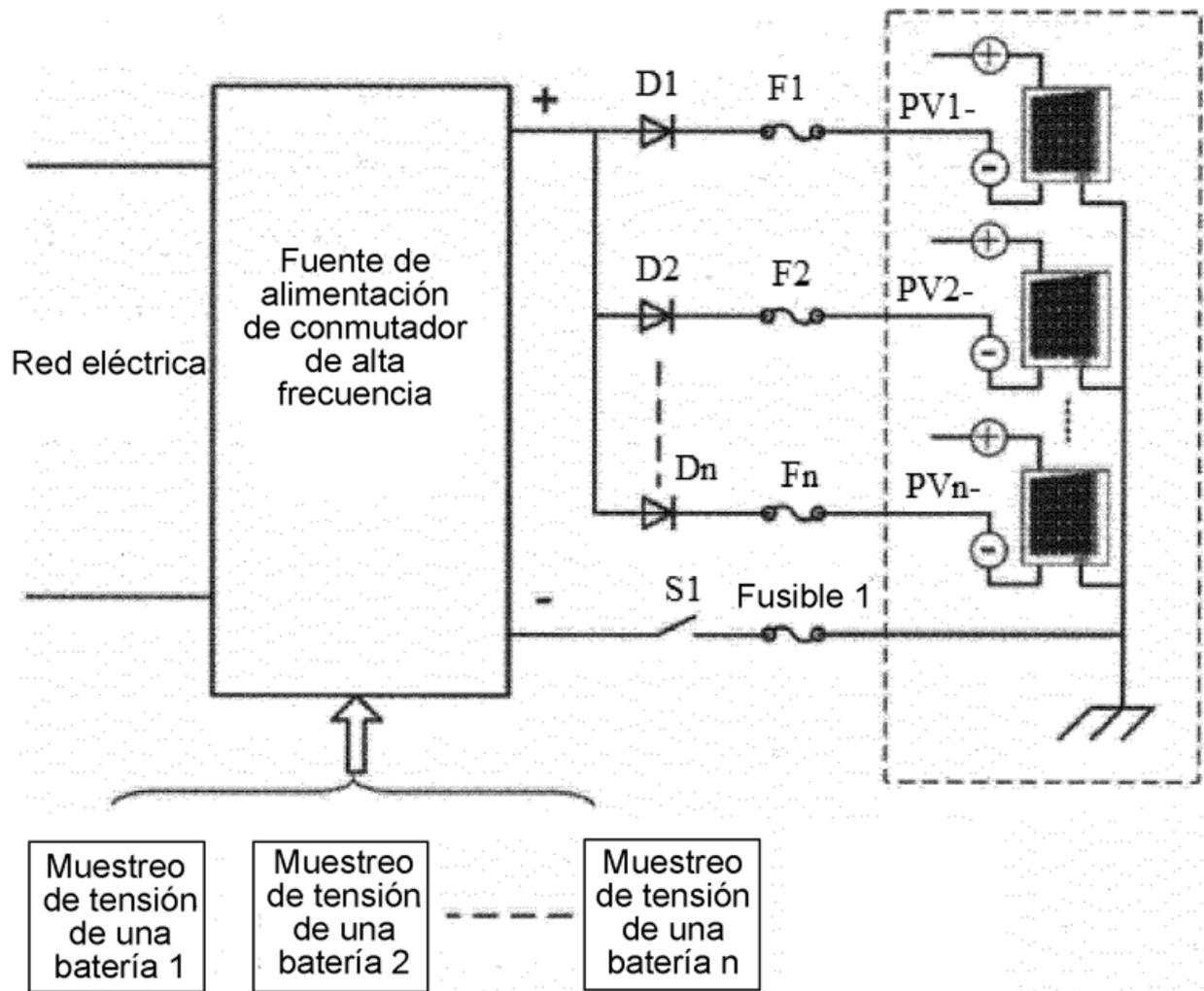


Figura 6

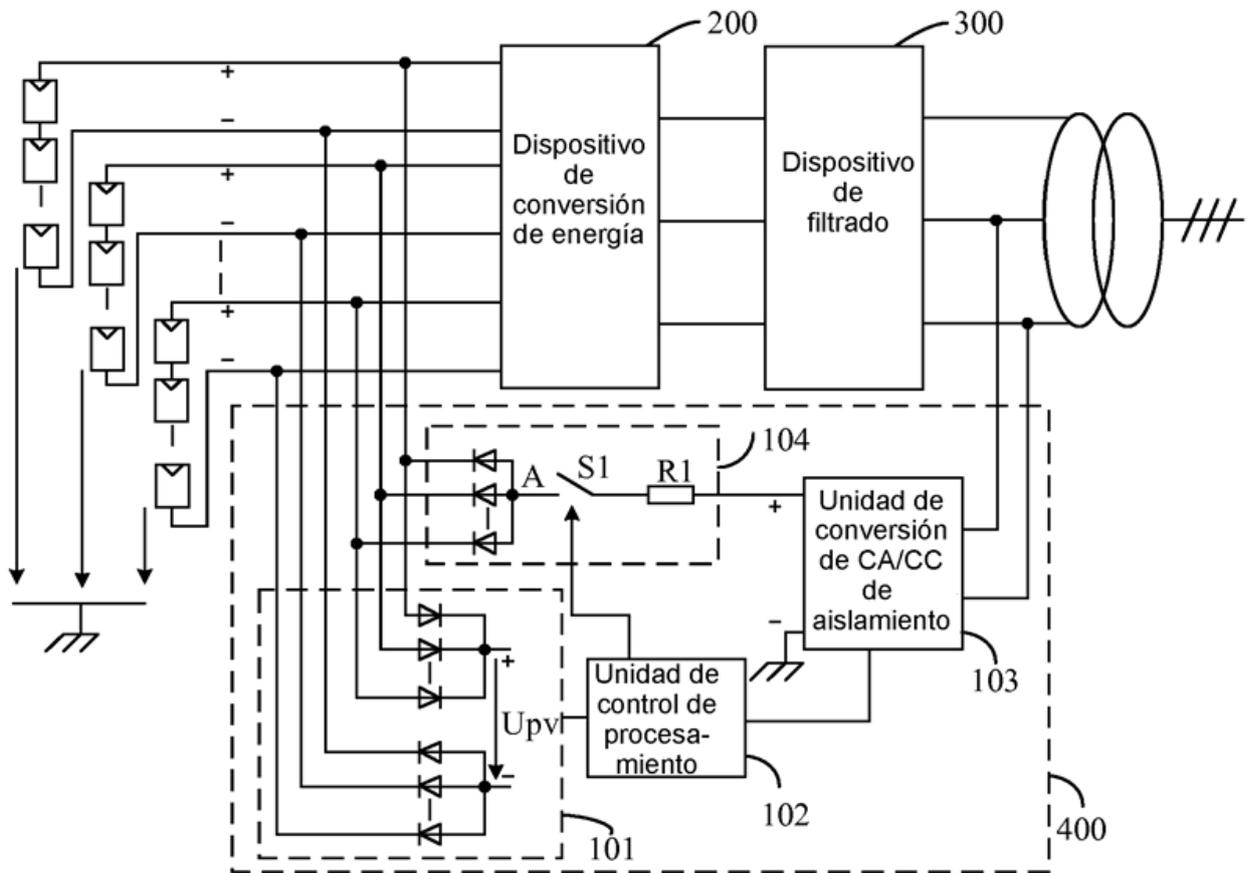


Figura 7