

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 477**

51 Int. Cl.:

H02S 40/30	(2014.01)	H02S 50/10	(2014.01)
H02J 3/38	(2006.01)	H02M 7/493	(2007.01)
H02S 40/32	(2014.01)	H02M 1/12	(2006.01)
H02M 7/00	(2006.01)		
H02J 7/35	(2006.01)		
H02M 7/797	(2006.01)		
G05F 1/67	(2006.01)		
H02S 50/00	(2014.01)		
H02M 7/12	(2006.01)		
H02S 40/38	(2014.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.05.2016 PCT/CN2016/083318**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **01.12.2016 WO16188433**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2016 E 16799320 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 3291441**

54 Título: **Sistema de suministro de energía y procedimiento de suministro de energía**

30 Prioridad:

27.05.2015 CN 201510280543

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

24.09.2019

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian,
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:

**XU, YUNYAN y
GAO, YONGBING**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 725 477 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 suministro de energía y procedimiento de suministro de energía

5 Campo técnico

La presente invención se refiere al campo fotoeléctrico y, en particular, a un sistema de suministro de energía y a un procedimiento de suministro de energía.

10 Antecedentes

Un sistema de generación de energía fotovoltaica incluye generalmente paneles fotovoltaicos, un inversor, un transformador y otros aparatos. Un electrodo positivo y un electrodo negativo de un panel fotovoltaico están conectados a dos extremos de entrada del inversor. El inversor tiene tres extremos de salida conectados al transformador y proporciona una corriente alterna trifásica. Generalmente, los paneles fotovoltaicos se clasifican en un panel fotovoltaico de tipo P y un panel fotovoltaico de tipo N. Cuando una tensión entre un electrodo negativo del panel fotovoltaico de tipo P y tierra es negativa, o cuando una tensión entre un electrodo positivo del panel fotovoltaico de tipo N y tierra es positiva, se produce una degradación de la potencia de salida del panel fotovoltaico. Esto se denomina efecto de degradación inducida por potencial (PID) del panel fotovoltaico.

20 Para suprimir el efecto PID del panel fotovoltaico, un circuito mostrado en la FIG. 1 se utiliza en la técnica anterior. Una fuente de tensión de corriente continua está conectada entre un electrodo negativo de una cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra para aumentar una tensión negativa entre el electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra, o una fuente de tensión continua está conectada entre un electrodo positivo de una cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra para reducir una tensión positiva entre el electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra, con el fin de suprimir el efecto PID de la cadena de paneles fotovoltaicos.

30 Cuando la tensión entre el electrodo positivo o el electrodo negativo del panel fotovoltaico y tierra se controla mediante el procedimiento, el electrodo positivo o el electrodo negativo de cada panel fotovoltaico debe conectarse a una fuente de tensión continua usando un cable, lo que da lugar a un aumento en los costes de los cables y a un cableado relativamente complejo.

35 El documento CN101931238A se refiere al campo de "disposiciones o sistemas de circuitos de suministro o distribución de energía eléctrica y a sistemas de almacenamiento de energía eléctrica". La invención da a conocer un procedimiento de control de coordinación de sistemas de microred que utiliza un sistema de almacenamiento de energía de batería de almacenamiento como suministro de energía principal. Los productos y la tecnología de inversión convencionales difícilmente forman una microred y no pueden cumplir el requisito de funcionamiento estable del sistema de microred. El sistema de almacenamiento de energía de batería de almacenamiento en la microred se utiliza como suministro de energía principal cuando la microred funciona de manera independiente, la frecuencia y la tensión de la microred se mantienen constantes, y un suministro de energía distribuido controla la energía junto con la tensión de la microred y un ángulo de fase; y un sistema de control de microred controla un inversor bidireccional para el almacenamiento de energía para cambiar eficazmente entre un modo de control paralelo y un modo de funcionamiento independiente de acuerdo con el estado de una red de energía externa. El suministro de energía en la microred tiene como ventajas una alta robustez, una alta velocidad y la capacidad de realizar un flujo bidireccional de energía eléctrica y un control de corriente flexible y cumplir con el requisito de funcionamiento estable del sistema de microred.

50 En la redacción de las reivindicaciones, dicho documento no da a conocer:

Una primera unidad de muestreo, una unidad de control conectada a la primera unidad de muestreo y una unidad inversora conectada tanto a la primera unidad de muestreo como a la unidad de control.

55 La primera unidad de muestreo está configurada para muestrear una tensión inicial de un punto neutro del circuito de almacenamiento de energía en la unidad inversora; la unidad de control está configurada para determinar, de acuerdo con una diferencia entre la tensión inicial y una primera tensión, un ciclo de trabajo de una señal de modulación por ancho de pulso, PWM, proporcionada por la unidad de control, y encender/apagar transistores de conmutación del circuito primario en la unidad inversora de acuerdo con la señal PWM con el fin de controlar la unidad inversora para proporcionar una primera tensión de corriente alterna a través del circuito de filtro, donde la primera tensión es una tensión a tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos conectada al extremo de entrada del inversor; y la unidad inversora está configurada para proporcionar la primera tensión de corriente alterna bajo el control de la unidad de control; y si una amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es mayor que una amplitud de pico de una segunda tensión de corriente alterna proporcionada por el inversor, la unidad de control controla el circuito de almacenamiento de energía para su descarga, para reducir una tensión de un punto neutro de un lado de corriente alterna del inversor; o si la amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es menor que la amplitud de pico de la segunda tensión de corriente alterna, la unidad de control controla el circuito de

almacenamiento de energía para su carga, para aumentar la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor, donde el lado de corriente alterna del inversor es un lado del inversor para proporcionar una tensión de corriente alterna.

5 Es decir, no da a conocer:
el modo de comparación de amplitudes de picos y de muestreo implicado en el control de carga y descarga (para reducir o aumentar la tensión del punto neutro).

10 El documento CN103701150A da a conocer un circuito en paralelo de múltiples unidades, un sistema de suministro de energía y un procedimiento de regulación de tensión. El circuito en paralelo de múltiples unidades comprende N inversores fotovoltaicos que están conectados en paralelo, los extremos de salida de los N inversores fotovoltaicos están conectados con los extremos de entrada de un transformador de aislamiento, los extremos de entrada de cada uno de los N inversores fotovoltaicos están conectados con al menos un panel celular, los paneles celulares se utilizan para suministrar tensiones de entrada al inversor fotovoltaico, las tensiones de salida de los paneles celulares de cada inversor fotovoltaico son iguales, solamente el cátodo del primer inversor fotovoltaico de entre los N inversores fotovoltaicos está conectado a tierra, donde N es un número entero y es mayor que o igual a 2; el número de paneles celulares conectados con los extremos de entrada del primer inversor fotovoltaico es mayor que el número de paneles celulares conectados con los extremos de entrada de cualquier otro inversor fotovoltaico de entre los N inversores fotovoltaicos. Mediante el esquema técnico, se puede evitar que los cátodos de los inversores fotovoltaicos generen tensiones negativas a tierra y, por lo tanto, se resuelve el problema técnico de que los inversores del circuito de conexión de red de inversores de la técnica anterior pueden ocasionar fugas de corriente a tierra.

25 El documento US20130088086A1 se refiere a una disposición de circuitos para una planta de energía solar que incluye un inversor sin transformadores para alimentar energía eléctrica desde al menos un generador fotovoltaico a una red de energía alterna, una separación galvánica de todas las líneas que transportan corriente entre el inversor y la red de energía, y una fuente de tensión de CC en una trayectoria de compensación entre una línea eléctrica en el lado de entrada de la separación galvánica y un potencial de referencia. La fuente de tensión de CC proporciona una tensión de compensación. La trayectoria de compensación incluye una rama de CC y una rama de CA conectadas en paralelo. La fuente de tensión continua está conectada en serie con un sensor de corriente en la rama de CC, y al menos un condensador está dispuesto en la rama de CA. Además, un contactor de CC activado por el sensor de corriente está dispuesto en la trayectoria de compensación.

35 Resúmen

Las formas de realización de la presente invención proporcionan un sistema de suministro de energía y un procedimiento de suministro de energía para reducir los costes de un cable entre un electrodo positivo o un electrodo negativo de un panel fotovoltaico y una fuente de tensión de corriente continua.

40 Para lograr el objetivo anterior se utilizan las siguientes soluciones técnicas en las formas de realización de la presente invención.

45 De acuerdo con un primer aspecto, una forma de realización de la presente invención proporciona un sistema de suministro de energía, que incluye: una cadena de paneles fotovoltaicos, un inversor y un transformador, donde un extremo de entrada del inversor está conectado a un extremo de salida de la cadena de paneles fotovoltaicos, un extremo de salida del inversor está conectado a un extremo de entrada del transformador, y un extremo de salida del transformador está configurado para proporcionar una tensión de suministro, donde el sistema de suministro de energía incluye además un controlador de tensión, donde

50 el controlador de tensión incluye: una primera unidad de muestreo, una unidad de control conectada a la primera unidad de muestreo y una unidad inversora conectada tanto a la primera unidad de muestreo como a la unidad de control; y

55 el controlador de tensión incluye además: un primer terminal, un segundo terminal y un tercer terminal, donde un extremo del primer terminal está conectado a un primer extremo de salida de la unidad inversora, el otro extremo del primer terminal está conectado a un primer extremo de salida del inversor, un extremo del segundo terminal está conectado a un segundo extremo de salida de la unidad inversora, el otro extremo del segundo terminal está conectado a un segundo extremo de salida del inversor, un extremo del tercer terminal está conectado a un tercer extremo de salida de la unidad inversora, y el otro extremo del tercer terminal está conectado a un tercer extremo de salida del inversor;

60 la unidad inversora incluye: un circuito de almacenamiento de energía, un circuito primario conectado al circuito de almacenamiento de energía y un circuito de filtro conectado al circuito primario;

65 la primera unidad de muestreo está configurada para muestrear una tensión inicial de un punto neutro del circuito de almacenamiento de energía en la unidad inversora; la unidad de control está configurada para determinar, de acuerdo con una diferencia entre la tensión inicial y una primera tensión, un ciclo de trabajo de una señal de modulación por ancho de pulso, PWM, proporcionada por la unidad de control, y encender/apagar los transistores de conmutación del circuito primario en la unidad inversora de acuerdo con

la señal PWM con el fin de controlar la unidad inversora para proporcionar una primera tensión de corriente alterna a través del circuito de filtro, donde la primera tensión es una tensión a tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos conectada al extremo de entrada del inversor; y la unidad inversora está configurada para proporcionar la primera tensión de corriente alterna bajo el control de la unidad de control; y
 5 si una amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es mayor que una amplitud de pico de una segunda tensión de corriente alterna proporcionada por el inversor, la unidad de control controla el circuito de almacenamiento de energía para su descarga, para reducir una tensión de un punto neutro de un lado de corriente alterna del inversor; o si la amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es menor que la amplitud de pico de la segunda tensión de corriente alterna, la unidad de control controla el circuito de
 10 almacenamiento de energía para su carga, para aumentar la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor, donde el lado de corriente alterna del inversor es un lado del inversor para proporcionar una tensión de corriente alterna.

Con referencia al primer aspecto, en una primera manera de implementación posible del primer aspecto,
 15 el circuito de almacenamiento de energía incluye al menos un elemento de capacitancia, donde el elemento de capacitancia está conectado directamente a tierra, o conectado a tierra por medio de un inductor, o conectado a tierra por medio de una resistencia, o conectado a tierra por medio de un diodo; el circuito primario es un circuito de puente inversor trifásico y está configurado para convertir una primera tensión de corriente continua en la primera tensión de corriente alterna, donde la primera tensión de corriente continua es una tensión del circuito de
 20 almacenamiento de energía; y el circuito de filtro está configurado para proporcionar la primera tensión de corriente alterna.

Con referencia a la primera manera de implementación posible del primer aspecto, en una segunda manera de implementación posible del primer aspecto,
 25 el circuito de almacenamiento de energía incluye dos elementos de capacitancia, donde los dos elementos de capacitancia están conectados en serie, y un punto medio entre los dos elementos de capacitancia está conectado directamente a tierra, o conectado a tierra por medio de un inductor, o conectado a tierra por medio de una resistencia, o conectado a tierra por medio de un diodo.

30 Con referencia al primer aspecto, en una tercera manera de implementación posible del primer aspecto,

el inversor incluye: una segunda unidad de muestreo y una primera unidad de comunicaciones conectada a la segunda unidad de muestreo, y el controlador de tensión incluye además una segunda unidad de comunicaciones, donde
 35 la segunda unidad de muestreo está configurada para muestrear la tensión a tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos conectada al extremo de entrada del inversor, la primera unidad de comunicaciones está configurada para comunicarse con la segunda unidad de comunicaciones en el controlador de tensión, y la segunda unidad de comunicaciones está configurada para comunicarse con la primera unidad de comunicaciones en el inversor, para obtener la tensión a tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos
 40 conectada al extremo de entrada del inversor.

Con referencia al primer aspecto, o a la primera manera de implementación posible del primer aspecto, o a la segunda manera de implementación posible del primer aspecto, en una cuarta manera de implementación posible del primer aspecto, la unidad inversora es un circuito inversor de dos niveles, o un circuito inversor de tres niveles, o
 45 un circuito inversor de múltiples niveles.

Con referencia al primer aspecto, en una quinta manera de implementación posible del primer aspecto, el sistema de suministro de energía incluye M inversores, M cadenas de paneles fotovoltaicos y un controlador de tensión, donde los M inversores están conectados en paralelo, un extremo de entrada de cada inversor está conectado al extremo
 50 de salida de una cadena de paneles fotovoltaicos, un extremo de salida de cada inversor está conectado al extremo de entrada del transformador, un primer extremo de salida de cada inversor está conectado al primer terminal del controlador de tensión, un segundo extremo de salida de cada inversor está conectado al segundo terminal del controlador de tensión y un tercer extremo de salida de cada inversor está conectado al tercer terminal del controlador de tensión.
 55

De acuerdo con un segundo aspecto, una forma de realización de la presente invención proporciona un procedimiento de suministro de energía, que incluye:

60 obtener una primera tensión y una tensión inicial, donde la primera tensión es una tensión a tierra de una cadena de paneles fotovoltaicos conectada a un extremo de entrada de un inversor, y la tensión inicial es una tensión inicial de un punto neutro de una unidad inversora en un controlador de tensión; controlar, de acuerdo con la primera tensión y la tensión inicial, la unidad inversora para proporcionar una primera tensión de corriente alterna; y
 65 si una amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es mayor que una amplitud de pico de una segunda tensión de corriente alterna proporcionada por el inversor, controlar la unidad inversora para su descarga, para reducir una tensión de un punto neutro de un lado de corriente alterna del inversor; o si la

amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es menor que la amplitud de pico de la segunda tensión de corriente alterna, controlar la unidad inversora para su carga, para aumentar la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor, donde el lado de corriente alterna del inversor es un lado del inversor para proporcionar una tensión de corriente alterna.

5

Con referencia al segundo aspecto, en una primera manera de implementación posible del segundo aspecto, si la cadena de paneles fotovoltaicos es una cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P, el procedimiento de suministro de energía incluye específicamente:

10

obtener una tensión entre un electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra y la tensión inicial del punto neutro de la unidad inversora; y si la tensión entre el electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra es inferior a cero voltios, ajustar el encendido/apagado de componentes de potencia en la unidad inversora de acuerdo con la tensión inicial y la tensión entre el electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra, para controlar la unidad inversora para proporcionar la primera tensión de corriente alterna, donde la amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es inferior a la amplitud de pico de la segunda tensión de corriente alterna, con el fin de cargar la unidad inversora, para aumentar la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor, de modo que la tensión entre el electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra sea mayor que o igual a cero voltios.

15

20

Con referencia al segundo aspecto, en una segunda manera de implementación posible del segundo aspecto, si la cadena de paneles fotovoltaicos es una cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N, el procedimiento de suministro de energía incluye específicamente:

25

obtener una tensión entre un electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra y la tensión inicial del punto neutro de la unidad inversora; y si la tensión entre el electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra es superior a cero voltios, ajustar el encendido/apagado de componentes de potencia en la unidad inversora de acuerdo con la tensión inicial y la tensión entre el electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra, para controlar la unidad inversora para proporcionar la primera tensión de corriente alterna, donde la amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es superior a la amplitud de pico de la segunda tensión de corriente alterna, con el fin de descargar la unidad inversora, para reducir la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor, de modo que la tensión entre el electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra sea menor que o igual a cero voltios.

30

35

Con referencia al segundo aspecto, en una tercera manera de implementación posible del segundo aspecto, hay M inversores y M cadenas de paneles fotovoltaicos, los M inversores están conectados en paralelo, un extremo de entrada de cada inversor está conectado a una cadena de paneles fotovoltaicos, y si las cadenas de paneles fotovoltaicos son cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P, el procedimiento de suministro de energía incluye específicamente:

40

obtener tensiones entre electrodos negativos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra y la tensión inicial del punto neutro de la unidad inversora; y si el valor más pequeño de las tensiones entre los electrodos negativos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra es inferior a cero voltios, ajustar el encendido/apagado de componentes de potencia en la unidad inversora de acuerdo con la tensión inicial y el valor más pequeño de las tensiones entre los electrodos negativos de las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra, para controlar la unidad inversora para proporcionar la primera tensión de corriente alterna, donde la amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es inferior a la amplitud de pico de la segunda tensión de corriente alterna, de modo que la unidad inversora se carga, para aumentar la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor, y el valor más pequeño de las tensiones entre los electrodos negativos de las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra es mayor que o igual a cero voltios.

45

50

Con referencia al segundo aspecto, en una cuarta manera de implementación posible del segundo aspecto, hay M inversores y M cadenas de paneles fotovoltaicos, los M inversores están conectados en paralelo, un extremo de entrada de cada inversor está conectado a una cadena de paneles fotovoltaicos, y si las cadenas de paneles fotovoltaicos son cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N, el procedimiento de suministro de energía incluye específicamente:

60

obtener tensiones entre electrodos positivos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra y la tensión inicial del punto neutro de la unidad inversora; y si el valor más elevado de las tensiones entre los electrodos positivos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra es superior a cero voltios, ajustar el encendido/apagado de componentes de potencia en la unidad inversora de acuerdo con la tensión inicial y el valor más elevado de las tensiones entre los electrodos positivos de las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra, para controlar la unidad

65

5 inversora para proporcionar la primera tensión de corriente alterna, donde la amplitud de pico de la primera
 tensión de corriente alterna es superior a la amplitud de pico de la segunda tensión de corriente alterna, con
 el fin de descargar la unidad inversora, para reducir la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna
 del inversor, de modo que el valor más elevado de las tensiones entre los electrodos positivos de las cadenas
 de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra sea menor que o igual a cero voltios. De acuerdo con el sistema de
 suministro de energía y el procedimiento de suministro de energía que se proporcionan en las formas de
 realización de la presente invención, el sistema de suministro de energía incluye: una cadena de paneles
 fotovoltaicos, un inversor y un transformador. Un extremo de entrada del inversor está conectado a un
 10 extremo de salida de la cadena de paneles fotovoltaicos, un extremo de salida del inversor está conectado a un
 extremo de entrada del transformador, y un extremo de salida del transformador está configurado para
 proporcionar una tensión de suministro. El sistema de suministro de energía incluye además un controlador
 de tensión. El controlador de tensión incluye: una primera unidad de muestreo, una unidad de control
 conectada a la primera unidad de muestreo y una unidad inversora conectada tanto a la primera unidad de
 15 muestreo como a la unidad de control. El controlador de tensión incluye además: un primer terminal, un
 segundo terminal y un tercer terminal. Un extremo del primer terminal está conectado a un primer extremo de
 salida de la unidad inversora, y el otro extremo del primer terminal está conectado a un primer extremo de
 salida del inversor. Un extremo del segundo terminal está conectado a un segundo extremo de salida de la
 unidad inversora, y el otro extremo del segundo terminal está conectado a un segundo extremo de salida del
 20 inversor. Un extremo del tercer terminal está conectado a un tercer extremo de salida de la unidad inversora,
 y el otro extremo del tercer terminal está conectado a un tercer extremo de salida del inversor. La unidad
 inversora incluye: un circuito de almacenamiento de energía, un circuito primario conectado al circuito de
 almacenamiento de energía y un circuito de filtro conectado al circuito primario. La primera unidad de
 muestreo está configurada para muestrear una tensión inicial de un punto neutro del circuito de
 almacenamiento de energía en la unidad inversora. La unidad de control está configurada para controlar, de
 25 acuerdo con una diferencia entre la tensión inicial y la primera tensión, el encendido/apagado de transistores
 de conmutación del circuito primario en la unidad inversora, de modo que el circuito de filtro de la unidad
 inversora proporciona una primera tensión de corriente alterna, donde la primera tensión es una tensión a
 tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos conectada al extremo de entrada del inversor. La unidad
 inversora está configurada para proporcionar la primera tensión de corriente alterna bajo el control de la
 30 unidad de control. Si una amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es mayor que una
 amplitud de pico de una segunda tensión de corriente alterna proporcionada por el inversor, la unidad de
 control controla el circuito de almacenamiento de energía para su descarga, para reducir una tensión de un
 punto neutro de un lado de corriente alterna del inversor; o si la amplitud de pico de la primera tensión de
 corriente alterna es menor que la amplitud de pico de la segunda tensión de corriente alterna, la unidad de
 35 control controla el circuito de almacenamiento de energía para su carga, para aumentar la tensión del punto
 neutro del lado de corriente alterna del inversor. El lado de corriente alterna del inversor es un lado del
 inversor para proporcionar una tensión de corriente alterna. En la técnica anterior, un electrodo positivo o un
 electrodo negativo de cada panel fotovoltaico debe conectarse a una fuente de tensión de corriente continua
 usando un cable, lo que hace que sea relativamente difícil de manejar. Gracias a la solución proporcionada
 40 por la presente invención, no es necesario añadir ningún cable al electrodo positivo o al electrodo negativo
 del panel fotovoltaico, de modo que se puede reducir el coste de los cables entre dispositivos.

Breve descripción de los dibujos

45 Para describir más claramente las soluciones técnicas de las formas de realización de la presente invención o de la
 técnica anterior, a continuación se presentan brevemente los dibujos adjuntos requeridos para describir las formas
 de realización o la técnica anterior. Evidentemente, los dibujos adjuntos de la siguiente descripción muestran
 simplemente algunas formas de realización de la presente invención.

50 La FIG. 1 es un diagrama estructural esquemático de un circuito para suprimir un efecto PID de un panel fotovoltaico
 en la técnica anterior.

La FIG. 2 es un diagrama esquemático 1 de un sistema de suministro de energía de acuerdo con una forma de
 realización de la presente invención.

55 La FIG. 3 es un diagrama de circuito 1 de una unidad inversora de acuerdo con una forma de realización de la
 presente invención.

La FIG. 4 es un diagrama esquemático 2 de un sistema de suministro de energía de acuerdo con una forma de
 60 realización de la presente invención.

La FIG. 5 es un diagrama de circuito equivalente de un sistema de suministro de energía de acuerdo con una forma
 de realización de la presente invención.

65 La FIG. 6 es un diagrama de circuito 2 de una unidad inversora de acuerdo con una forma de realización de la
 presente invención.

La FIG. 7 es un diagrama de circuito 3 de una unidad inversora de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

5 La FIG. 8 es un diagrama de circuito 4 de una unidad inversora de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 9 es un diagrama esquemático 3 de un sistema de suministro de energía de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

10 La FIG. 10 es un diagrama de flujo esquemático 1 de un procedimiento de suministro de energía de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

15 La FIG. 11 es un diagrama de flujo esquemático 2 de un procedimiento de suministro de energía de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 12 es un diagrama de flujo esquemático 3 de un procedimiento de suministro de energía de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

20 La FIG. 13 es un diagrama de flujo esquemático 4 de un procedimiento de suministro de energía de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

Descripción de formas de realización

25 A continuación se describe con claridad las soluciones técnicas de las formas de realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos en las formas de realización de la presente invención. Evidentemente, las formas de realización descritas son simplemente una parte de, y no todas, las formas de realización la presente invención.

30 Una forma de realización de la presente invención proporciona un sistema de suministro de energía. Como se muestra en la FIG. 2, el sistema de suministro de energía incluye: una cadena de paneles fotovoltaicos 10, un inversor 20 conectado a la cadena de paneles fotovoltaicos 10 y un transformador 30 conectado al inversor 20. La cadena de paneles fotovoltaicos 10 proporciona una tensión de corriente continua al inversor 20 a través de un electrodo positivo a y un electrodo negativo b de la cadena de paneles fotovoltaicos 10, y el inversor 20 convierte la tensión de corriente continua en una tensión de corriente alterna, y proporciona la tensión de corriente alterna al transformador 30 a través de un extremo de salida de tensión de corriente alterna del inversor 20.

35 El sistema de suministro de energía incluye además un controlador de tensión 40. El controlador de tensión 40 incluye: un primer terminal 401, un segundo terminal 402, un tercer terminal 403, una primera unidad de muestreo 404, una unidad de control 405 conectada a la primera unidad de muestreo 404 y una unidad inversora 406 conectada tanto a la primera unidad de muestreo 404 como a la unidad de control 405.

40 Un extremo del primer terminal 401 está conectado a un primer extremo de salida de la unidad inversora, y el otro extremo del primer terminal 401 está conectado a un primer extremo de salida 201 del inversor. Un extremo del segundo terminal 402 está conectado a un segundo extremo de salida de la unidad inversora, y el otro extremo del segundo terminal 402 está conectado a un segundo extremo de salida 202 del inversor. Un extremo del tercer terminal 403 está conectado a un tercer extremo de salida de la unidad inversora, y el otro extremo del tercer terminal 403 está conectado a un tercer extremo de salida 203 del inversor. Cuando el controlador de tensión 40 se descarga a través de un circuito de almacenamiento de energía en la unidad inversora, el controlador de tensión 40 proporciona energía eléctrica a un lado de corriente alterna del inversor (es decir, un lado del inversor para proporcionar la tensión de corriente alterna) a través del primer terminal 401, el segundo terminal 402 y el tercer terminal 403. Cuando el controlador de tensión 40 carga el circuito de almacenamiento de energía en la unidad inversora desde el lado de corriente alterna del inversor, el controlador de tensión 40 recibe energía eléctrica introducida desde el lado de corriente alterna del inversor, a través del primer terminal 401, el segundo terminal 402 y el tercer terminal 403.

45 La unidad inversora 406 puede ser un circuito inversor de dos niveles, un circuito inversor de tres niveles o un circuito inversor de múltiples niveles. Se proporciona una descripción usando un ejemplo en el que la unidad inversora 406 es un circuito inversor de dos niveles. Como se muestra en la FIG. 3, la unidad inversora 406 incluye: un circuito de almacenamiento de energía 406a, un circuito primario 406b y un circuito de filtro 406c. Un extremo de entrada del circuito primario está conectado a un extremo de salida del circuito de almacenamiento de energía, un extremo de salida del circuito primario está conectado a un extremo de entrada de un circuito de filtro.

50 El controlador de tensión 40 incluye además: la primera unidad de muestreo 404, configurada para muestrear una tensión inicial de un punto neutro del circuito de almacenamiento de energía en la unidad inversora; la unidad de control 405, conectada a la primera unidad de muestreo 404 y configurada para determinar, de acuerdo con una

diferencia entre la tensión inicial y una primera tensión, un ciclo de trabajo de una señal PWM (modulación por ancho de pulso), proporcionada por la unidad de control, y encender/apagar transistores de conmutación del circuito primario en la unidad inversora de acuerdo con la señal PWM con el fin de controlar la unidad inversora para proporcionar una primera tensión de corriente alterna a través del circuito de filtro, donde la primera tensión es una tensión a tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos 10 conectada a un extremo de entrada del inversor 20; y la unidad inversora 406, conectada tanto a la unidad de control 405 como a la primera unidad de muestreo 404 y configurada para proporcionar la primera tensión de corriente alterna bajo el control de la unidad de control 405; donde si una amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es mayor que una amplitud de pico de una segunda tensión de corriente alterna proporcionada por el inversor, el circuito de almacenamiento de energía se descarga, para reducir una tensión de un punto neutro del lado de corriente alterna del inversor; o si la amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es menor que la amplitud de pico de la segunda tensión de corriente alterna, el circuito de almacenamiento de energía se carga, para aumentar la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor, donde el lado de corriente alterna del inversor es el lado del inversor para proporcionar la tensión de corriente alterna.

El extremo de entrada del circuito primario está conectado al extremo de salida del circuito de almacenamiento de energía, y el extremo de salida del circuito primario está conectado al extremo de entrada del circuito de filtro. El circuito de almacenamiento de energía 406a incluye al menos un elemento de capacitancia, configurado para intercambiar energía con el lado de corriente alterna del inversor (es decir, el extremo de salida de tensión de corriente alterna del inversor 20) mediante procesos de carga y descarga. El al menos un elemento de capacitancia puede conectarse directamente a tierra, o conectarse a tierra por medio de un inductor, o conectarse a tierra por medio de una resistencia, o conectarse a tierra por medio de un diodo. Esto no está limitado en la presente invención. El circuito primario 406b es un circuito de puente inversor trifásico, incluye múltiples tubos de potencia y está configurado para encenderse/apagarse según indique la señal PWM (modulación por ancho de pulso) generada por la unidad de control 405, y para convertir una tensión del elemento de capacitancia en una tensión de corriente alterna en el proceso de descarga del elemento de capacitancia. El circuito de filtro 406c está configurado para rectificar y filtrar la tensión de corriente alterna generada por el circuito primario 406b y proporcionar la primera tensión de corriente alterna.

Además, como se muestra en la FIG. 4, en el sistema de suministro de energía proporcionado en esta forma de realización de la presente invención, el inversor 20 incluye una segunda unidad de muestreo 204, configurada para muestrear la tensión a tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos 10 conectada al extremo de entrada del inversor 20, y el inversor 20 incluye además: una primera unidad de comunicaciones 205, conectada a la segunda unidad de muestreo 204, y configurada para comunicarse con el controlador de tensión 40. Específicamente, la primera unidad de comunicaciones 205 está configurada para comunicarse con una segunda unidad de comunicaciones 407 en el controlador de tensión 40 y transmitir la tensión a tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos 10 obtenida mediante muestreo por la segunda unidad de muestreo 204 a la segunda unidad de comunicaciones 407 en el controlador de tensión 40.

El controlador de tensión 40 incluye además una segunda unidad de comunicaciones 407, configurada para comunicarse con la primera unidad de comunicaciones 205 en el inversor 20, para obtener la tensión a tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos 10 conectada al extremo de entrada del inversor 20.

La primera unidad de comunicaciones 205 y la segunda unidad de comunicaciones 407 pueden comunicarse mediante PLC (comunicación mediante línea de potencia, comunicación mediante portadora de línea de potencia), comunicación inalámbrica o comunicación RS485. Esto no está limitado en la presente invención.

Por ejemplo, cuando la unidad inversora 406 es un circuito inversor de dos niveles, el diagrama de circuitos del sistema de suministro de energía se muestra en la FIG. 4. Específicamente, un proceso en el que la unidad inversora 406 ajusta la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor proporcionando la primera tensión de corriente alterna es el siguiente:

El circuito primario 406b incluye seis tubos de potencia, y los seis tubos de potencia forman un circuito de puente inversor trifásico. S1 y S2 se encienden de forma complementaria entre sí para proporcionar una tensión de corriente alterna U_{ao}. S3 y S4 se encienden de forma complementaria entre sí para proporcionar una tensión de corriente alterna U_{bo}. S5 y S6 se encienden de forma complementaria entre sí para proporcionar una tensión de corriente alterna U_{co}. Específicamente, U_{ao}, U_{bo} y U_{co} son tensiones de corriente alterna en forma de onda sinusoidal. Cuando la tensión de corriente alterna U_{ao} proporcionada por la unidad inversora 406 y una tensión de corriente alterna U_a proporcionada por el inversor 20 tienen las mismas amplitudes, frecuencias y fases, la tensión de corriente alterna U_{bo} proporcionada por la unidad inversora 406 y una tensión de corriente alterna U_b proporcionada por el inversor 20 tienen las mismas amplitudes, frecuencias y fases, y la tensión de corriente alterna U_{co} proporcionada por la unidad inversora 406 y una tensión de corriente alterna U_c proporcionada por el inversor 20 tienen las mismas amplitudes, frecuencias y fases, el sistema de suministro de energía está en un estado estable. Un circuito equivalente del sistema de suministro de energía se muestra en la FIG. 5. El intercambio entre la energía del circuito de almacenamiento de energía 406a y la energía del lado de corriente alterna del inversor puede producirse al cambiar las amplitudes de U_{ao}, U_{bo} y U_{co}, y debido a que un electrodo negativo de un condensador del circuito de almacenamiento de energía 406a está conectado a tierra, la tensión del punto neutro del lado de

corriente alterna del inversor puede modificarse al cambiar la tensión del condensador del circuito de almacenamiento de energía.

5 Debe observarse que un aparato de comunicaciones PLC puede integrarse en la segunda unidad de comunicaciones 407. El aparato de comunicaciones PLC está conectado al inversor 20 en el sistema de suministro de energía. La segunda unidad de comunicaciones 407 se comunica con un aparato de comunicaciones PLC de la primera unidad de comunicaciones 205 en el inversor 20 usando un circuito de modulación de portadora, para leer la tensión a tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos 10 conectada a dos extremos de entrada del inversor 20. En un ejemplo en el que la cadena de paneles fotovoltaicos 10 es un panel fotovoltaico de tipo P, una tensión entre un electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos 10 y tierra (es decir, una tensión entre un electrodo negativo del panel fotovoltaico de tipo P y tierra) que es leída por la segunda unidad de comunicaciones 407 a través de la primera unidad de comunicaciones 205 es -400 voltios, un resultado de muestreo de muestrear la tensión inicial (la mitad de una tensión en dos extremos de un condensador C1 en el circuito de almacenamiento de energía 406a) del punto neutro de la unidad inversora 406 por la primera unidad de muestreo 404 es -300 voltios, y la unidad de control 405 controla la señal PWM de acuerdo con la diferencia (la diferencia aquí es 100 voltios, es decir, -300 menos -400 = 100 voltios) entre la tensión inicial y la tensión a tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos 10 leída por la segunda unidad de comunicaciones 407, con el fin de reducir las amplitudes de las tensiones de salida (es decir, las primeras tensiones de corriente alterna) Uao, Ubo y Uco de la unidad inversora 406, de modo que la energía del lado de corriente alterna del inversor fluye hacia el controlador de tensión 40 para cargar el circuito de almacenamiento de energía 406a, y la tensión en los dos extremos del condensador C1 aumenta. Cuando una tensión cargada desde los dos extremos del condensador C1 hasta el punto neutro alcanza -400 voltios, la unidad de control 405 controla la señal PWM, de manera que se alcanza un equilibrio de energía entre el controlador de tensión 40 y el lado de corriente alterna del inversor, manteniéndose así un estado estable. Cabe señalar que cuando el sistema de suministro de energía está en el estado estable, la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor es la misma que una tensión en un punto medio del condensador en el circuito de almacenamiento de energía 406, y una tensión en un punto medio de la cadena de paneles fotovoltaicos también es la misma que la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor. Por lo tanto, la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor se reduce finalmente de -300 voltios a -400 voltios por el proceso, de modo que la tensión entre el electrodo negativo del panel fotovoltaico de tipo P y tierra aumenta de -400 voltios a 0 voltios, suprimiéndose así un efecto PID del panel fotovoltaico de tipo P.

35 Cabe señalar que, en un sistema de suministro de energía general, una tensión de un punto neutro de una red de energía, una tensión de un punto neutro de un lado de corriente alterna de un inversor y una tensión de un punto neutro de una cadena de paneles fotovoltaicos son idénticas. El punto neutro se refiere a un punto de referencia de todos los valores de tensión en el sistema de suministro de energía. Por ejemplo, cuando una tensión de suministro de la red eléctrica es una tensión de corriente alterna de 220 voltios, un punto de referencia de la tensión de corriente alterna de 220 voltios es tierra. Es decir, generalmente, un punto neutro del sistema de suministro de energía es tierra, y una tensión del punto neutro es 0 voltios.

40 Además, en el sistema de suministro de energía general, suponiendo que una tensión de corriente continua entre el electrodo positivo y el electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P es de 800 voltios, debido a que la tensión del punto neutro en el sistema de suministro de energía es de 0 voltios, una tensión del electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P es de 400 voltios y una tensión del electrodo negativo es de -400 voltios. En consecuencia, hay una tensión negativa de -400 voltios entre el electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos y tierra, lo que provoca la degradación de la potencia de la cadena de paneles fotovoltaicos.

50 Además, en el sistema de suministro de energía proporcionado en esta forma de realización de la presente invención, se añade el controlador de tensión. Después de que el sistema de suministro de energía proporcionado en esta forma de realización de la presente invención comience a funcionar, en primer lugar, el circuito de almacenamiento de energía del controlador de tensión se carga, de modo que la primera tensión de corriente alterna proporcionada por la unidad inversora es la misma que la segunda tensión de corriente alterna proporcionada por el inversor (donde las amplitudes, fases y frecuencias de las tensiones son todas iguales). Generalmente, un valor de tensión del circuito de almacenamiento de energía es aproximadamente dos veces una amplitud de pico de la tensión de suministro de la red eléctrica. Se supone que cuando la tensión en los dos extremos del condensador en el circuito de almacenamiento de energía es de -500 voltios, el sistema de suministro de energía alcanza el estado estable. Debido a que la tensión del punto neutro del circuito de almacenamiento de energía es la mitad de la tensión total del condensador del circuito de almacenamiento de energía, la tensión del punto neutro del circuito de almacenamiento de energía es -250 voltios.

60 En este caso, se compensa la tensión a tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P. Por ejemplo, la unidad de control determina, de acuerdo con una diferencia de 150 voltios entre la tensión inicial de -250 voltios y la primera tensión de -400 voltios, el ciclo de trabajo de la señal PWM proporcionada por la unidad de control, y enciende/apaga, usando la señal PWM, los transistores de conmutación del circuito primario de la unidad inversora para reducir la amplitud de la primera tensión de corriente alterna proporcionada por la unidad inversora a través del circuito de filtro, de modo que la energía del lado de corriente alterna del inversor fluye al controlador de tensión para cargar el circuito de almacenamiento de energía de la unidad inversora. Cuando la tensión del punto neutro del

circuito de almacenamiento de energía aumenta de -250 voltios a -400 voltios (es decir, la tensión en los dos extremos del condensador en el circuito de almacenamiento de energía es -800 voltios), la unidad de control ajusta el ciclo de trabajo de la señal PWM, de modo que un valor de amplitud de la primera tensión de corriente alterna es el mismo que un valor de amplitud de la tensión del circuito de almacenamiento de energía. En este caso, la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor es -400 voltios, y se alcanza un equilibrio entre la tensión del lado de corriente alterna del inversor y la tensión proporcionada por el controlador de tensión.

Debe añadirse que aumentar la tensión del punto neutro del circuito de almacenamiento de energía en el controlador de tensión a -400 voltios equivale a aumentar de manera síncrona la tensión del punto neutro del sistema de suministro de energía, la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor y la tensión del punto neutro de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P a -400 voltios, de manera que la tensión entre el electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra aumenta a cero, reduciéndose así el consumo de energía del panel fotovoltaico de tipo P. Cabe señalar que, si el panel fotovoltaico es un panel fotovoltaico de tipo P, la primera tensión de corriente alterna proporcionada por el controlador de tensión ajusta la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor, de modo que una tensión entre un electrodo negativo del panel fotovoltaico de tipo P y tierra es mayor que o igual a cero voltios; o si el panel fotovoltaico es un panel fotovoltaico de tipo N, la primera tensión de corriente alterna proporcionada por el controlador de tensión ajusta la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor, de modo que una tensión entre un electrodo positivo del panel fotovoltaico de tipo N y tierra es menor que o igual a cero voltios.

En otro ejemplo, el circuito de almacenamiento de energía 406a de la unidad inversora 406 puede ser además un circuito mostrado en la FIG. 6, que incluye dos elementos de capacitancia C1 y C2. C1 y C2 están conectados en serie, y C2 está conectado a tierra por medio de una resistencia R o conectado a tierra por medio de un diodo.

El principio de reducir una tensión positiva entre el electrodo positivo del panel fotovoltaico de tipo N y tierra es el mismo que el de aumentar la tensión negativa entre la tensión negativa del panel fotovoltaico de tipo P y tierra, y los detalles no se describen de nuevo en el presente documento. Por ejemplo, cuando la cadena de paneles fotovoltaicos del sistema de suministro de energía en esta forma de realización de la presente invención es una cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N, la unidad inversora 406 puede tener la estructura mostrada en la FIG. 7. Un electrodo positivo del elemento de capacitancia del circuito de almacenamiento de energía 406a está conectado a tierra. Específicamente, el electrodo positivo del elemento de capacitancia está conectado directamente a tierra, o conectado a tierra por medio de una resistencia, o conectado a tierra por medio de un inductor, o conectado a tierra por medio de un diodo. Esto no está limitado en la presente invención.

Como se muestra en la FIG. 8, en el sistema de suministro de energía proporcionado en esta forma de realización de la presente invención, la unidad inversora 406 puede ser, alternativamente, un circuito inversor de tres niveles. Un punto medio entre C1 y C2 está conectado a tierra por medio de una resistencia R. Después de que los puntos neutros de C1 y C2 se conecten a tierra por medio de una resistencia R, si el panel fotovoltaico es un panel fotovoltaico de tipo P, y una tensión en dos extremos de C1 es menor que una tensión en dos extremos de C2 bajo el control de la unidad de control, una diferencia entre la tensión en los dos extremos de C1 y la tensión en los dos extremos de C2 es la tensión entre el electrodo negativo del panel fotovoltaico de tipo P y tierra; o si el panel fotovoltaico es un panel fotovoltaico de tipo N, y una tensión en dos extremos de C1 es mayor que una tensión en dos extremos de C2 bajo el control de la unidad de control, una diferencia entre la tensión en los dos extremos de C1 y la tensión en los dos extremos de C2 es la tensión entre el electrodo positivo del panel fotovoltaico de tipo N y tierra. Es decir, el circuito no solo puede suprimir el efecto PID del panel fotovoltaico de tipo P, sino que también puede suprimir el efecto PID del panel fotovoltaico de tipo N, y el circuito solo necesita ser controlado para funcionar en dos modos diferentes.

En otro ejemplo, el circuito de almacenamiento de energía 406a de la unidad inversora 406 puede incluir, alternativamente, múltiples elementos de capacitancia. Los múltiples elementos de capacitancia tienen la misma función que la de uno o dos elementos de capacitancia en esta forma de realización de la presente invención. Esto no está limitado en la presente invención.

Una forma de realización de la presente invención proporciona además otro sistema de suministro de energía. Como se muestra en la FIG. 9, el sistema incluye M inversores 20, M cadenas de paneles fotovoltaicos 10 y un controlador de tensión 40. Los M inversores están conectados en paralelo, un extremo de entrada de cada inversor está conectado a una cadena de paneles fotovoltaicos, y un extremo de salida de tensión de corriente alterna de cada inversor está conectado a un extremo de salida de tensión de corriente alterna del controlador de tensión.

En un escenario de este tipo en el que hay múltiples paneles fotovoltaicos y múltiples inversores, la segunda unidad de comunicaciones 407 del controlador de tensión se comunica con las primeras unidades de comunicaciones 205 en los múltiples inversores 20 para leer una tensión a tierra que es de la cadena de paneles fotovoltaicos 10 conectada al extremo de entrada de cada inversor 20 y que se obtiene mediante muestreo por la segunda unidad de muestreo 204. La unidad de control 405 controla, de acuerdo con las tensiones a tierra de las múltiples cadenas de paneles fotovoltaicos 10 y una tensión inicial (es decir, la tensión inicial del punto neutro de la unidad inversora que se obtiene a través de muestreo por la primera unidad de muestreo), la unidad inversora 406 para proporcionar una

primera tensión de corriente alterna. La primera tensión de corriente alterna se utiliza para controlar la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor, de modo que una tensión entre un electrodo negativo de cada panel fotovoltaico de tipo P y tierra es mayor que o igual a cero voltios, o una tensión entre un electrodo positivo de cada panel fotovoltaico de tipo N y tierra es menor que o igual a cero voltios.

5 Una forma de realización de la presente invención proporciona además un procedimiento de suministro de energía, aplicado al sistema de suministro de energía anterior, que incluye: Si una cadena de paneles fotovoltaicos es una cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P, una primera tensión de corriente alterna proporcionada por un controlador de tensión ajusta una tensión de un punto neutro de un extremo de salida de tensión de corriente alterna de un inversor, de modo que una tensión entre un electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra es mayor que o igual a cero voltios; o si la cadena de paneles fotovoltaicos es una cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N, la primera tensión de corriente alterna proporcionada por el controlador de tensión ajusta la tensión del punto neutro del extremo de salida de tensión de corriente alterna del inversor, de modo que la tensión entre el electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra es menor que o igual a cero voltios.

Específicamente, como se muestra en la FIG. 10, si la cadena de paneles fotovoltaicos es una cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P, el procedimiento de suministro de energía incluye las siguientes etapas:

20 S101: Obtener una tensión entre un electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra y una tensión inicial de un punto neutro de una unidad inversora.

25 La tensión entre el electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra se obtiene mediante muestreo por una unidad de muestreo del inversor, y la tensión inicial de la unidad inversora se obtiene mediante muestreo por una unidad de muestreo del controlador de tensión.

30 S102: Si la tensión entre el electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra es inferior a cero voltios, ajustar el encendido/apagado de los componentes de potencia de la unidad inversora de acuerdo con la tensión inicial y la tensión entre el electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra, para controlar la unidad inversora para proporcionar la primera tensión de corriente alterna.

35 Si una amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es mayor que una amplitud de pico de una segunda tensión de corriente alterna proporcionada por el inversor, la unidad de control controla el circuito de almacenamiento de energía para su descarga, para reducir la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor; o si la amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es menor que la amplitud de pico de la segunda tensión de corriente alterna, la unidad de control controla el circuito de almacenamiento de energía para su carga, para aumentar la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor. El lado de corriente alterna del inversor es un lado del inversor para proporcionar una tensión de corriente alterna.

40 Además, específicamente, como se muestra en la FIG. 11, si la cadena de paneles fotovoltaicos es una cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N, el procedimiento de suministro de energía incluye las siguientes etapas:

45 S201: Obtener una tensión entre un electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra y una tensión inicial de un punto neutro de una unidad inversora.

50 La tensión entre el electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra se obtiene mediante muestreo por una unidad de muestreo del inversor, y la tensión inicial se obtiene mediante muestreo por una unidad de muestreo del controlador de tensión.

55 S202: Si la tensión entre el electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra es superior a cero voltios, ajustar el encendido/apagado de componentes de potencia de la unidad inversora de acuerdo con la tensión inicial y la tensión entre el electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra, para controlar la unidad inversora para proporcionar una primera tensión de corriente alterna.

60 Una amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es mayor que una amplitud de pico de una segunda tensión de corriente alterna, para hacer que la unidad inversora se descargue, para reducir la tensión de un punto neutro del lado de corriente alterna del inversor, de modo que la tensión entre el electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra sea menor que o igual a cero voltios. Cuando el sistema de suministro de energía incluye múltiples inversores conectados en paralelo, un extremo de entrada de cada inversor se conecta a una cadena de paneles fotovoltaicos, y un extremo de salida de tensión de corriente alterna del controlador de tensión se conecta respectivamente de manera correspondiente a un extremo de salida de tensión de corriente alterna de cada inversor, y el procedimiento de suministro de energía del sistema de suministro de energía es el siguiente.

65

Si las cadenas de paneles fotovoltaicos son cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P, la primera tensión de corriente alterna proporcionada por la unidad inversora ajusta la tensión del punto neutro del extremo de salida de tensión de corriente alterna del inversor. Como se muestra en la FIG. 12, el procedimiento de suministro de energía incluye específicamente:

5 S301: Obtener tensiones entre electrodos negativos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra y una tensión inicial de un punto neutro de una unidad inversora.

10 Las tensiones entre los electrodos negativos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra se obtienen mediante muestreo por una unidad de muestreo del inversor, y la tensión inicial se obtiene mediante muestreo por una unidad de muestreo del controlador de tensión.

15 S302: Si el valor más pequeño de las tensiones entre los electrodos negativos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra es inferior a cero voltios, ajustar el encendido/apagado de componentes de potencia de la unidad inversora de acuerdo con la tensión inicial y el valor más pequeño de las tensiones entre los electrodos negativos de las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra, para controlar la unidad inversora para proporcionar la primera tensión de corriente alterna.

20 Una amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es menor que una amplitud de pico de una segunda tensión de corriente alterna, con el fin de cargar la unidad inversora, para reducir la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor, de modo que el valor más pequeño de las tensiones entre los electrodos negativos de las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra sea mayor que o igual a cero voltios.

25 Si las cadenas de paneles fotovoltaicos son cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N, la primera tensión de corriente alterna proporcionada por la unidad inversora ajusta la tensión del punto neutro del extremo de salida de tensión de corriente alterna del inversor. Como se muestra en la FIG. 13, el procedimiento de suministro de energía incluye específicamente:

30 S401: Obtener tensiones entre electrodos positivos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra y una tensión inicial de un punto neutro de una unidad inversora.

35 Las tensiones entre los electrodos positivos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra se obtienen mediante muestreo por una unidad de muestreo del inversor, y la tensión inicial se obtiene mediante muestreo por una unidad de muestreo del controlador de tensión.

40 S402: Si el valor más elevado de las tensiones entre los electrodos positivos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra es superior a cero voltios, ajustar el encendido/apagado de componentes de potencia de la unidad inversora de acuerdo con la tensión inicial y el valor más elevado de las tensiones entre los electrodos positivos de las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra, para controlar la unidad inversora para proporcionar la primera tensión de corriente alterna.

45 Una amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es mayor que una amplitud de pico de una segunda tensión de corriente alterna, para hacer que la unidad inversora se descargue, para reducir la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor, de modo que el valor más elevado de las tensiones entre los electrodos positivos de las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra sea menor que o igual a cero voltios.

50 Por ejemplo, suponiendo que hay tres cadenas de paneles fotovoltaicos, a saber, una cadena de paneles fotovoltaicos 1, una cadena de paneles fotovoltaicos 2 y una cadena de paneles fotovoltaicos 3, las tres cadenas de paneles fotovoltaicos son todas paneles fotovoltaicos de tipo P, una tensión entre un electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos 1 y tierra es -500 voltios, una tensión entre un electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos 2 y tierra es -400 voltios, y una tensión entre un electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos 3 y tierra es -300 voltios. La segunda unidad de muestreo 204 del inversor 20 muestra la tensión entre el electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos conectada a la segunda unidad de muestreo 204 y tierra. El controlador de tensión 40 se comunica con la primera unidad de comunicaciones 205 en el inversor 20 usando la segunda unidad de comunicaciones 407 para obtener las tensiones entre los electrodos negativos de las tres cadenas de paneles fotovoltaicos y la tierra. La unidad de control 405 controla, de acuerdo con el valor de tensión más pequeño de -500 voltios de las tensiones entre los electrodos negativos de los tres paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra y un valor muestreado de la tensión inicial por la primera unidad de muestreo 404, la unidad inversora 406 para proporcionar la primera tensión de corriente alterna, para aumentar la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor a -500 voltios y compensar de manera óptima las tensiones entre los electrodos negativos de los tres paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra, de modo que las tensiones entre los electrodos negativos de los tres paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra sean todas al menos iguales a cero voltios.

65 De acuerdo con el sistema de suministro de energía y el procedimiento de suministro de energía que se proporcionan en las formas de realización de la presente invención, el sistema de suministro de energía incluye: una cadena de paneles fotovoltaicos, un inversor y un transformador. Un extremo de entrada del inversor está conectado

a un extremo de salida de la cadena de paneles fotovoltaicos, un extremo de salida del inversor está conectado a un extremo de entrada del transformador y un extremo de salida del transformador está configurado para proporcionar una tensión de suministro. El sistema de suministro de energía incluye además un controlador de tensión. El controlador de tensión incluye: una primera unidad de muestreo, una unidad de control conectada a la primera
 5 unidad de muestreo y una unidad inversora conectada tanto a la primera unidad de muestreo como a la unidad de control. El controlador de tensión incluye además: un primer terminal, un segundo terminal y un tercer terminal. Un extremo del primer terminal está conectado a un primer extremo de salida de la unidad inversora, y el otro extremo del primer terminal está conectado a un primer extremo de salida del inversor. Un extremo del segundo terminal está
 10 conectado a un segundo extremo de salida de la unidad inversora, y el otro extremo del segundo terminal está conectado a un segundo extremo de salida del inversor. Un extremo del tercer terminal está conectado a un tercer extremo de salida de la unidad inversora, y el otro extremo del tercer terminal está conectado a un tercer extremo de salida del inversor. La unidad inversora incluye: un circuito de almacenamiento de energía, un circuito primario conectado al circuito de almacenamiento de energía y un circuito de filtro conectado al circuito primario. La primera
 15 unidad de muestreo está configurada para muestrear una tensión inicial de un punto neutro del circuito de almacenamiento de energía en la unidad inversora. La unidad de control está configurada para controlar, de acuerdo con una diferencia entre la tensión inicial y la primera tensión, el encendido/apagado de transistores de conmutación del circuito primario en la unidad inversora, de modo que el circuito de filtro de la unidad inversora proporciona una primera tensión de corriente alterna, donde la primera tensión es una tensión a tierra de la cadena de paneles
 20 fotovoltaicos conectada al extremo de entrada del inversor. La unidad inversora está configurada para proporcionar la primera tensión de corriente alterna bajo el control de la unidad de control. Si una amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es mayor que una amplitud de pico de una segunda tensión de corriente alterna proporcionada por el inversor, la unidad de control controla el circuito de almacenamiento de energía para su descarga, para reducir una tensión de un punto neutro de un lado de corriente alterna del inversor; o si la amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es menor que la amplitud de pico de la segunda tensión de
 25 corriente alterna, la unidad de control controla el circuito de almacenamiento de energía para su carga, para aumentar la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor. El lado de corriente alterna del inversor es un lado del inversor para proporcionar una tensión de corriente alterna. En la técnica anterior, un electrodo positivo o un electrodo negativo de cada panel fotovoltaico debe conectarse a una fuente de tensión de corriente continua usando un cable, lo que hace que sea relativamente difícil de manejar. Por medio de la solución proporcionada en la presente invención, no es necesario añadir ningún cable al electrodo positivo o al electrodo negativo del panel fotovoltaico, de modo que se puede reducir el coste de los cables entre dispositivos.
 30

Los expertos en la técnica pueden entender que todas o algunas de las etapas de las formas de realización de procedimiento pueden implementarse mediante un programa que da órdenes a un hardware relacionado. El programa puede estar almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando el programa se ejecuta se llevan a cabo las etapas de las formas de realización de procedimiento. El medio de almacenamiento anterior incluye cualquier medio que pueda almacenar código de programa, tal como una ROM, una RAM, un disco magnético o un disco óptico.
 35

Las descripciones anteriores son simplemente maneras de implementación específicas de la presente invención, pero no pretenden limitar el alcance de protección de la presente invención. Cualquier variación o sustitución concebida fácilmente por los expertos en la técnica dentro del alcance técnico dado a conocer en la presente invención estará dentro del alcance de protección de la presente invención. Por lo tanto, el alcance de protección de la presente invención estará sujeto al alcance de protección de las reivindicaciones.
 40

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de suministro de energía, que comprende: una cadena de paneles fotovoltaicos (10), un inversor (20) y un transformador (30), en el que un extremo de entrada del inversor (20) está conectado a un extremo de salida de la cadena de paneles fotovoltaicos (10), un extremo de salida del inversor (20) está conectado a un extremo de entrada del transformador (30) y un extremo de salida del transformador (30) está configurado para proporcionar una tensión de suministro, donde el sistema de suministro de energía comprende además un controlador de tensión (40), en el que
- el controlador de tensión (40) comprende: una primera unidad de muestreo (404), una unidad de control (405) conectada a la primera unidad de muestreo (404) y una unidad inversora (406) conectada tanto a la primera unidad de muestreo (404) como a la unidad de control (405); y el controlador de tensión (40) comprende además: un primer terminal (401), un segundo terminal (402) y un tercer terminal (403), en el que
- un extremo del primer terminal (401) está conectado a un primer extremo de salida de la unidad inversora (406), el otro extremo del primer terminal (401) está conectado a un primer extremo de salida del inversor (20), un extremo del segundo terminal (402) está conectado a un segundo extremo de salida de la unidad inversora (20), el otro extremo del segundo terminal (402) está conectado a un segundo extremo de salida del inversor (20), un extremo del tercer terminal (403) está conectado a un tercer extremo de salida de la unidad inversora (406), y el otro extremo del tercer terminal (403) está conectado a un tercer extremo de salida del inversor (20);
- la unidad inversora (406) comprende: un circuito de almacenamiento de energía (406a), un circuito primario (406b) conectado al circuito de almacenamiento de energía (406a) y un circuito de filtro (406c) conectado al circuito primario (406b);
- la primera unidad de muestreo (404) está configurada para muestrear una tensión inicial de un punto neutro del circuito de almacenamiento de energía (406a) de la unidad inversora (406); la unidad de control (405) está configurada para determinar, de acuerdo con una diferencia entre la tensión inicial y una primera tensión, un ciclo de trabajo de una señal de modulación por ancho de pulso, PWM, proporcionada por la unidad de control (405), y encender/apagar los transistores de conmutación del circuito primario (406b) de la unidad inversora (406) de acuerdo con la señal PWM con el fin de controlar la unidad inversora (406) para proporcionar una primera tensión de corriente alterna a través del circuito de filtro, donde la primera tensión es una tensión a tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos (10) conectada al extremo de entrada del inversor (20); y la unidad inversora (406) está configurada para proporcionar la primera tensión de corriente alterna bajo el control de la unidad de control (405); y
- si una amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es mayor que una amplitud de pico de una segunda tensión de corriente alterna proporcionada por el inversor (20), la unidad de control (405) controla el circuito de almacenamiento de energía (406a) para su descarga, para reducir una tensión de un punto neutro de un lado de corriente alterna del inversor (20); o si la amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es menor que la amplitud de pico de la segunda tensión de corriente alterna, la unidad de control (405) controla el circuito de almacenamiento de energía (406a) para su carga, para aumentar la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor (20), donde el lado de corriente alterna del inversor (20) es un lado del inversor (20) para proporcionar una tensión de corriente alterna.
2. El sistema de suministro de energía según la reivindicación 1, en el que el circuito de almacenamiento de energía (406a) comprende al menos un elemento de capacitancia, en el que el elemento de capacitancia está conectado directamente a tierra, o conectado a tierra por medio de un inductor, o conectado a tierra por medio de una resistencia, o conectado a tierra por medio de un diodo; el circuito primario (406b) es un circuito de puente trifásico y está configurado para convertir una primera tensión de corriente continua en la primera tensión de corriente alterna, donde la primera tensión de corriente continua es una tensión del circuito de almacenamiento de energía (406a); y el circuito de filtro (406c) está configurado para proporcionar la primera tensión de corriente alterna.
3. El sistema de suministro de energía según la reivindicación 2, en el que el circuito de almacenamiento de energía (406a) comprende dos elementos de capacitancia, en el que los dos elementos de capacitancia están conectados en serie, y un punto medio entre los dos elementos de capacitancia está conectado directamente a tierra, o conectado a tierra por medio de un inductor, o conectado a tierra por medio de una resistencia, o conectado a tierra por medio de un diodo.
4. El sistema de suministro de energía según la reivindicación 1, en el que
- el inversor (20) comprende: una segunda unidad de muestreo y una primera unidad de comunicaciones conectada a la segunda unidad de muestreo, y el controlador de tensión comprende además una segunda unidad de comunicaciones, en el que
- la segunda unidad de muestreo está configurada para muestrear la tensión a tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos conectada al extremo de entrada del inversor (20), la primera unidad de comunicaciones está configurada para comunicarse con la segunda unidad de comunicaciones en el controlador de tensión, y la

segunda unidad de comunicaciones está configurada para comunicarse con la primera unidad de comunicaciones en el inversor (20), para obtener la tensión a tierra de la cadena de paneles fotovoltaicos conectada al extremo de entrada del inversor (20).

5 5. El sistema de suministro de energía según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la unidad inversora (406) es un circuito inversor de dos niveles, o un circuito inversor de tres niveles o un circuito inversor de múltiples niveles.

10 6. El sistema de suministro de energía según la reivindicación 1, donde el sistema de suministro de energía comprende M inversores, M cadenas de paneles fotovoltaicos y un controlador de tensión, en el que los M inversores están conectados en paralelo, un extremo de entrada de cada inversor (20) está conectado a un extremo de salida de una cadena de paneles fotovoltaicos, un extremo de salida de cada inversor (20) está conectado al extremo de entrada del transformador, un primer extremo de salida de cada inversor (20) está conectado al primer terminal del controlador de tensión, un segundo extremo de salida de cada inversor (20) está conectado al segundo terminal del controlador de tensión y un tercer extremo de salida de cada inversor (20) está conectado al tercer terminal del controlador de tensión.

7. Un procedimiento de suministro de energía, que comprende:

20 obtener una primera tensión y una tensión inicial, en el que la primera tensión es una tensión a tierra de una cadena de paneles fotovoltaicos conectada a un extremo de entrada de un inversor (20), y la tensión inicial es una tensión inicial de un punto neutro de una unidad inversora (406) en un controlador de tensión; controlar, de acuerdo con la primera tensión y la tensión inicial, la unidad inversora (406) para proporcionar una primera tensión de corriente alterna; y
 25 si una amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es mayor que una amplitud de pico de una segunda tensión de corriente alterna proporcionada por el inversor (20), controlar la unidad inversora (406) para su descarga, para reducir una tensión de un punto neutro de un lado de corriente alterna del inversor (20); o si la amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es menor que la amplitud de pico de la segunda tensión de corriente alterna, controlar la unidad inversora (406) para su carga, para aumentar la
 30 tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor (20), donde el lado de corriente alterna del inversor (20) es un lado del inversor (20) para proporcionar una tensión de corriente alterna.

35 8. El procedimiento de suministro de energía según la reivindicación 7, en el que si la cadena de paneles fotovoltaicos es una cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P, el procedimiento de suministro de energía comprende específicamente:

40 obtener una tensión entre un electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra y la tensión inicial del punto neutro de la unidad inversora (406); y si la tensión entre el electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra es inferior a cero voltios, ajustar el encendido/apagado de componentes de potencia en la unidad inversora (406) de acuerdo con la tensión inicial y la tensión entre el electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra, para controlar la unidad inversora (406) para proporcionar la primera tensión de corriente alterna, donde la amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es inferior a la amplitud de pico
 45 de la segunda tensión de corriente alterna, con el fin de cargar la unidad inversora (406), para aumentar la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor (20), de modo que la tensión entre el electrodo negativo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra sea mayor que o igual a cero voltios.

50 9. El procedimiento de suministro de energía según la reivindicación 7, en el que si la cadena de paneles fotovoltaicos es una cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N, el procedimiento de suministro de energía comprende específicamente:

55 obtener una tensión entre un electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra y la tensión inicial del punto neutro de la unidad inversora (406); y si la tensión entre el electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra es superior a cero voltios, ajustar el encendido/apagado de componentes de potencia en la unidad inversora (406) de acuerdo con la tensión inicial y la tensión entre el electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra, para controlar la unidad inversora (406) para proporcionar la primera tensión de corriente alterna, donde la amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es superior a la amplitud de pico
 60 de la segunda tensión de corriente alterna, con el fin de descargar la unidad inversora (406), para reducir la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor (20), de modo que la tensión entre el electrodo positivo de la cadena de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra sea menor que o igual a cero voltios.

10. El procedimiento de suministro de energía según la reivindicación 7, en el que hay M inversores y M cadenas de paneles fotovoltaicos, los M inversores están conectados en paralelo, un extremo de entrada de cada inversor (20) está conectado a una cadena de paneles fotovoltaicos (10), y si las cadenas de paneles fotovoltaicos son cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P, el procedimiento de suministro de energía comprende específicamente:

5 obtener tensiones entre electrodos negativos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra y la tensión inicial del punto neutro de la unidad inversora (406); y
 si el valor más pequeño de las tensiones entre los electrodos negativos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra es inferior a cero voltios, ajustar el encendido/apagado de componentes de potencia en la unidad inversora (406) de acuerdo con la tensión inicial y el valor más pequeño de las tensiones entre los electrodos negativos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra, para controlar la unidad inversora (406) para proporcionar la primera tensión de corriente alterna, donde la amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es inferior a la amplitud de pico de la segunda tensión de corriente alterna, con el fin de cargar la unidad inversora (406), para aumentar la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor (20), de modo que el valor más pequeño de las tensiones entre los electrodos negativos de las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo P y tierra sea mayor que o igual a cero voltios.

11. El procedimiento de suministro de energía según la reivindicación 7, en el que hay M inversores y M cadenas de paneles fotovoltaicos, los M inversores están conectados en paralelo, un extremo de entrada de cada inversor (20) está conectado a una cadena de paneles fotovoltaicos, y si las cadenas de paneles fotovoltaicos son cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N, el procedimiento de suministro de energía comprende específicamente:

25 obtener tensiones entre electrodos positivos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra y la tensión inicial del punto neutro de la unidad inversora (406); y
 si el valor más elevado de las tensiones entre los electrodos positivos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra es superior a cero voltios, ajustar el encendido/apagado de componentes de potencia en la unidad inversora (406) de acuerdo con la tensión inicial y el valor más elevado de las tensiones entre los electrodos positivos de todas las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra, para controlar la unidad inversora (406) para proporcionar la primera tensión de corriente alterna, donde la amplitud de pico de la primera tensión de corriente alterna es superior a la amplitud de pico de la segunda tensión de corriente alterna, con el fin de descargar la unidad inversora (406), para reducir la tensión del punto neutro del lado de corriente alterna del inversor (20), de modo que el valor más elevado de las tensiones entre los electrodos positivos de las cadenas de paneles fotovoltaicos de tipo N y tierra sea menor que o igual a cero voltios.

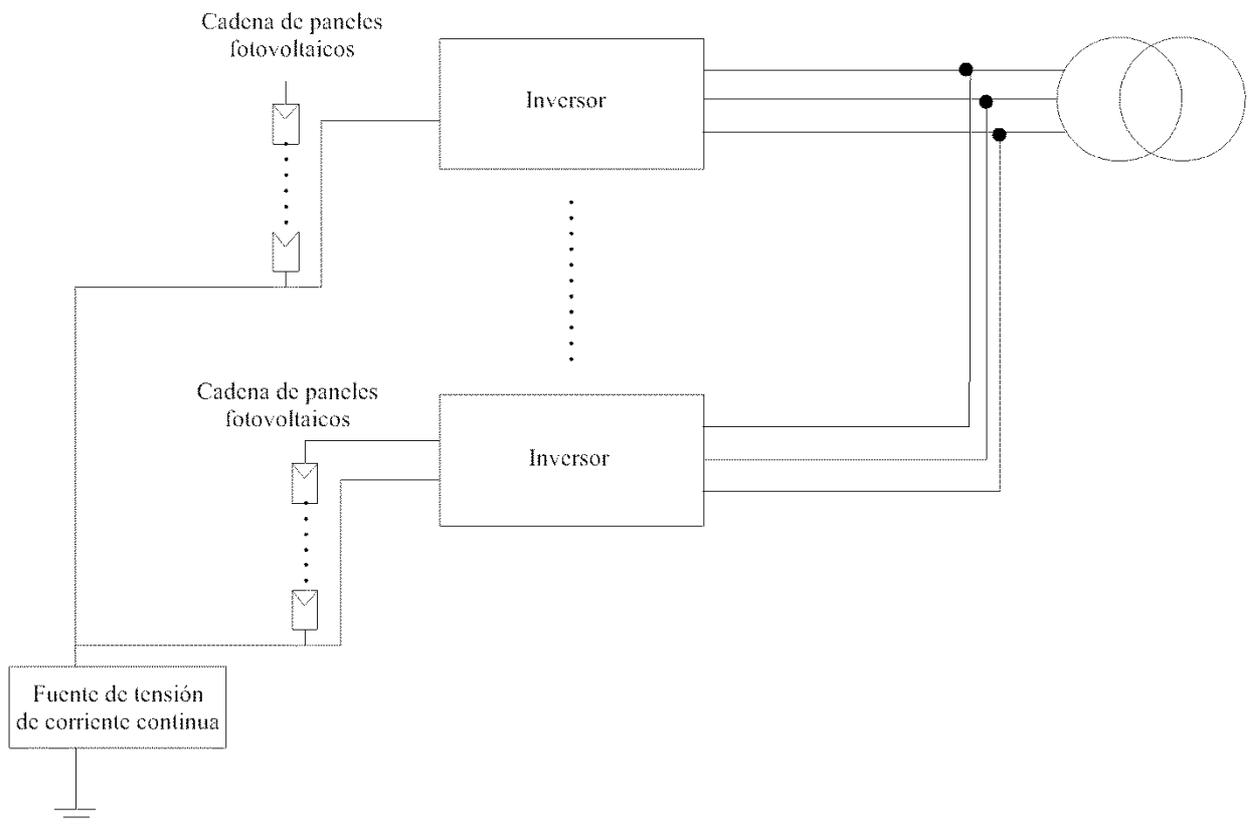


FIG. 1

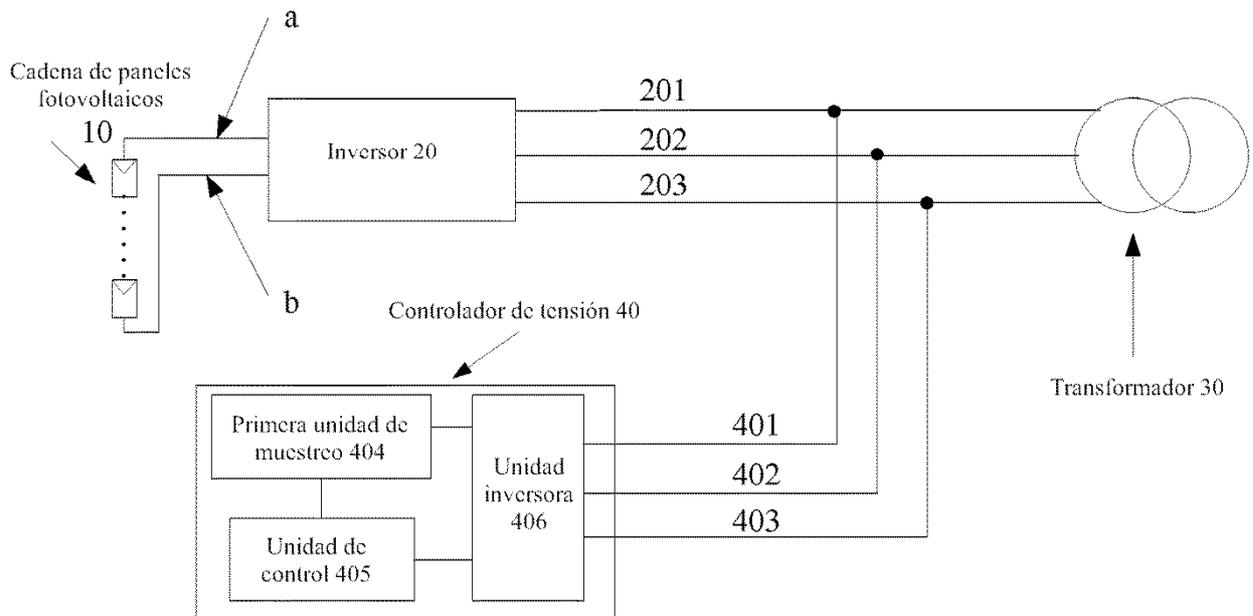


FIG. 2

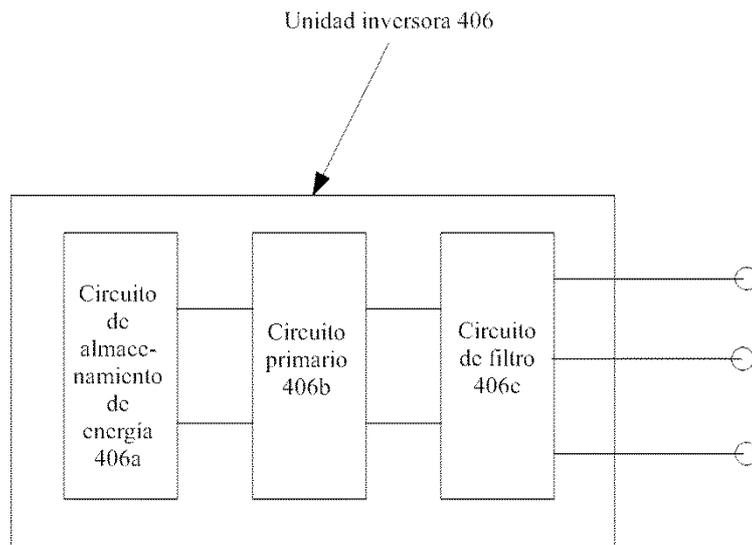


FIG. 3

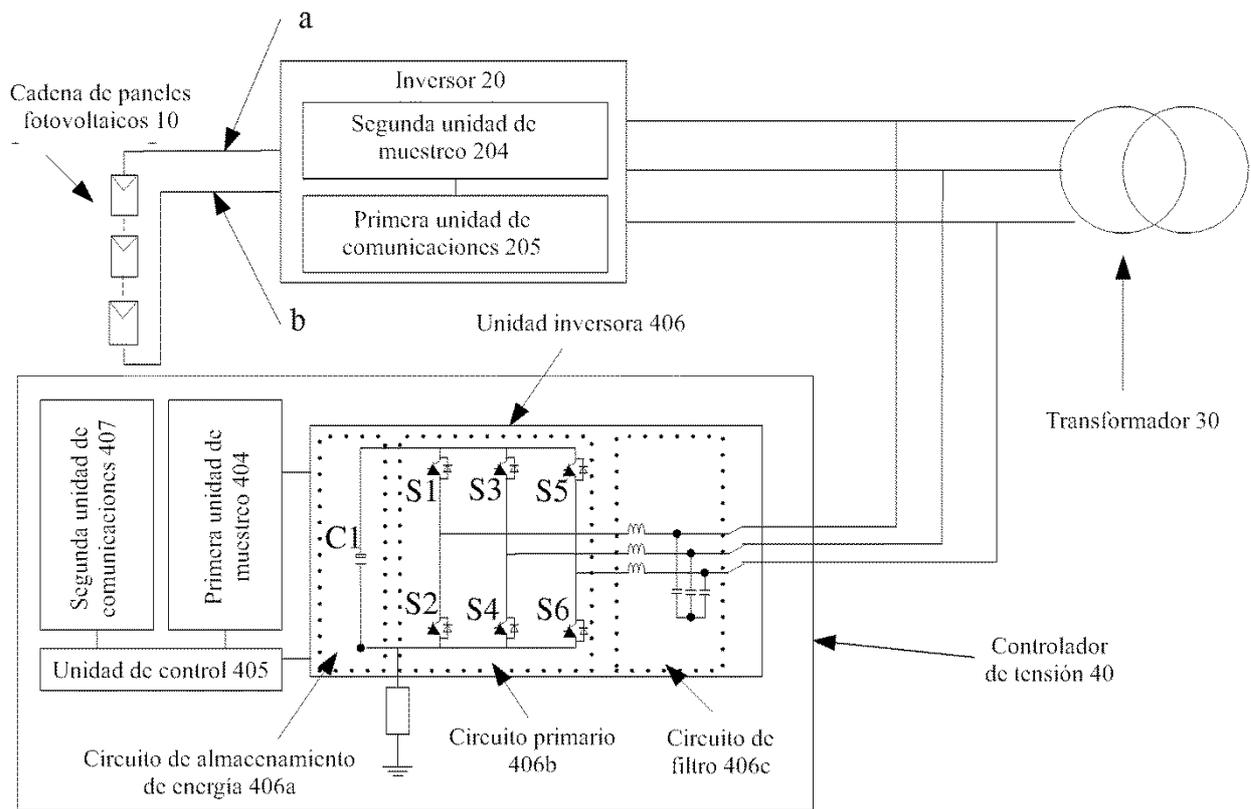


FIG. 4

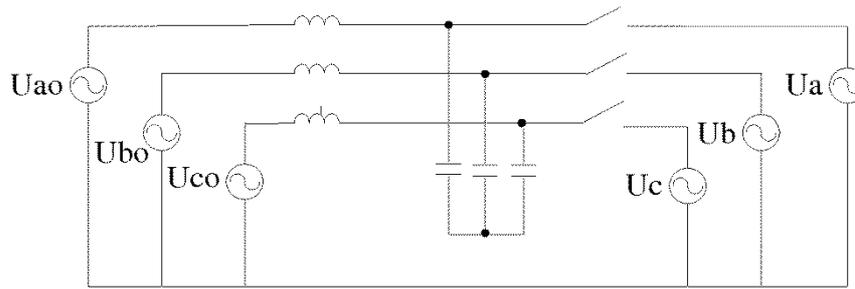


FIG. 5

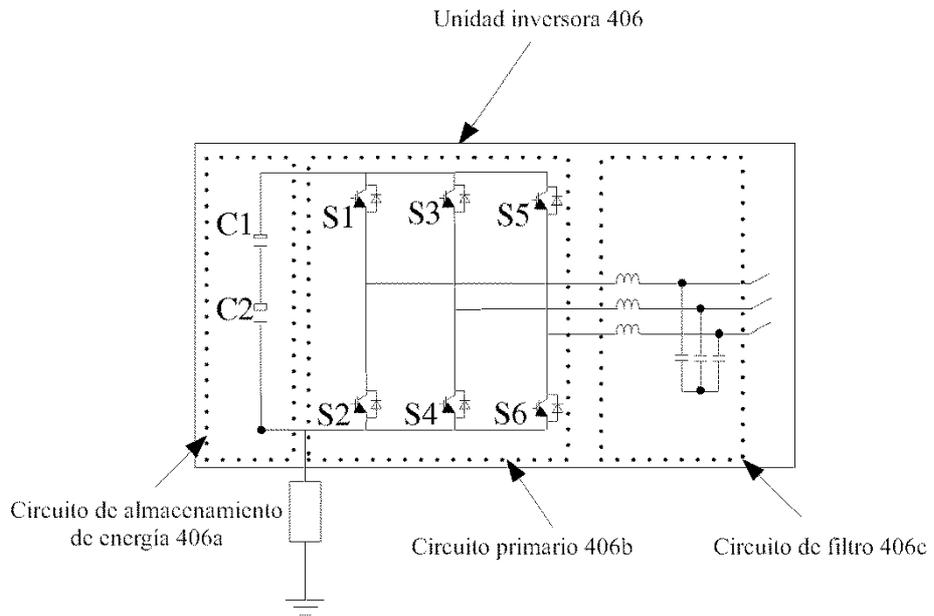


FIG. 6

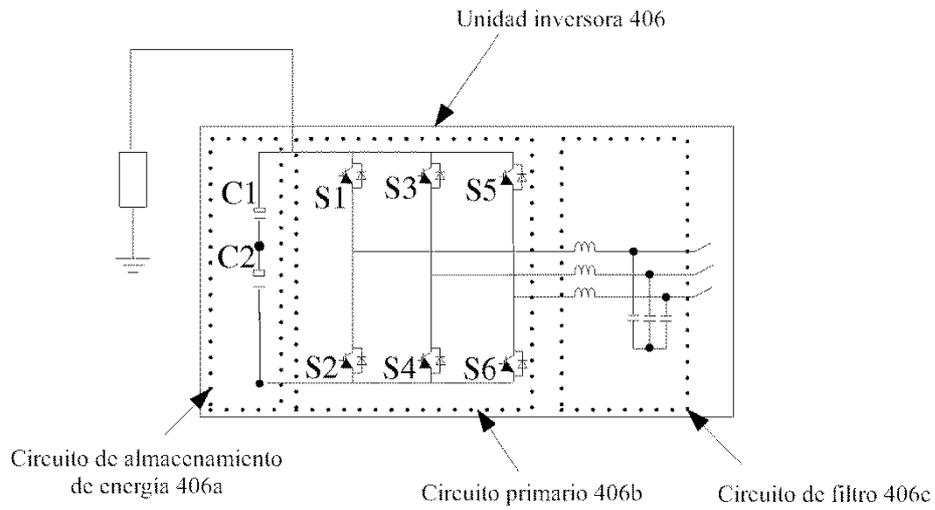


FIG. 7

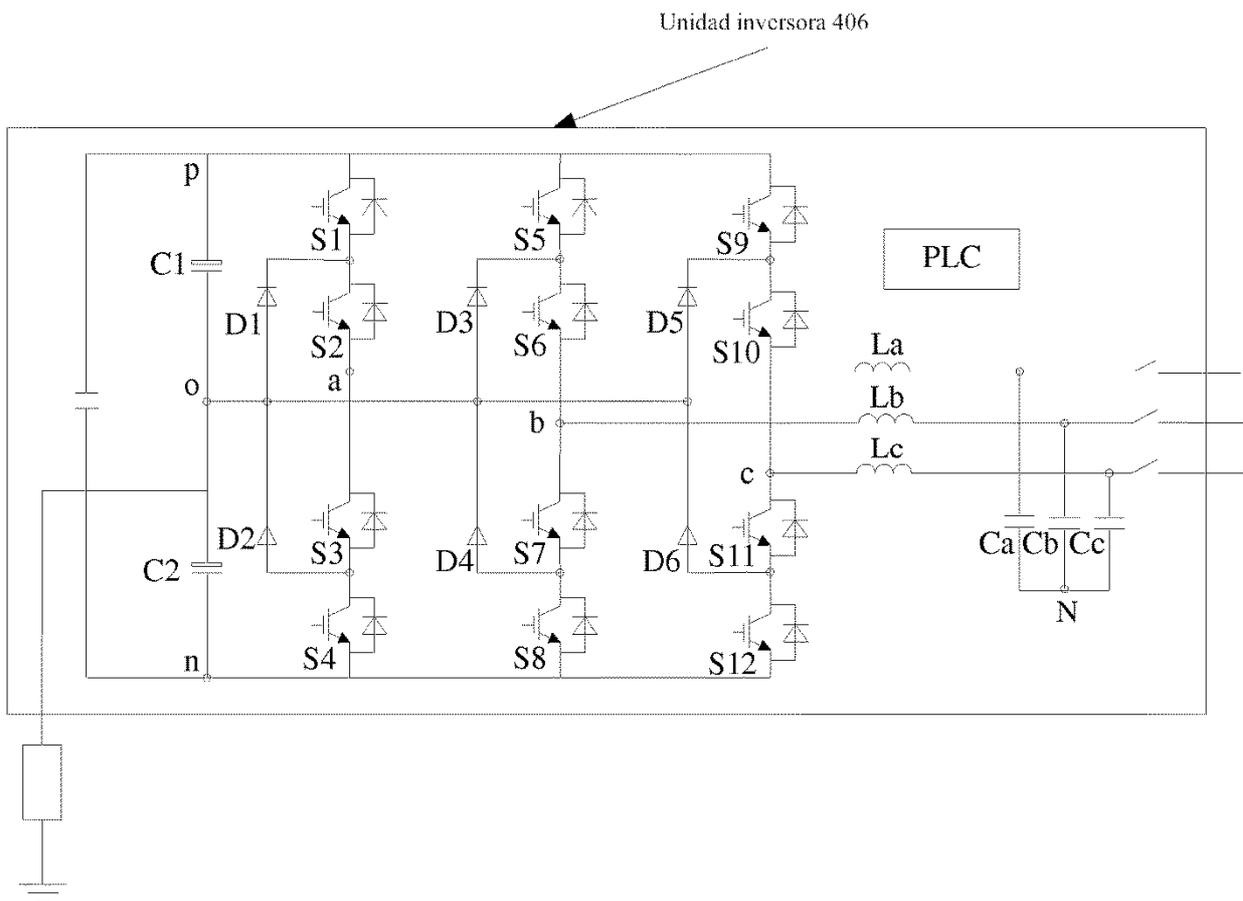


FIG. 8

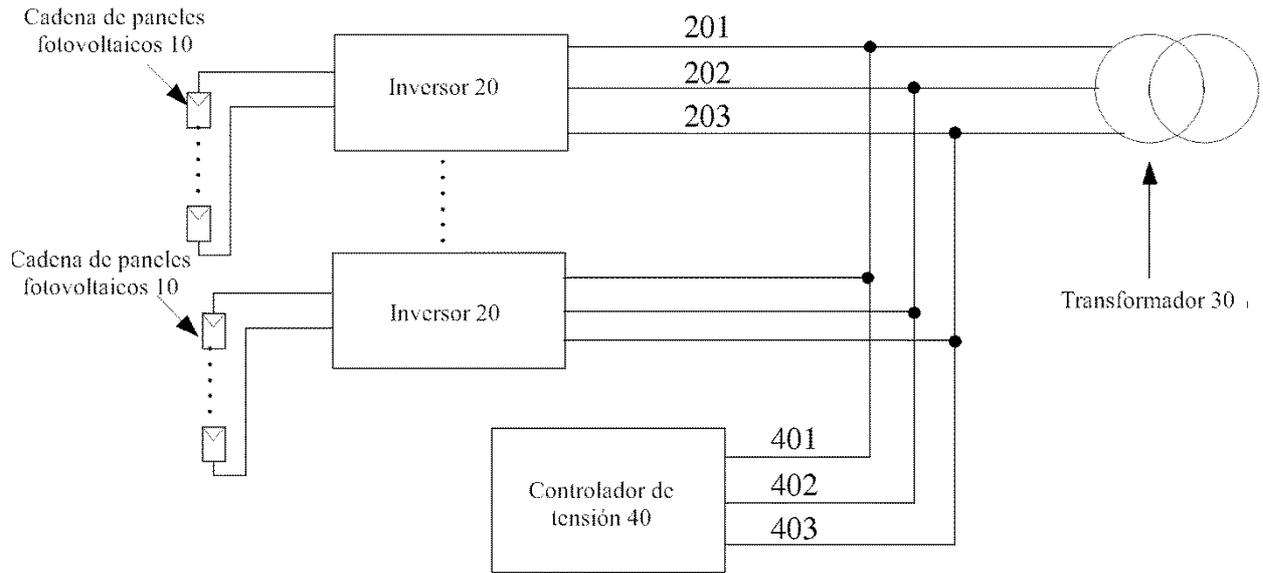


FIG. 9

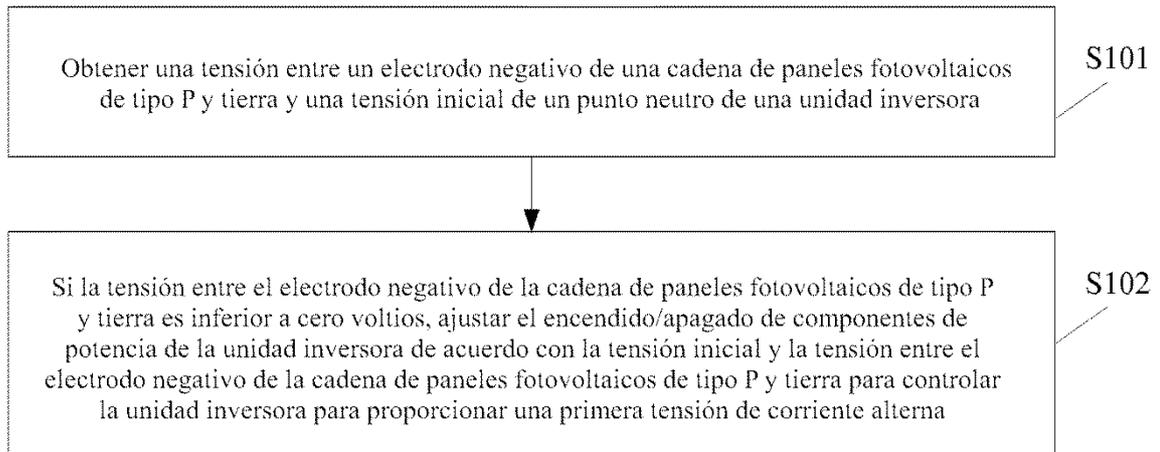


FIG. 10

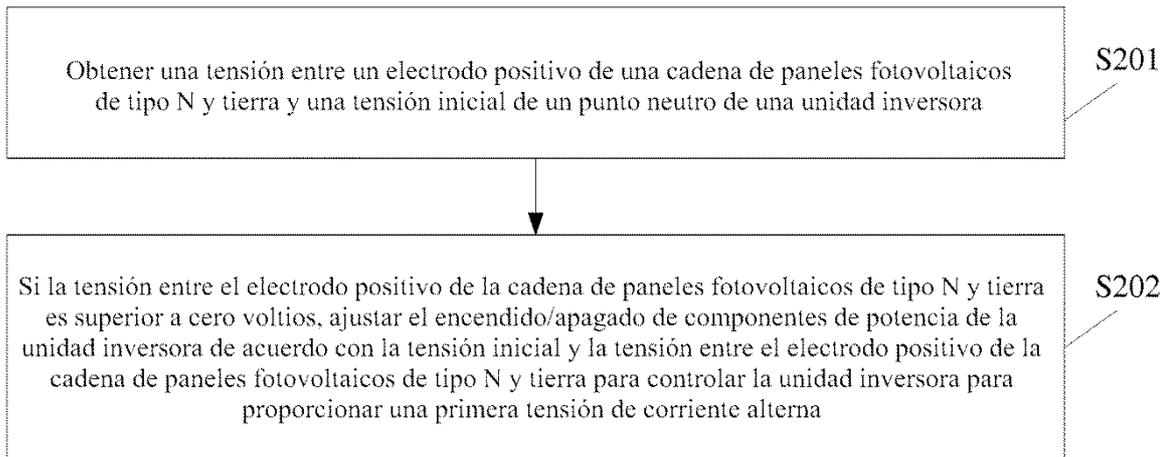


FIG. 11

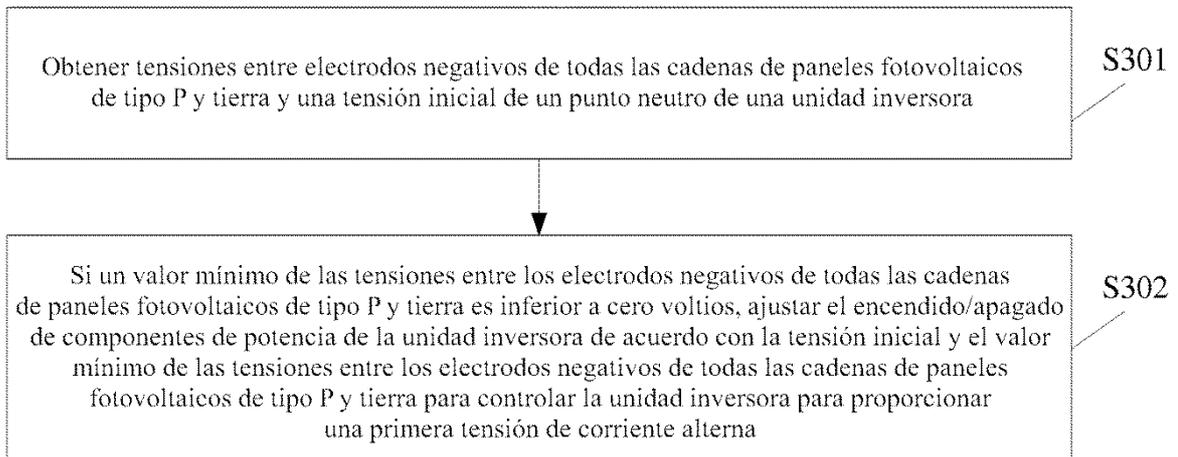


FIG. 12

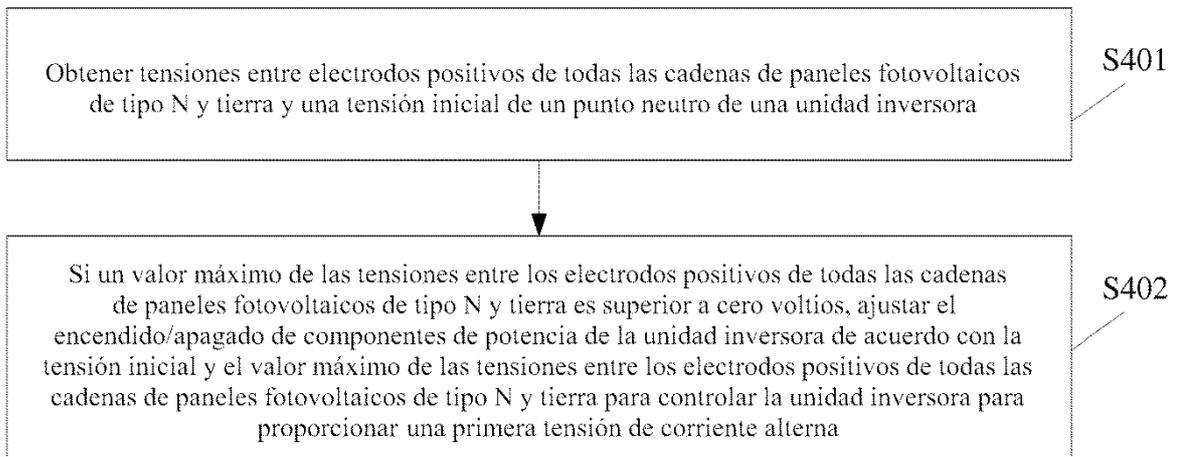


FIG. 13