

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 756 707**

(51) Int. Cl.:
H02S 40/30
(2014.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2017 E 17171334 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 3291442**

(54) Título: **Inversor fotovoltaico**

(30) Prioridad:

29.08.2016 KR 20160109839

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

27.04.2020

(73) Titular/es:

**LSIS CO., LTD. (100.0%)
LS Tower, 127, LS-ro, Dongan-gu, Anyang-si
Gyeonggi-do 14119, KR**

(72) Inventor/es:

KIM, YOUNG-MIN

(74) Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 756 707 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

Inversor fotovoltaico

5 Antecedentes

1. Campo técnico

10 La presente descripción se refiere a un inversor fotovoltaico, y más específicamente a un inversor fotovoltaico que evita la degradación de la eficiencia de la generación fotovoltaica aplicando un voltaje inverso de un voltaje de CC almacenado en un capacitor de circuito intermedio de CC a un arreglo de celdas solares.

15 2. Descripción de la técnica relacionada

15 El uso de combustibles fósiles como principales fuentes de energía se está volviendo cada vez más restringido debido a los efectos adversos como el cambio climático. Recientemente, la energía renovable está atrayendo la atención a medida que se agotan el carbón y el petróleo. En consecuencia, un sistema de generación de energía renovable se está volviendo importante, ya que es capaz de producir potencia eléctrica ecológica y suministrar la potencia eléctrica producida de manera estable y eficiente.

20 Entre estos, prevalece un sistema fotovoltaico ya que tiene la ventaja de que tiene menos limitaciones en la instalación y el tamaño se puede determinar libremente, lo que cumple con los requisitos en la situación actual donde las fuentes de energía tienden a ser diversificadas y descentralizadas. El sistema fotovoltaico incluye esencialmente un arreglo de celdas solares y un inversor solar fotovoltaico. El inversor fotovoltaico sirve para convertir la potencia de CC generada en el arreglo de celdas solares en potencia de CA. Los documentos US2012/280567 A1 y WO 2009/042795 A2 describen dispositivos inversores fotovoltaicos de la técnica anterior.

30 Por lo general, un arreglo de celdas solares se instala en un bastidor de metal conectado al potencial de tierra. El terminal de salida del arreglo de celdas solares no está conectado al potencial de tierra por razones de estabilidad. En consecuencia, se crea una diferencia de potencial entre el bastidor de metal y el arreglo de celdas solares. Si dura tal diferencia de potencial, se produce la polarización, es decir, algunos electrones generados en el arreglo de celdas solares fluyen a través del bastidor de metal. Tal polarización degrada la eficiencia de la generación de energía, que se conoce como degradación inducida por potencial (PID).

35 Como método conocido para mejorar dicho PID, se ha propuesto aplicar un voltaje inverso al arreglo de celdas solares. A continuación, se describirá en detalle un sistema fotovoltaico existente para mejorar el PID con referencia a la Figura 1.

40 La Figura 1 es un diagrama que ilustra un esquema para aplicar un voltaje inverso a un arreglo de celdas solares usando una caja de compensación adicional en un sistema fotovoltaico existente. Con referencia a la Figura 1, el sistema fotovoltaico existente incluye un arreglo de celdas solares 13, un inversor fotovoltaico 10 y un sistema de alimentación 14.

45 El inversor fotovoltaico 10 incluye un capacitor de circuito intermedio de CC 11 y una etapa de conversión de potencia 12. El capacitor de circuito intermedio de CC 11 almacena una salida de voltaje de CC del conjunto fotovoltaico 13. Además, la etapa de conversión de potencia 12 convierte el voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 11 en una alimentación de CA y suministra la alimentación de CA al sistema de alimentación 14.

50 Según el esquema existente para reducir el PID, después de que se detiene la generación fotovoltaica, la caja de compensación separada 20 se usa para aplicar un voltaje inverso que es opuesto en polaridad al voltaje aplicado al arreglo de celdas solares 13 durante la generación fotovoltaica.

55 Más específicamente, cuando se detiene la generación fotovoltaica, se corta la conexión entre la etapa de conversión de potencia 12 y el sistema de potencia 14 y la conexión entre el arreglo de celdas solares 13 y el capacitor de circuito intermedio de CC 11, y el alto voltaje almacenado en la CC el capacitor de enlace 11 se descarga a través de un circuito de descarga rápida.

60 Los terminales de salida del arreglo de celdas solares 13 están conectados a los terminales de la caja de compensación 20 que tienen las polaridades opuestas, respectivamente. La caja de compensación 20 aplica un voltaje inverso al arreglo de celdas solares 13 para reducir la polarización.

65 Sin embargo, de acuerdo con el esquema existente, existe el problema de que requiere la caja de compensación adicional instalada por separado además del inversor fotovoltaico para reducir el PID, incurriendo en costos innecesarios.

Además, de acuerdo con el esquema existente, una energía suministrada desde una fuente externa fuera del sistema

fotovoltaico se utiliza para reducir el PID, de modo que la energía residual almacenada en el capacitor de circuito intermedio de CC no se puede utilizar de manera eficiente.

Resumen

- 5 Es un objeto de la presente descripción proporcionar un inversor fotovoltaico capaz de evitar la degradación en la eficiencia de la generación fotovoltaica aplicando un voltaje inverso de un voltaje de CC almacenado en un capacitor de circuito intermedio de CC a un arreglo de celdas solares.
- 10 Es otro objeto de la presente descripción proporcionar un inversor fotovoltaico capaz de mejorar la eficiencia de la generación fotovoltaica determinando si se aplica el voltaje de CC almacenado en un capacitor de circuito intermedio de CC o el voltaje inverso del mismo en función de la magnitud, el tiempo de accionamiento, el intensidad de polarización de la tensión de salida de un arreglo de celdas solares, por ejemplo.
- 15 Es otro objeto de la presente descripción proporcionar un inversor fotovoltaico capaz de ahorrar costos para establecer el sistema fotovoltaico mediante el control de interruptores que conectan un arreglo de celdas solares a un capacitor de circuito intermedio de CC para aplicar un voltaje inverso al arreglo de celdas solares sin un módulo separado para aplicando el voltaje inverso.
- 20 Es otro objeto de la presente descripción proporcionar un inversor fotovoltaico capaz de utilizar eficientemente la energía residual de la generación fotovoltaica mediante el uso de salida de voltaje de circuito abierto desde el arreglo de celdas solares para reducir la polarización del arreglo de celdas solares, en lugar de descargar el voltaje de circuito abierto.
- 25 Los objetos de la presente descripción no se limitan a los objetos descritos anteriormente y otros objetos y las ventajas pueden ser apreciadas por los expertos en la materia a partir de las siguientes descripciones. Además, se apreciará fácilmente que los objetos y ventajas de la presente descripción se pueden practicar por los medios mencionados en las reivindicaciones adjuntas y una combinación de las mismas.
- 30 Un inversor fotovoltaico de acuerdo con la invención se define en la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes definen aspectos opcionales de implementación de la invención, también referidos como modalidades.

Breve descripción de los dibujos

- 35 La Figura 1 es un diagrama que ilustra un esquema para aplicar un voltaje inverso a un arreglo de celdas solares usando una caja de compensación adicional en un sistema fotovoltaico existente; la Figura 2 es un diagrama que ilustra un inversor fotovoltaico de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción; la Figura 3 es un diagrama que ilustra el inversor fotovoltaico de acuerdo con la modalidad ilustrativa de la presente descripción conectada a un arreglo de celdas solares y un sistema de potencia; la Figura 4 es un diagrama que ilustra la unidad de commutación conectada entre el arreglo de celdas solares y el capacitor de circuito intermedio de CC de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción; la Figura 5 es un diagrama que ilustra un inversor fotovoltaico conectado a un arreglo de celdas solares de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción; La Figura 6 es un diagrama que ilustra un circuito configurado para aplicar un voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC a la etapa de conversión de potencia; la Figura 7 es un diagrama que ilustra un circuito configurado para almacenar una salida de voltaje de circuito abierto desde el arreglo de celdas solares por el capacitor de circuito intermedio de CC; y la Figura 8 es un diagrama que ilustra un circuito configurado para aplicar un voltaje inverso del voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC al arreglo de celdas solares.

Descripción detallada

- 55 Los objetivos, características y ventajas anteriores se harán evidentes a partir de la descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos. Las modalidades se describen con suficiente detalle para permitir a los expertos en la materia llevar a la práctica fácilmente la idea técnica de la presente descripción. Se pueden omitir descripciones detalladas de funciones o configuraciones bien conocidas para no oscurecer innecesariamente la esencia de la presente descripción. En lo sucesivo, las modalidades de la presente descripción se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. A lo largo de los dibujos, los números de referencia similares se refieren a elementos similares.

- 65 La Figura 2 es un diagrama que ilustra un inversor fotovoltaico 100 de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción. Con referencia a la Figura 2, el inversor fotovoltaico 100 de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción incluye un capacitor de circuito intermedio de CC 110, una etapa de conversión de potencia 120, un controlador 130 y una unidad de commutación 140. El interruptor fotovoltaico 100 mostrado en la Figura 2 es simplemente una modalidad ilustrativa de la presente descripción, y los elementos no están limitados a los

mostrados en la Figura 2. Algunos elementos se pueden agregar, modificar o eliminar de acuerdo con se deseé.

La Figura 3 es un diagrama que ilustra el inversor fotovoltaico 100 de acuerdo con la modalidad ilustrativa de la presente descripción conectada a un arreglo de celdas solares 310 y un sistema de potencia 320. En lo sucesivo, el inversor fotovoltaico 100 y sus elementos, es decir, el capacitor de circuito intermedio de CC 110, la etapa de conversión de potencia 120, el controlador 130 y la unidad de conmutación 140 se describirán en detalle con referencia a las Figuras 2 y 3.

Con referencia a la Figura 3, el capacitor de circuito intermedio de CC 110 de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción almacena una salida de voltaje de CC del arreglo de celdas solares 310. Más específicamente, el capacitor de circuito intermedio de CC 110 almacena la salida de voltaje de CC del arreglo de celdas solares 310 y se transmite a través de la unidad de conmutación 140. La unidad de conmutación 140 puede formar una trayectoria de transmisión a través de la cual se transmite la salida de voltaje de CC del arreglo de celdas solares 310, que se describirá más adelante.

El arreglo de celdas solares 310 incluye uno o más paneles de celdas solares conectados en serie o en paralelo que producen potencia eléctrica utilizando energía solar. El arreglo de celdas solares 310 convierte la energía luminosa de la luz solar incidente en voltaje de CC y la emite.

El capacitor de circuito intermedio de CC 110 almacena la salida de voltaje de CC del arreglo de celdas solares 310 que tiene un nivel de voltaje igual o mayor que un nivel predeterminado para suministrar el voltaje a la etapa de conversión de potencia 120, que se describirá más adelante. Para este fin, se puede disponer un conversor CC/CC que es un circuito elevador, un regulador de conmutación o similar entre el capacitor del circuito intermedio de CC 110 y el arreglo de celdas solares 310. El capacitor de circuito intermedio de CC 110 puede almacenar un voltaje de CC de un nivel predeterminado o más alisando el voltaje de salida del conversor de CC/CC, el regulador de conmutación y similares.

Con referencia de nuevo a la Figura 3, la etapa de conversión de potencia 120 genera potencia de CA usando el voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 y transmite la potencia de CA generada al sistema de potencia 320. Más específicamente, la etapa de conversión de potencia 120 convierte el voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 en una corriente alterna por control de PWM (modulación de ancho de pulso).

La etapa de conversión de potencia 120 puede incluir además un conversor CC/CC para aumentar un voltaje de CC almacenado en el capacitor del circuito intermedio de CC 110 y similares. La etapa de conversión de potencia 120 puede convertir el voltaje de CC intensificado por el control de PWM (modulación de ancho de pulso) en corriente alterna.

El sistema de potencia 320 puede incluir un sistema en el que se lleva a cabo la generación y el uso de potencia eléctrica. Por ejemplo, el sistema de potencia 320 puede incluir cualquier sistema que consuma energía de un hogar típico a una gran instalación industrial.

El controlador 130 de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción determina si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 satisface una condición de accionamiento predeterminada. El controlador 130 aplica el voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 a la etapa de conversión de potencia 120 en base al resultado de la determinación. Además, el controlador 130 aplica el voltaje inverso del voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 al arreglo de celdas solares 310 en función del resultado de la determinación.

El valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 incluye al menos una de la magnitud de la salida de voltaje de CC del arreglo de celdas solares 310, el tiempo de accionamiento del arreglo de celdas solares 310, el período de tiempo de accionamiento del arreglo de celdas solares 310, y la intensidad de polarización del arreglo de celdas solares 310.

Tal como se usa en el presente documento, el tiempo de accionamiento se refiere al tiempo en el que el arreglo de celdas solares 310 se conduce realmente, y el período de tiempo de accionamiento se refiere a un tiempo continuo que transcurrió desde que el arreglo de celdas solares 310 comenzó a funcionar hasta el momento presente.

Por ejemplo, cuando la hora actual es a las 2:30 p.m., para el arreglo de celdas solares 310 accionado desde las 10:00 a.m., el tiempo de accionamiento es a las 2:30 p.m., y el período de tiempo de accionamiento es de 4 horas y 30 minutos. La intensidad de polarización [C/m²]es un valor numérico que representa la cantidad de carga eléctrica polarizada por unidad de área o la densidad de los momentos dipolares eléctricos inducidos por unidad de área.

La condición de accionamiento es accionar el arreglo de celdas solares 310, y puede establecerse de acuerdo con el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310. Más específicamente, si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 es la magnitud de la salida de voltaje de CC del arreglo de celdas solares 310, la

condición de accionamiento puede estar un intervalo de voltajes para controlar el arreglo de celdas solares 310.

Por ejemplo, la magnitud de la salida de voltaje de CC del arreglo de celdas solares 310 puede ser de 600 V, y la condición de accionamiento, es decir, el intervalo del voltaje de activación puede ser de 400 V o más. En este ejemplo, 5 la magnitud del voltaje de CC es mayor que 400 V y, por lo tanto, el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 puede satisfacer la condición de accionamiento.

Si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 es el tiempo de accionamiento del arreglo de celdas solares 310, la condición de accionamiento puede cumplirse cuando el tiempo de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 se encuentra dentro de un tiempo de inicio de accionamiento predeterminado y un tiempo de finalización 10 de accionamiento predeterminado.

Por ejemplo, el tiempo de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 es 5:30 p.m., y el tiempo de inicio de accionamiento y el tiempo de finalización de accionamiento del arreglo de celdas solares 310, que son las condiciones 15 de accionamiento, pueden ser 10:00 am y 6: 00 pm, respectivamente. En este ejemplo, dado que la hora 5:00 pm es entre 10:00 am y 6:00 pm, el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 puede satisfacer la condición de accionamiento del arreglo de celdas solares 310.

Cuando el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 es el período de tiempo de accionamiento del 20 arreglo de celdas solares 310, la condición de accionamiento puede satisfacerse cuando el período de tiempo de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 se encuentra dentro de un período de tiempo de accionamiento máximo predeterminado.

Por ejemplo, el período de tiempo de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 es de 12 horas, y el tiempo 25 máximo de accionamiento del arreglo de celdas solares 310, que es la condición de accionamiento, puede ser de 10 horas. En este ejemplo, el período de tiempo de accionamiento es superior a 10 horas, el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 puede no satisfacer la condición de accionamiento.

Si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 es la intensidad de polarización del arreglo de celdas 30 solares 310, la condición de accionamiento predeterminada puede cumplirse si la intensidad de polarización del arreglo de celdas solares 310 se encuentra dentro del intervalo de la intensidad de polarización para accionar el arreglo de celdas solares 310.

Por ejemplo, el intervalo de la intensidad de polarización para accionar el arreglo de celdas solares 310 puede establecerse en menos de una intensidad de polarización particular. El intervalo de la intensidad de polarización puede variar de acuerdo con el rendimiento de la celda solar y la configuración del usuario. 35

Además, de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción, el inversor fotovoltaico puede incluir además un sensor de voltaje, un temporizador, un dispositivo para medir la intensidad de polarización, etc., para medir 40 el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 descrito anteriormente.

Como se describió anteriormente, si el voltaje de activación del arreglo de celdas solares 310 satisface condiciones de accionamiento predeterminadas, el controlador 130 puede aplicar el voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 a la etapa de conversión de potencia 120. Por otro lado, si el valor de accionamiento del 45 arreglo de celdas solares 310 no satisface las condiciones de accionamiento predeterminadas, el controlador 130 puede aplicar un voltaje inverso del voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 al arreglo de celdas solares 310.

Como se usa en este documento, el voltaje inverso se refiere a un voltaje que tiene la misma magnitud y la polaridad opuesta al voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110. Por ejemplo, si el voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 es +500 V, el voltaje inverso es -500 V. 50

De esta manera, cuando el voltaje inverso del voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 se aplica al arreglo de celdas solares 310, la polarización de la celda solar, que se incrementa durante la generación de energía solar, puede reducirse. Como resultado, es posible evitar la degradación en la eficiencia de la generación fotovoltaica. 55

De acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción, se determina si se aplica el voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 o el voltaje inverso del mismo en función de diversos valores de accionamiento del arreglo de celdas solares 310, y por lo tanto la polarización de la celda solar descrita anteriormente se puede reducir, y la eficiencia de la generación fotovoltaica también se puede mejorar. 60

Con referencia a la Figura 3, el controlador 130 controla la unidad de commutación 140 para que el voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 se aplique a la etapa de conversión de potencia 120 o el voltaje inverso del voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 se aplique al arreglo de celdas solares 310. En lo sucesivo, la unidad de commutación 140 controlada por el controlador 130 se describirá en 65

detalle con referencia a las Figuras 4 a 7.

La Figura 4 es un diagrama que ilustra la unidad de conmutación conectada entre el arreglo de celdas solares y el capacitor de circuito intermedio de CC de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción. Con

5 referencia a la Figura 4, la unidad de conmutación 140 de acuerdo con la modalidad ilustrativa de la presente descripción conecta el terminal positivo y el terminal negativo del arreglo de celdas solares 310 al terminal positivo y al terminal negativo o al terminal negativo y al terminal positivo del circuito intermedio de CC capacitor 110, formando así una trayectoria de transmisión.

10 Más específicamente, la unidad de conmutación 140 incluye un primer interruptor conectado entre el terminal positivo (+) del arreglo de celdas solares 310 y el terminal positivo (+) del capacitor de circuito intermedio de CC 110, un segundo interruptor conectado entre el terminal negativo (-) del arreglo de celdas solares 310 y el terminal negativo (-) del capacitor de circuito intermedio de CC 110, un tercer interruptor conectado entre el terminal positivo (+) del arreglo de celdas solares 310 y el terminal negativo (-) del capacitor de circuito intermedio de CC 110, y un cuarto interruptor conectado entre el terminal negativo (-) del arreglo de celdas solares 310 y el terminal positivo (+) del capacitor de circuito intermedio de CC 110.

15 Los primer a cuarto interruptores pueden activarse o desactivarse mediante una señal de control del controlador 130. Se pueden implementar utilizando elementos de conmutación como un tiristor desactivado por compuerta (GTO), un transistor de unión bipolar (BJT), un transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor (MOS-FET) y un IGBT (transistor bipolar de puerta aislada).

20 La Figura 5 es un diagrama que ilustra un circuito en el que el inversor fotovoltaico 100 está conectado al arreglo de celdas solares 310 de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción. Con referencia a la Figura 5, el inversor fotovoltaico 100 puede configurarse de modo que la unidad de conmutación 140 que incluye los interruptores del primero al cuarto, el capacitor de circuito intermedio de CC 110 y la etapa de conversión de potencia 120 compartan el terminal positivo y el terminal negativo.

25 30 El terminal positivo del inversor fotovoltaico 100 puede conectarse al terminal positivo y al terminal negativo del arreglo de celdas solares 310 a través del primer interruptor y el cuarto interruptor, respectivamente. Además, el terminal negativo del inversor fotovoltaico 100 puede conectarse al terminal negativo y al terminal positivo del arreglo de celdas solares 310 a través del segundo interruptor y el tercer interruptor, respectivamente.

35 Aunque no se muestra en los dibujos, el controlador 130 puede controlar los primer a cuarto interruptores para formar una trayectoria de transmisión entre el arreglo de celdas solares 310 y el capacitor de circuito intermedio de CC 110.

40 La etapa de conversión de potencia 120 convierte un voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 en corriente alterna mediante el control de conmutación tal como el control de PWM para generar potencia de CA. Para este fin, la etapa de conversión de potencia 120 puede incluir una pluralidad de elementos de conmutación. La etapa de conversión de potencia 120 incluye además un interruptor conectado al sistema de potencia 320 para transmitir la potencia de CA generada al sistema de potencia 320.

45 La Figura 6 es un diagrama que ilustra un circuito en un modo para aplicar un voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 a la etapa de conversión de potencia 120. Con referencia a la Figura 6, si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 satisface una condición de accionamiento predeterminada, el controlador 130 enciende el primer interruptor y el segundo interruptor y apaga el tercer interruptor y el cuarto interruptor.

50 55 Más específicamente, si se cumple la condición para accionar el arreglo de celdas solares 310, el controlador 130 enciende el primer y segundo interruptores y apaga los interruptores tercero y cuarto, para formar una trayectoria de transmisión. En otras palabras, si se cumple la condición para accionar el arreglo de celdas solares 310, el terminal positivo y el terminal negativo del arreglo de celdas solares 310 se pueden conectar al terminal positivo y al terminal negativo del capacitor de circuito intermedio de CC 110, respectivamente.

60 65 En consecuencia, el capacitor de circuito intermedio de CC 110 puede almacenar la salida de voltaje de CC VDC del arreglo de celdas solares 310. La etapa de conversión de potencia 120 puede convertir el voltaje de CC VDC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 en potencia de CA mediante el control de conmutación y transmitir la potencia de CA al sistema de potencia 320 a través del interruptor de circuito.

La Figura 7 es un diagrama que ilustra un circuito configurado para almacenar una salida de voltaje de circuito abierto (Vabierto) desde el arreglo de celdas solares 310 por el capacitor de circuito intermedio de CC 110 de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción. La Figura 8 es un diagrama que ilustra un circuito configurado para aplicar un voltaje inverso del voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110 al arreglo de celdas solares 310.

Con referencia a la Figura 7, si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 no satisface la condición de

- accionamiento predeterminada, la etapa de conversión de potencia 120 puede interrumpir la potencia de CA transmitida al sistema de potencia 320. Más específicamente, si no se cumple la condición para accionar el arreglo de celdas solares 310, la etapa de conversión de potencia 120 puede abrir el interruptor de circuito para interrumpir la conexión entre el inversor fotovoltaico 100 y el sistema de potencia 320.
- 5 Con referencia nuevamente a la Figura 7, si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 no satisface la condición de accionamiento predeterminada, el capacitor de circuito intermedio de CC 110 almacena la salida de voltaje de circuito abierto $V_{abierto}$ del arreglo de celdas solares 310.
- 10 Más específicamente, como se describió anteriormente, cuando la etapa de conversión de potencia 120 apaga el interruptor para interrumpir la conexión entre el inversor fotovoltaico 100 y el sistema de potencia 320, el circuito interno del inversor fotovoltaico 100 es un circuito abierto. El voltaje de salida del arreglo de celdas solares 310 es el voltaje de circuito abierto $V_{abierto}$, y el capacitor de circuito intermedio de CC 110 almacena la salida de voltaje de circuito abierto $V_{abierto}$ del arreglo de celdas solares 310.
- 15 Con referencia a la Figura 8, si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 no satisface la condición de accionamiento predeterminada, el controlador 130 puede apagar el primer interruptor y el segundo interruptor y encender el tercer interruptor y el cuarto interruptor. En otras palabras, si se cumple la condición para accionar el arreglo de celdas solares 310, el terminal positivo y el terminal negativo del arreglo de celdas solares 310 pueden conectarse al terminal negativo y al terminal positivo del capacitor de circuito intermedio de CC 110, respectivamente.
- 20 25 El voltaje caído en el terminal positivo del arreglo de celdas solares 310 al terminal negativo del arreglo de celdas solares 310 puede ser $-V_{DC}$, que es el voltaje inverso del voltaje de CC VDC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC 110. Por lo tanto, cuando se aplica el voltaje inverso, el terminal positivo del arreglo de celdas solares 310 tiene un potencial menor que el del terminal negativo del arreglo de celdas solares 310.
- 30 Por otro lado, si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares 310 no satisface la condición de accionamiento predeterminada, el circuito interno del inversor fotovoltaico 100 es un circuito abierto, como se describió anteriormente. El voltaje de CC VDC almacenado en el circuito intermedio de CC es igual al voltaje de circuito abierto $V_{abierto}$, y el voltaje caído en el terminal positivo del arreglo de celdas solares 310 al terminal negativo del arreglo de celdas fotovoltaicas 310 es $-V_{abierto}$.
- 35 Como se describió anteriormente, para aplicar el voltaje inverso del voltaje de circuito abierto $V_{abierto}$ para el arreglo de celdas solares 310, es conveniente abrir el interruptor de circuito por la etapa de conversión de potencia 120 antes de que el controlador 130 controle la unidad de conmutación 140.
- 40 45 Más específicamente, cuando la etapa de conversión de potencia 120 abre el interruptor, el voltaje de circuito abierto $V_{abierto}$ se almacena en el capacitor de circuito intermedio de CC 110. Entonces, cuando el controlador 130 controla la unidad de conmutación 140 para formar la trayectoria de transmisión como se muestra en la Figura 8, el voltaje inverso del voltaje de circuito abierto $V_{abierto}$ puede aplicarse al arreglo de celdas solares 310.
- 50 Como se describió anteriormente, de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción, se puede aplicar un voltaje inverso al arreglo de celdas solares controlando los interruptores que conectan el arreglo de celdas solares al capacitor de circuito intermedio de CC sin un módulo separado para aplicar el voltaje inverso, por lo tanto ahorro de costos para establecer el sistema fotovoltaico.
- 55 50 Además, de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción, la salida de voltaje de circuito abierto del arreglo de celdas solares no se descarga, sino que se usa para reducir la polarización del arreglo de celdas solares, de modo que la energía residual de la generación de energía fotovoltaica puede ser utilizado eficientemente.
- 55 De acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción, el controlador 130 puede controlar el voltaje de CC VDC de modo que la salida de voltaje de CC VDC del arreglo de celdas solares 310 sigue la potencia máxima del arreglo de celdas solares 310.
- 60 65 El voltaje de CC VDC y la salida de corriente del arreglo de celdas solares 310 tienen características no lineales debido a factores tales como el material del arreglo de celdas solares 310. Más específicamente, la salida de corriente del arreglo de celdas solares 310 disminuye gradualmente y luego disminuye bruscamente en un período particular, a medida que aumenta el voltaje de CC VDC.
- 60 En consecuencia, la potencia generada del arreglo de celdas solares 310 con respecto al voltaje de corriente continua VDC aumenta a medida que aumenta el voltaje de CC VDC, y disminuye bruscamente cuando el voltaje de corriente de CC VDC excede un cierto voltaje. En otras palabras, cuando el voltaje de CC VDC es un voltaje determinado, la cantidad de energía generada del arreglo de celdas solares 310 puede ser el valor máximo.
- 65 De acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción, el controlador 130 puede controlar la magnitud de la salida de voltaje VDC desde el arreglo de celdas solares 310 para que rastree la potencia máxima del arreglo de

celdas solares 310 en función de las características eléctricas del arreglo de celdas solares 310 (el seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT)).

- 5 Se puede llevar a cabo el método para controlar la magnitud de la salida de voltaje de CC VDC del arreglo de celdas solares 310 de modo que la cantidad de energía generada del arreglo de celdas solares 310 rastrea la potencia máxima de acuerdo con diversas modalidades en la técnica relacionada.

La presente invención no se limita a las modalidades ilustrativas mencionadas anteriormente y los dibujos adjuntos.

REIVINDICACIONES

1. Un inversor fotovoltaico (100) para aplicar un voltaje inverso a un arreglo de celdas solares (310), el inversor que comprende:
 5 un capacitor de circuito intermedio de CC (110) configurado para almacenar una salida de voltaje de CC del arreglo de celdas solares (310); una etapa de conversión de potencia (120) configurada para generar una potencia de CA utilizando el voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC (110) para transmitir la potencia de CA generada a un sistema de potencia (320) a través de un interruptor de circuito comprendido en la etapa de conversión de potencia (120); y
 10 un controlador (130) configurado para controlar una unidad de conmutación (140) para aplicar el voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC (110) a la etapa de conversión de potencia (120) o para aplicar un voltaje inverso del voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC (110) al arreglo de celdas solares (310) dependiendo de si un valor de accionamiento del arreglo de celdas solares (310) satisface una condición de accionamiento predeterminada
 15 caracterizado porque el inversor fotovoltaico se configura de tal manera que la etapa de conversión de potencia (120) abre el interruptor de circuito automático para almacenar un voltaje de circuito abierto (Vabierto) del arreglo de celdas solares en el capacitor de circuito intermedio de CC (110) antes de que el controlador (130) controle la unidad de conmutación (140) para aplicar el voltaje inverso de circuito abierto (Vabierto) del arreglo de celdas solares (310) almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC al arreglo de celdas solares (310).
 20
2. El inversor fotovoltaico (100) de la reivindicación 1, en donde el controlador (130) se configura para aplicar el voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC (110) a la etapa de conversión de potencia (120) si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares (310) satisface la condición de accionamiento predeterminada, y en donde el controlador (130) se configura para aplicar el voltaje inverso del voltaje de CC almacenado en el capacitor de circuito intermedio de CC (110) al arreglo de celdas solares (310) si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares (310) no satisface la condición de accionamiento predeterminada.
 25
3. El inversor fotovoltaico (100) de la reivindicación 1 o 2, en donde la etapa de conversión de potencia (120) se configura para interrumpir la potencia de CA transmitida al sistema de potencia (320) si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares (310) no satisface la condición de accionamiento predeterminada.
 30
4. El inversor fotovoltaico (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el capacitor de circuito intermedio de CC (110) se configura para almacenar una salida de voltaje de circuito abierto del arreglo de celdas solares (310) si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares (310) no satisface la condición de accionamiento predeterminada.
 35
5. El inversor fotovoltaico (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares (310) incluye al menos uno de: una magnitud de la salida de voltaje de CC del arreglo de celdas solares (310), un tiempo de accionamiento del arreglo de celdas solares (310), un período de tiempo de accionamiento del arreglo de celdas solares (310), y una intensidad de polarización del arreglo de celdas solares (310).
 40
6. El inversor fotovoltaico (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la unidad de conmutación (140) comprende un primer interruptor conectado entre un terminal positivo del arreglo de celdas solares (310) y un terminal positivo del capacitor de circuito intermedio de CC (110), un segundo interruptor conectado entre un terminal negativo del arreglo de celdas solares (310) y un terminal negativo del capacitor de circuito intermedio de CC (110), un tercer interruptor conectado entre el terminal positivo del arreglo de celdas solares (310) y el terminal negativo del capacitor de circuito intermedio de CC (110), y un cuarto interruptor conectado entre el terminal negativo del arreglo de celdas solares (310) y el terminal positivo del capacitor de circuito intermedio de CC (110).
 45
7. El inversor fotovoltaico (100) de la reivindicación 6, en donde el controlador (130) se configura para encender el primer interruptor y el segundo interruptor y para apagar el tercer interruptor y el cuarto interruptor si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares (310) satisface la condición de accionamiento predeterminada, y en donde el controlador (130) se configura para apagar el primer interruptor y el segundo interruptor y para encender el tercer interruptor y el cuarto interruptor si el valor de accionamiento del arreglo de celdas solares (310) lo hace no satisface la condición de accionamiento predeterminada.
 50

Figura 1

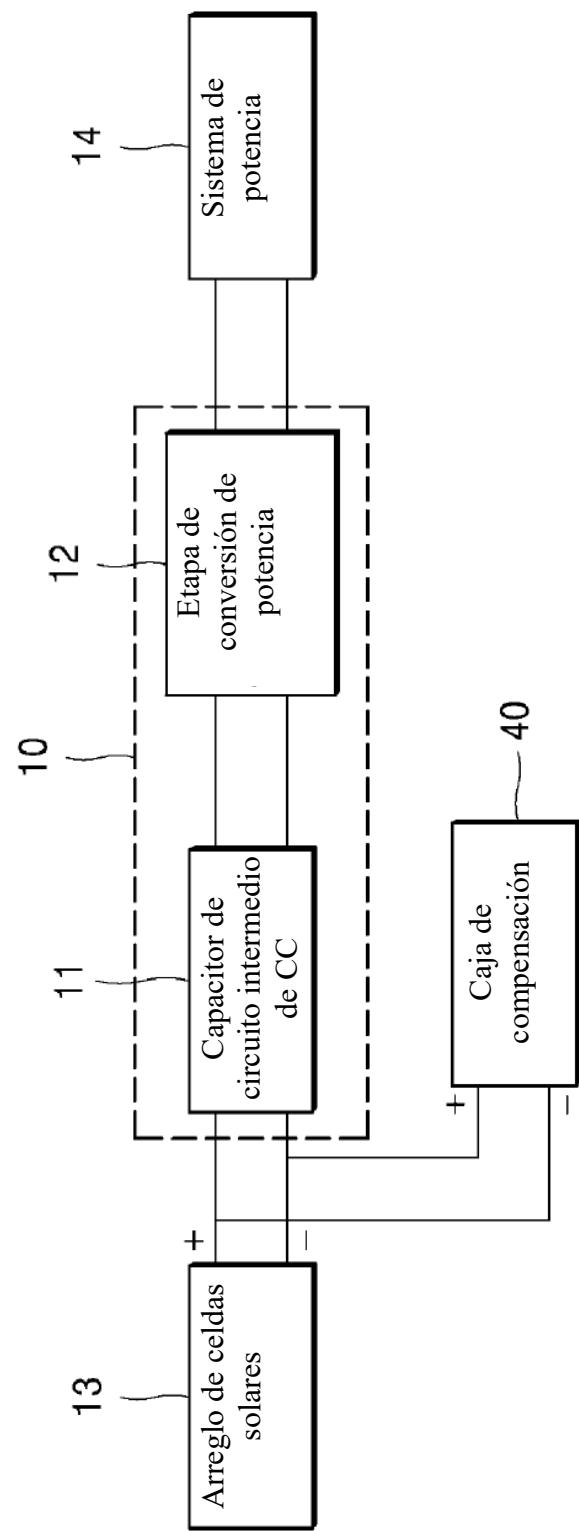


Figura 2

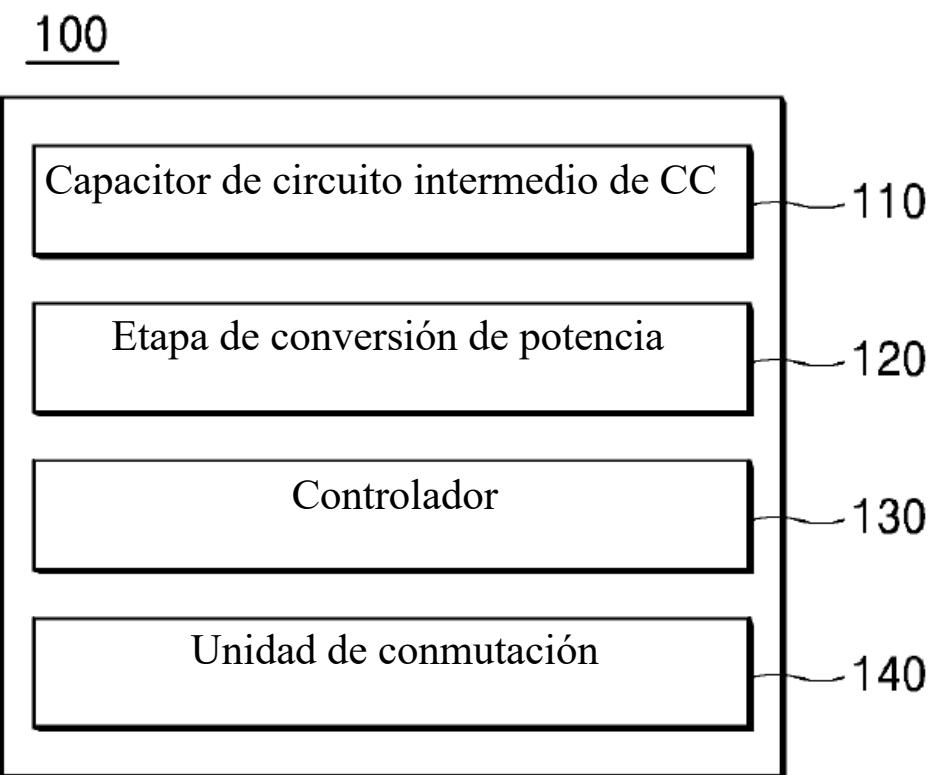


Figura 3

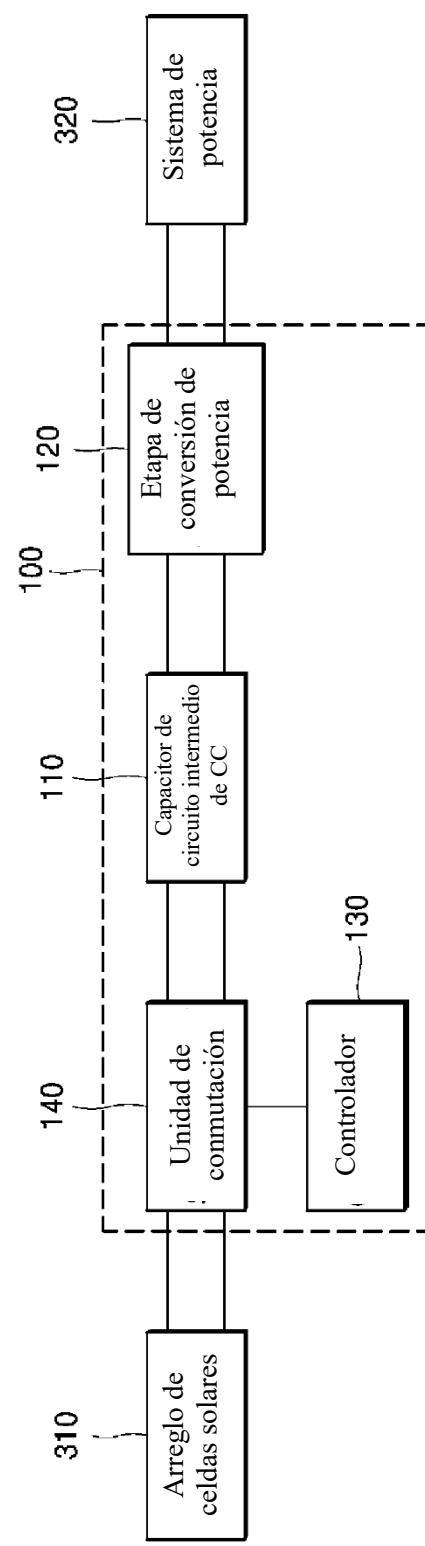


Figura 4

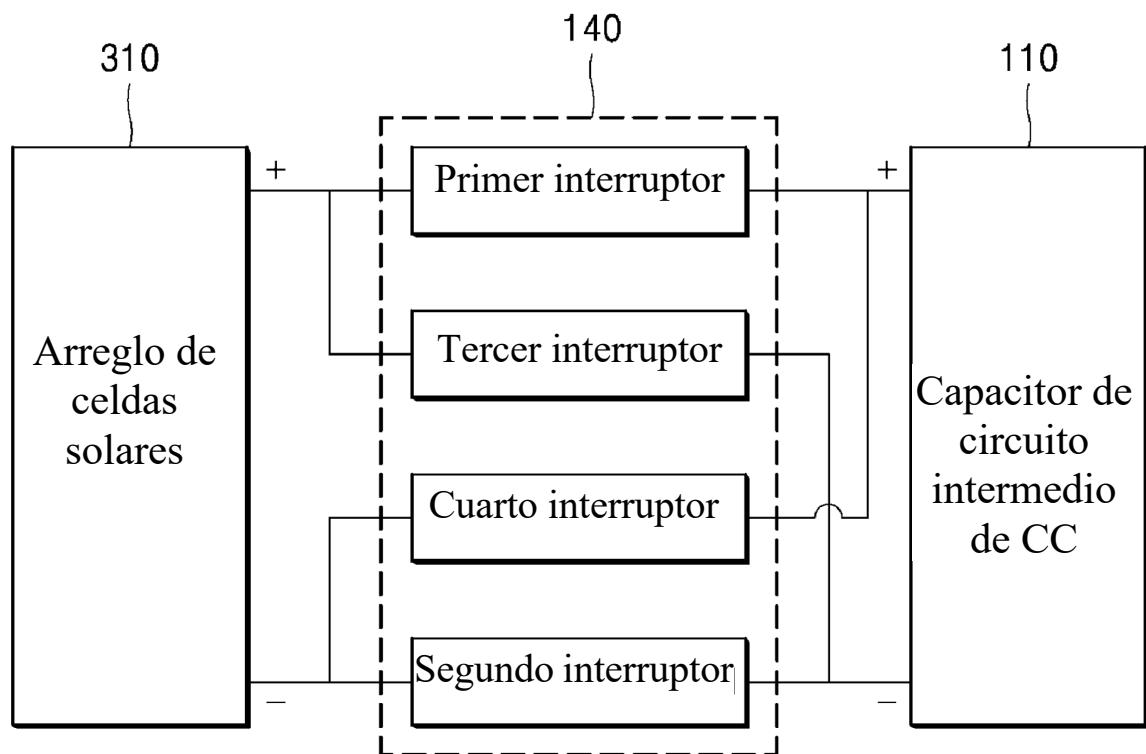


Figura 5

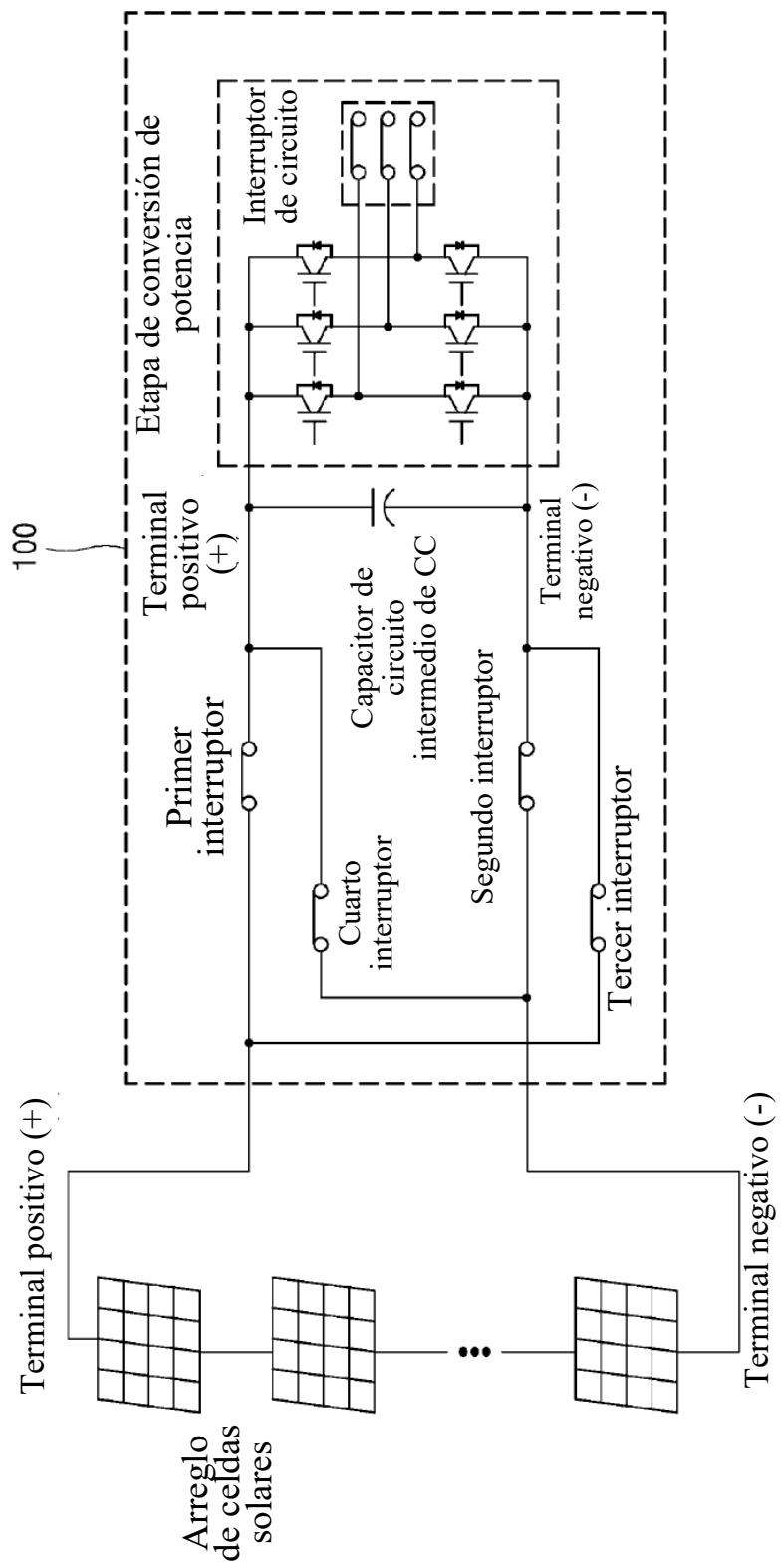


Figura 6

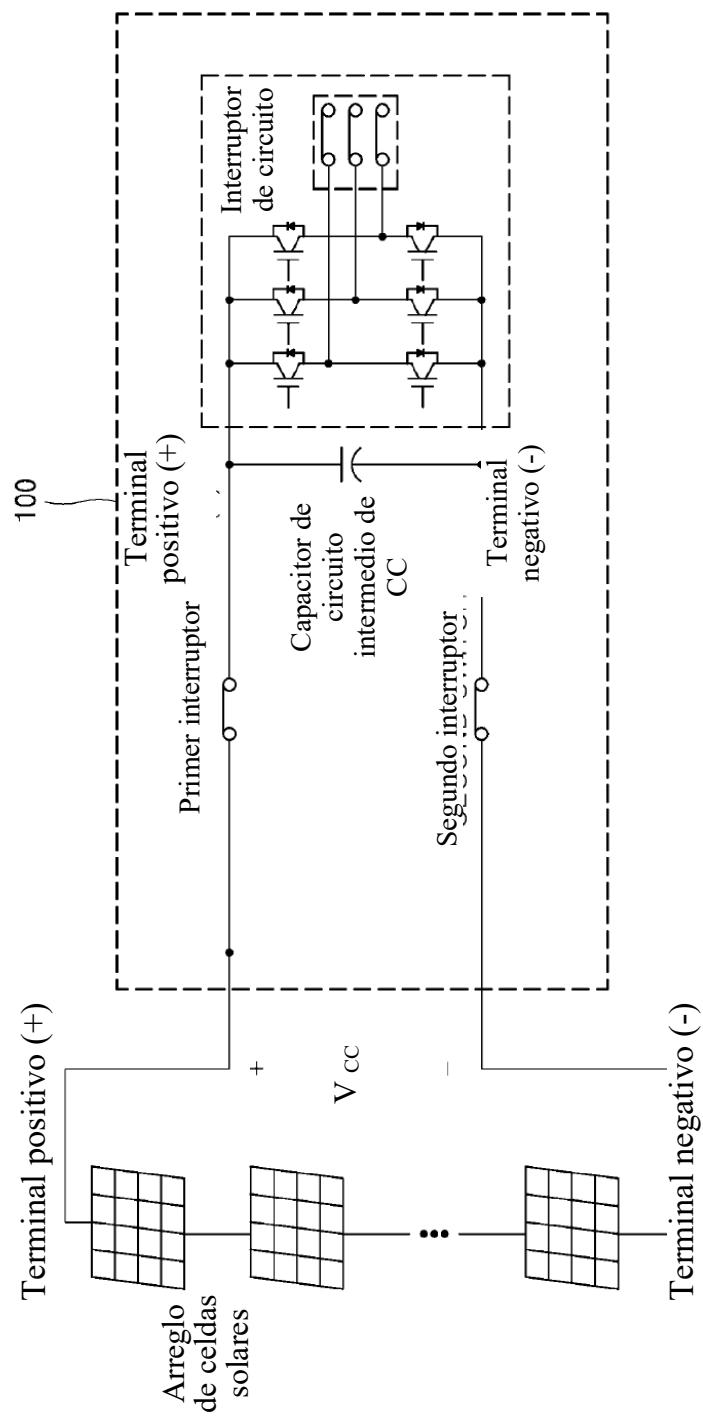


Figura 7

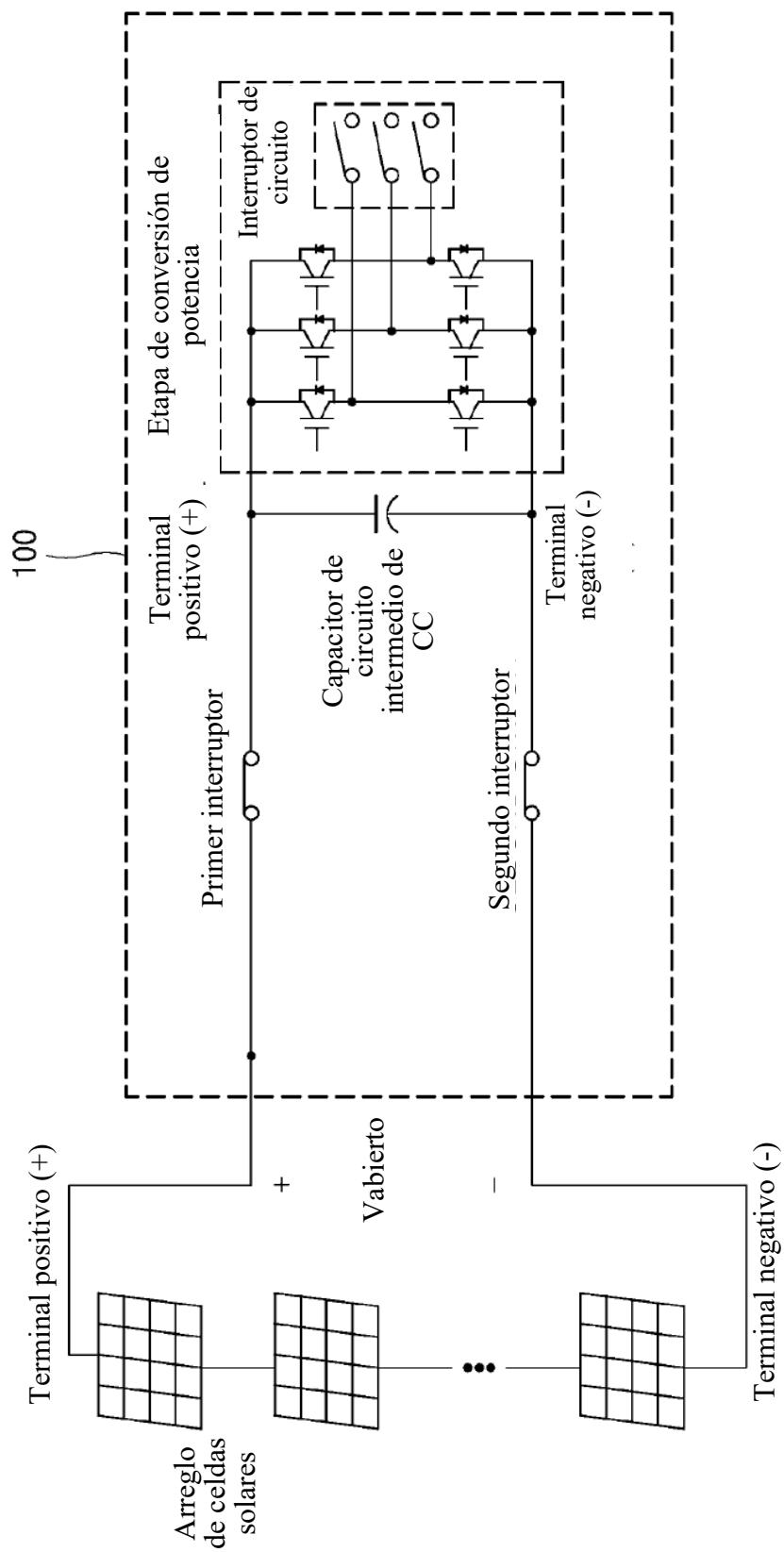


Figura 8

