

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 964 363**

51 Int. Cl.:

H02S 50/10

(2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.01.2021** **E 21150372 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2023** **EP 3907883**

54 Título: **Sistema de generación de energía solar y método de prueba**

30 Prioridad:

08.05.2020 CN 202010383425

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

05.04.2024

73 Titular/es:

DELTA ELECTRONICS, INC. (100.0%)
No. 252, Shanying Road Guishan District
Taoyuan City 333, TW

72 Inventor/es:

LEE, LEI-MING y
LIN, XIN-HUNG

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 964 363 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 generación de energía solar y método de prueba

5 ANTECEDENTES

Campo técnico

10 [0001] La presente descripción se refiere a un sistema de generación de energía solar y a un método de prueba, especialmente a una tecnología para probar si un panel solar es anormal. La patente US2017/284877A es un estado de la técnica pertinente.

Descripción de la técnica relacionada

15 [0002] El principio de un sistema de generación de energía solar es usar un panel solar hecho de semiconductores optoelectrónicos para absorber luz solar y para convertir energía luminosa en energía eléctrica para emitir tensión o corriente. Sin embargo, después de que el sistema de generación de energía solar haya estado en funcionamiento durante un largo período de tiempo, el panel solar se puede degradar a causa de
20 varios factores, por ejemplo, daños causados por la caída de objetos extraños o fallos de componentes internos. Por lo tanto, es deseable que el sistema de generación de energía solar se someta a pruebas regulares para asegurar un funcionamiento normal.

RESUMEN

25 [0003] Una forma de realización de la presente descripción es un método de prueba para probar un sistema de generación de energía solar como se indica en la reivindicación 1.

[0004] Otra forma de realización de la presente descripción es un sistema de generación de energía solar como se indica en la reivindicación 7. Se indican formas de realización ventajosas adicionales en las reivindicaciones
30 dependientes.

[0005] Se debe entender que la descripción general anterior y la siguiente descripción detallada son ejemplos, y tienen por objeto proporcionar una explicación adicional de la descripción como se reivindica.

35 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0006] La presente descripción se puede entender más completamente leyendo la siguiente descripción detallada de la forma de realización, con referencia a los dibujos anexos como sigue:

40 La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un sistema de generación de energía solar según una o más formas de realización de la presente descripción.

La FIG. 2A es un diagrama esquemático de un sistema de generación de energía solar según una o más formas de realización de la presente descripción.

45 La FIG. 2B es un diagrama esquemático de un sistema de generación de energía solar según una o más formas de realización de la presente descripción.

50 Las figuras 3A-3E son diagramas esquemáticos del convertidor de CC a CA según una o más formas de realización de la presente descripción.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método de prueba según una o más formas de realización de la presente descripción.

55 La FIG. 5A es un diagrama esquemático de un sistema de generación de energía solar según una o más formas de realización de la presente descripción.

La FIG. 5B es un diagrama esquemático de un sistema de generación de energía solar según una o más formas de realización de la presente descripción.

60 La FIG. 6A es un diagrama esquemático de un sistema de generación de energía solar según una o más formas de realización de la presente descripción.

65 La FIG. 6B es un diagrama esquemático de un sistema de generación de energía solar según una o más formas de realización de la presente descripción.

La FIG. 7A es un diagrama esquemático de un sistema de generación de energía solar según una o más formas de realización de la presente descripción.

La FIG. 7B es un diagrama esquemático de un sistema de generación de energía solar según una o más formas de realización de la presente descripción.

La FIG. 8 es un diagrama esquemático de un sistema de generación de energía solar según una o más formas de realización de la presente descripción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0007] Las formas de realización de la presente descripción se describen a continuación con más detalle con los dibujos anexos, y sirven meramente como ejemplos, y no limitan el alcance de la presente descripción. Además, el funcionamiento de la estructura descrita no está limitada al orden de implementación. Los dibujos tienen fines ilustrativos solamente, y no están a escala.

[0008] Se entenderá que cuando se hace referencia a un elemento como "conectado a" o "acoplado a", puede estar directamente conectado o acoplado al otro elemento, o puede haber elementos intermedios presentes. Por el contrario, cuando se hace referencia a un elemento como "directamente conectado" o "directamente acoplado" a otro elemento, no hay elementos intermedios presentes. Tal como se utiliza en la presente patente, el término "y/o" incluye artículos enumerados asociados o cualquiera y todas las combinaciones de más de un artículo.

[0009] En referencia a la FIG. 1, en una forma de realización, un sistema de generación de energía solar 100 incluye al menos un panel solar SP, un convertidor de corriente continua a corriente alterna (CC a CA) 110 y una unidad de control 120. El convertidor de CC a CA 110 está acoplado eléctricamente entre una red eléctrica externa E y el panel solar SP, y la unidad de control 120 está eléctricamente acoplada al convertidor de CC a CA 110. Cuando el panel solar SP está expuesto a la luz solar, el panel solar SP genera tensión o corriente según el efecto fotoeléctrico. Para facilitar la descripción de la presente descripción, se referirá de ahora en adelante al estado de generación de energía descrito anteriormente como un "modo de generación de energía" del sistema de generación de energía solar 100 o el convertidor de CC a CA 110. Además, dado que los expertos en la técnica pueden entender la estructura y el principio del panel solar SP, no se describirá más en la presente patente. Además del anteriormente mencionado "modo de generación de energía", cuando el panel solar SP no esté expuesto a la luz solar o no esté en funcionamiento para generar energía, el sistema de generación de energía solar 100 puede recibir energía eléctrica a partir de una red eléctrica externa E mediante el convertidor de CC a CA 110, de modo que el convertidor de CC a CA 110 pueda suministrar energía eléctrica hacia el panel solar SP. Al usar dicho suministro de energía eléctrica, es posible realizar una prueba del panel solar SP. Se referirá al proceso de prueba anteriormente mencionado de ahora en adelante como un "modo de prueba" del sistema de generación de energía solar 100 o el convertidor de CC a CA 110.

[0010] En una forma de realización, la unidad de control 120 está configurada para controlar el convertidor de CC a CA 110 para cambiar entre el "modo de generación de energía" y el "modo de prueba". Dicho de manera alternativa, cuando el convertidor de CC a CA 110 está en "el modo de generación de energía", la energía fotoeléctrica generada por el panel solar SP pasará a través del convertidor de CC a CA 110 y se transmitirá a la red eléctrica externa E. Por otro lado, cuando el convertidor de CC a CA 110 está en el "modo de prueba", la unidad de control 120 puede controlar el convertidor de CC a CA 110 para usar energía de la red eléctrica externa E para proporcionar una energía eléctrica de prueba con el fin de usar ésta para probar el panel solar SP. Cuando el panel solar SP recibe la energía eléctrica de prueba, las características eléctricas (p. ej., tensión, corriente, impedancia) o el estado físico (temperatura) del panel solar SP se puede detectar mediante un dispositivo de prueba D, para probar si alguna parte del panel solar SP es anormal. En una forma de realización, la unidad de control 120 está configurada para realizar varias operaciones o determinaciones, y se puede realizar mediante un microcontrolador, un microprocesador, un procesador de señales digitales, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC por sus siglas en inglés) o un circuito lógico.

[0011] En algunas formas de realización, el dispositivo de prueba D está configurado para detectar y determinar si la magnitud de la energía eléctrica de prueba (p. ej., corriente o tensión de prueba) suministrada al panel solar SP es conforme al parámetro o los parámetros de prueba deseados. El dispositivo de prueba D también puede incluir una cámara termográfica o un analizador de espectro. En el modo de prueba, la cámara termográfica o el analizador de espectro está configurado para capturar una imagen de detección del panel solar SP que recibe la energía eléctrica de prueba. Luego, mediante el dispositivo de prueba D o usando otros instrumentos de análisis, la imagen de detección se analiza para determinar si el estado de una o más partes del panel solar SP es normal o anormal (p. ej., usando los colores presentados por la imagen de detección para determinar la temperatura del panel solar SP, que indica normalidad o anomalía). El sistema de generación de energía solar 100 de la presente descripción es capaz de suministrar energía "inversamente" hacia el panel solar SP. Tal "suministro de energía inverso" (es decir, obtener energía de la red eléctrica externa E mediante el convertidor de CC a CA 110 y suministrar energía al panel solar SP) se puede usar para efectuar un cambio en las características eléctricas o el estado físico del panel solar SP (o múltiples paneles solares SP). Cuando se aplica a numerosos paneles

solares SP, un inspector puede probar/detectar los múltiples paneles solares SP usando el dispositivo de prueba D, y hacerlo de manera fácil y conveniente para mejorar significativamente la eficiencia de las pruebas.

[0012] Como se muestra en la FIG. 1, en algunas formas de realización, el sistema de generación de energía solar 100 incluye además un convertidor de corriente continua a corriente continua (CC a CC) 130. El convertidor de CC a CC 130 está acoplado eléctricamente entre el panel solar SP y el convertidor de CC a CA 110 (p. ej., acoplado a un nodo de conexión Vs del panel solar SP y una barra colectora Vc, respectivamente) para convertir una energía eléctrica generada por el panel solar SP. En funcionamiento, cuando está en el modo de generación de energía, una primera tensión de CC generada por el panel solar SP se convierte en una segunda tensión de CC mediante el convertidor de CC a CC 130. La segunda tensión de CC se convierte en una tensión de salida de CA mediante el convertidor de CC a CA 110, y la tensión de salida de CA se suministra a la red eléctrica externa E. Se debe tener en cuenta que la presente descripción no se limita a esto, y en otras formas de realización, el convertidor de CC a CA 110 también puede estar directamente acoplado al panel solar SP sin el convertidor de CC a CC 130.

[0013] En algunas formas de realización, el sistema de generación de energía solar 100 incluye un condensador de almacenamiento de energía C acoplado eléctricamente entre el panel solar SP y el convertidor de CC a CA 110. En otras formas de realización, el condensador de almacenamiento de energía C también puede estar acoplado en paralelo al convertidor de CC a CA 110 y el convertidor de CC a CC 130. Cuando está en el modo de prueba, el condensador de almacenamiento de energía C coopera con el convertidor de CC a CA 110 para proporcionar la energía eléctrica de prueba al panel solar SP. Por ejemplo, el convertidor de CC a CA 110 convierte la energía eléctrica obtenida de la red eléctrica externa E en una tensión de CC, y la energía que corresponde a la tensión de CC se almacena en el condensador de almacenamiento de energía C. Luego, la energía eléctrica de prueba (o parte de la energía eléctrica de prueba) se suministra descargando el condensador de almacenamiento de energía C.

[0014] En las figuras 2A y 2B, no se repiten los elementos y principios similares relacionados con la forma de realización anterior de la FIG. 1 que se han descrito previamente. Como se muestra en la FIG. 2A, en algunas formas de realización, el sistema de generación de energía solar 100 incluye además un circuito de interruptor de derivación 140. El circuito de interruptor de derivación 140 está acoplado en paralelo eléctricamente con el convertidor de CC a CC 130 (ilustrado mediante una estructura de circuito de ejemplo), y está acoplado eléctricamente entre el panel solar SP y el convertidor de CC a CA 110. La unidad de control 120 está eléctricamente acoplada al circuito de interruptor de derivación 140. Cuando está en el modo de prueba, la unidad de control 120 controla el circuito de interruptor de derivación 140 para encender el mismo, de modo que la energía eléctrica de prueba se suministra al panel solar SP a través del circuito de interruptor de derivación 140. Como se muestra en la FIG. 2B, en algunas formas de realización, el circuito de interruptor de derivación 140 incluye un elemento de interruptor de derivación 141 y un elemento de conducción unidireccional 142 (p. ej., un diodo). El elemento de interruptor de derivación 141 está eléctricamente acoplado a la unidad de control 120, y controlado por la unidad de control 120 para encender o apagar el mismo, para controlar todo el circuito de interruptor de derivación 140 para encender o apagar el mismo. El elemento de conducción unidireccional 142 está configurado para prevenir que el circuito de interruptor de derivación 140 se encienda anormalmente cuando el convertidor de CC a CA 110 esté en el modo de generación de energía.

[0015] En algunas formas de realización, el convertidor de CC a CC 130 es un convertidor de CC a CC unidireccional para convertir la primera tensión de CC generada por el panel solar SP en la segunda tensión de CC que se proporciona al convertidor de CC a CA 110. Como se muestra en la FIG. 2A, en algunas formas de realización, el convertidor de CC a CC 130 incluye un diodo 131 y un inductor 132, y el circuito de interruptor de derivación 140 está acoplado en paralelo eléctricamente con el diodo 131 y el inductor 132 del convertidor de CC a CC 130. La dirección de la corriente que fluye a través del diodo 131 es desde el panel solar SP al convertidor de CC a CA 110, para permitir la transmisión de una energía fotoeléctrica desde el panel solar SP al convertidor de CC a CA 110. La estructura de circuito del convertidor de CC a CC 130 en la forma de realización mostrada en la FIG. 2B es diferente de la forma de realización mostrada en la FIG. 2A, y es también un convertidor de CC a CC unidireccional para proporcionar la dirección de la corriente que fluye desde el panel solar SP al convertidor de CC a CA 110.

[0016] Las figuras 3A a 3E son diagramas esquemáticos del convertidor de CC a CA según algunas formas de realización de la presente descripción. El convertidor de CC a CA 110 también puede ser un convertidor de CC a CA bidireccional. El convertidor de CC a CA 110A en la FIG. 3A incluye al menos dos interruptores de transistor T1 y T2. La unidad de control anteriormente mencionada 120 puede controlar respectivamente los interruptores de transistor T1 y T2 para encender o apagar los mismos, para cambiar las direcciones de entrada y salida del convertidor de CC a CA 110. Las estructuras de circuito del convertidor de CC a CA 110B a 110E en la forma de realización mostrada en las figuras 3B a 3E son diferentes de las mostradas en la FIG. 3A, y son otros ejemplos de convertidor bidireccional de CC a CA previstos.

[0017] La FIG. 4 junto con las figuras 2A-2B se usarán ahora para describir diferentes modos de funcionamiento del sistema de generación de energía solar 100, incluidos el modo de generación de energía y el modo de

prueba, según algunas formas de realización de la presente descripción. Como se muestra en la FIG. 4, en el paso S401, la unidad de control 120 controla selectivamente el convertidor de CC a CA 110 en el "modo de generación de energía" o el "modo de prueba". Cuando la unidad de control 120 controla el convertidor de CC a CA 110 en el "modo de generación de energía", se realiza el paso S402. En el paso S402, la unidad de control 120 apaga el circuito de interruptor de derivación 140. A continuación, en el paso S403, el convertidor de CC a CC 130 convierte la primera tensión de CC generada por el panel solar SP en la segunda tensión de CC. En el paso S404, el convertidor de CC a CA 110 convierte la segunda tensión de CC en una tensión de CA, que se proporciona a la red eléctrica externa E.

[0018] Cuando la unidad de control 120 controla el convertidor de CC a CA 110 en el "modo de prueba", se realiza el paso S405. En el paso S405, la unidad de control 120 enciende el circuito de interruptor de derivación 140. A continuación, en el paso S406, la unidad de control 120 controla el convertidor de CC a CA 110 para usar energía de la red eléctrica externa E para proporcionar la energía eléctrica de prueba. Luego, en el paso S407, el convertidor de CC a CA 110 proporciona la energía eléctrica de prueba al panel solar SP a través del circuito de interruptor de derivación 140. En el paso S408, el dispositivo de prueba D prueba/detecta características eléctricas o físicas del panel solar SP efectuadas mediante la energía eléctrica de prueba (p. ej. un punto caliente en una ubicación dañada/defectuosa) para obtener un resultado de la prueba (p. ej., una imagen de detección), y el dispositivo de prueba D analiza además si el panel solar SP es normal o anormal (p. ej. dañado).

[0019] En algunas formas de realización, en referencia a las figuras 2A y 2B, la unidad de control 120 detecta una diferencia de tensión entre el convertidor de CC a CA 110 y el panel solar SP, y controla el circuito de interruptor de derivación 140 para que esté en un estado de encendido o en un estado de apagado según dicha diferencia de tensión. En una forma de realización, la unidad de control 120 está configurada para detectar si la tensión de barra colectora Vc entre el convertidor de CC a CA 110 y el convertidor de CC a CC 130 se ha convertido en cero o está cerca de cero (es decir, detectar si la tensión de cruce del condensador de almacenamiento de energía C es cero o cercana a cero), para prevenir daños potenciales que pueden ser causados por la tensión residual a los circuitos internos del sistema de generación de energía solar 100. En otras formas de realización, la unidad de control 120 detecta si la tensión de barra colectora Vc es igual (o casi igual) a la tensión del nodo de conexión Vs del panel solar SP, para determinar si hay tensión residual en el sistema de generación de energía solar 100.

[0020] Por ejemplo, cuando el convertidor de CC a CA 110 finaliza el modo de prueba para volver al modo de generación de energía, la unidad de control 120 controla el convertidor de CC a CA 110 para que deje de generar la energía eléctrica de prueba. La unidad de control 120 puede detectar si la tensión de barra colectora Vc entre el convertidor de CC a CA 110 y el convertidor de CC a CC 130 está volviendo a cero, o puede detectar también si la tensión de barra colectora Vc es igual a la tensión del nodo de conexión Vs del panel solar SP. Si la tensión de barra colectora Vc es cero, o si la tensión de barra colectora Vc es igual (o casi igual) a la tensión del nodo de conexión Vs. En consecuencia, la unidad de control 120 controla el circuito de interruptor de derivación 140 para cambiar del estado de encendido al estado de apagado. De forma similar, si el modo de generación de energía se establece para un período de tiempo y un usuario cambia luego el convertidor de CC a CA 110 para que esté en el modo de prueba, la unidad de control 120 controlará el circuito de interruptor de derivación 140 para cambiar del estado de apagado al estado de encendido. En consecuencia, la unidad de control 120 controla el convertidor de CC a CA 110 para obtener la energía eléctrica de la red eléctrica externa E para generar la energía eléctrica de prueba, para permitir una transmisión de la energía eléctrica de prueba desde el convertidor de CC a CA 110 al panel solar SP a través del circuito de interruptor de derivación 140.

[0021] Para el modo de prueba, la unidad de control 120 puede ajustar un nivel de tensión o un valor de corriente que corresponde a la energía eléctrica de prueba. En referencia a la FIG. 2A, en algunas formas de realización, el sistema de generación de energía solar 100 incluye también un sensor de corriente 121. El sensor de corriente 121 está eléctricamente acoplado a la unidad de control 120 y está configurado para detectar el valor de corriente suministrado al panel solar SP. El sensor de corriente 121 proporciona el valor de corriente detectado a la unidad de control 120, que está configurada para ajustar la corriente suministrada al panel solar SP según el valor de corriente detectado.

[0022] En algunas formas de realización, el sistema de generación de energía solar 100 incluye un valor de corriente de referencia. Al establecer el valor de corriente de referencia, la corriente suministrada al panel solar SP no será excesiva con el fin de que el panel solar SP no resulte dañado. El valor de corriente de referencia puede preestablecerse, establecerse por el usuario, o ajustarse en cualquier momento. Al usar el valor de corriente de prueba obtenido por el sensor de corriente 121, la unidad de control 120 compara el valor de corriente de prueba con el valor de corriente de referencia, y controla el convertidor de CC a CA 110 según el resultado de la comparación. El convertidor de CC a CA 110 puede cambiar la magnitud de la energía eléctrica de prueba de salida, por ejemplo, cuando el valor de corriente de prueba es mayor que el valor de corriente de referencia, se reduce el nivel de tensión o el valor de corriente que corresponde a la energía eléctrica de prueba. Cuando el valor de corriente de prueba es menor que el valor de corriente de referencia, se aumenta el nivel de tensión o el valor de corriente que corresponde a la energía eléctrica de prueba. En algunas formas de realización, el valor de corriente de referencia es un rango de corriente ideal cuando el convertidor de CC a CA

110 está en el "modo de prueba". El valor o el rango del valor de corriente de referencia puede configurarse por el usuario y puede ser ajustable en tiempo real.

[0023] El modo de prueba/método de prueba se puede aplicar para probar múltiples paneles solares. En las figuras 5A y 5B, elementos y principios similares relacionados con la forma de realización de la figura 1 se han descrito previamente. Como se muestra en la FIG. 5A, el sistema de generación de energía solar 500 incluye múltiples elementos de conmutación W51-W55. El circuito de interruptor de derivación 140 está eléctricamente acoplado al panel solar SP1 mediante los elementos de conmutación W51, W52, W53, y está eléctricamente acoplado al otro panel solar SP2 mediante los elementos de conmutación W51, W54, W55. Los dos paneles solares SP1 y SP2 están acoplados en paralelo eléctricamente entre sí. En el modo de prueba, si todos los elementos de conmutación W51-W55 están encendidos, el sistema de generación de energía solar 500 puede proporcionar la energía eléctrica de prueba a ambos paneles solares SP1 y SP2. El dispositivo de prueba D (p. ej., la cámara termográfica o el analizador de espectro) puede detectar simultáneamente las características eléctricas o el estado físico de ambos paneles solares SP1 y SP2.

[0024] Si los elementos de conmutación W51, W52, W53 están encendidos, y los elementos de conmutación W54, W55 están apagados, el sistema de generación de energía solar 500 proporcionará solamente la energía eléctrica de prueba al panel solar SP1. De forma similar, si los elementos de conmutación W51, W54, y W55 están encendidos, y los elementos de conmutación W52 y W53 están apagados, el sistema de generación de energía solar 500 proporcionará solamente la energía eléctrica de prueba al panel solar SP2. La unidad de control 120 puede controlar el circuito de interruptor de derivación 140 para que cambie entre estados diferentes solo cuando la diferencia de tensión entre el convertidor de CC a CA 110 y el panel solar SP es cero. En otras formas de realización, como se muestra en la FIG. 5B, el sistema de generación de energía solar 500 está eléctricamente acoplado a los paneles solares SP1 y SP2 mediante los elementos de conmutación W51, W52, W54 para probar selectivamente diferentes paneles solares SP1 y SP2 (es decir, los elementos de conmutación W53 y W55 no son necesarios). El funcionamiento de los elementos de conmutación W51, W52, W54 es similar a las formas de realización anteriores. En algunas formas de realización, el circuito de interruptor de derivación 140 mostrado en las figuras 5A y 5B puede incluir un elemento de conmutación bidireccional, tal como un interruptor de transistor bipolar de puerta aislada (IGBT por sus siglas en inglés) 541 o un relé 542, pero no está limitado a lo anterior.

[0025] En una forma de realización, como se muestra en la FIG. 5A, el sistema de generación de energía solar 500 detecta el valor de la corriente que pasa a través de los elementos de conmutación W52 y W54 mediante los sensores de corriente 521a y 521b, respectivamente, y calcula un valor de la corriente que pasa a través del elemento de conmutación W51. El funcionamiento de los sensores de corriente 521a y 521b es similar a la forma de realización anterior descrita en la FIG. 2A. Los sensores de corriente 521a y 521b están eléctricamente acoplados a la unidad de control 120, y proporcionan los datos de detección a la unidad de control 120. En una forma de realización, como se muestra en la FIG. 5B, el sistema de generación de energía solar 500 detecta el valor de la corriente que pasa a través de los elementos de conmutación W51 y W54 mediante los sensores de corriente 521c y 521d, y calcula el valor de la corriente que pasa a través del elemento de conmutación W52.

[0026] En algunas formas de realización, la unidad de control 120 usa el valor de corriente de prueba obtenido por todos los sensores de corriente 521a y 521b. La unidad de control 120 compara todos los valores de corriente de prueba con el valor de corriente de referencia, controla el convertidor de CC a CA 110 según el resultado de la comparación y cambia el nivel de tensión o el valor de corriente que corresponde a la energía eléctrica de prueba. En algunas formas de realización, si uno de los valores de corriente de prueba es mayor que el valor de corriente de referencia (o si la unidad de control 120 encuentra que el valor de corriente de prueba más alto es mayor que el valor de corriente de referencia), la unidad de control 120 controlará el convertidor de CC a CA 110 para reducir la energía eléctrica de prueba. Este método de control es útil para evitar daños en los paneles solares que se están probando.

[0027] Cuando se prueba un gran número de paneles solares, la eficiencia del convertidor de CC a CA en el modo de generación de energía se puede mejorar acoplando el convertidor de CC a CA del sistema de generación de energía solar en paralelo con múltiples conjuntos de convertidores de CC a CC, y también acoplando los múltiples conjuntos de convertidores de CC a CC y múltiples conjuntos de paneles solares en paralelo. En las figuras 6A y 6B, elementos y principios similares relacionados con la forma de realización de la FIG. 1 se han descrito previamente.

[0028] Como se muestra en la FIG. 6A, el convertidor de CC a CA 110 está acoplado eléctricamente a dos conjuntos de convertidores de CC a CC 130A y 130B. El circuito de interruptor de derivación 140 está eléctricamente acoplado a los elementos de conmutación WA1 y WB1 a través de dos vías, respectivamente. El elemento de conmutación WA1 está eléctricamente acoplado a los paneles solares SP1 y SP2 mediante los elementos de conmutación WA2 y WA4, respectivamente, y está eléctricamente acoplado a los elementos de conmutación WA3 y WA5. El elemento de conmutación WB1 está eléctricamente acoplado a los paneles solares SP3 y SP4 mediante los elementos de conmutación WB2 y WA4, respectivamente, y está eléctricamente acoplado a los elementos de conmutación WB3 y WB5. El circuito de interruptor de derivación 140 incluye un

elemento de interruptor de derivación 641 (p. ej., interruptor IGBT) y dos elementos de conducción unidireccional 142. Cuando el elemento de interruptor de derivación 641 está controlado para ser encendido por la unidad de control 120, los paneles solares SP1-SP4 se pueden probar en un método similar a las formas de realización descritas anteriormente. De forma similar en la FIG. 6B, el circuito de interruptor de derivación 140 incluye dos elementos de interruptor de derivación 641 y 642 (p. ej., interruptores IGBT) acoplados entre sí y un elemento de conducción unidireccional 142. Cuando el elemento de interruptor de derivación 641 y los elementos de conmutación correspondientes WA1-WA5 se encienden, el sistema de generación de energía solar 600 prueba los paneles solares SP1-SP2. Por otro lado, cuando el elemento de interruptor de derivación 642 y los elementos de conmutación correspondientes WB1-WB5 se encienden, el sistema de generación de energía solar 600 prueba los paneles solares SP3-SP4. En algunas otras formas de realización, el sistema de generación de energía solar 600 puede incluir un grupo de elementos de interruptor de derivación 641 y 642 para cada uno de los paneles solares SP1 y SP2, respectivamente, y es capaz de cambiar los paneles solares SP1 y SP2 individualmente entre el modo de prueba y el modo de generación de energía.

[0029] En una forma de realización, como se muestra en las figuras 6A y 6B, el sistema de generación de energía solar 600 detecta, mediante los sensores de corriente 621a y 621b, el valor de la corriente que pasa a través de los elementos de conmutación WA2 y WA4 acoplados al panel solar SP2, respectivamente, y calcula el valor de la corriente que pasa a través de los elementos de conmutación WA1. De forma similar, el sistema de generación de energía solar 600 detecta, mediante los sensores de corriente 621c y 621d, el valor de la corriente que pasa a través de los elementos de conmutación WB2 y WB4 acoplados al panel solar SP4, y calcula el valor de la corriente que pasa a través del elemento de conmutación WB1. Además, el sensor de corriente puede estar dispuesto entre los elementos de conmutación WA1 y WA4, y puede usarse para calcular el valor de la corriente que pasa a través del elemento de conmutación WA2.

[0030] Las características de "circuito de interruptor de derivación" y los "elementos de interruptor de derivación" en la presente descripción no se limitan a las mostradas en las figuras 1 a 6B. Un circuito que pueda formar una vía, en el modo de prueba, para transmitir la energía eléctrica de prueba entre el convertidor de CC a CA y el panel solar, se puede usar como el "circuito de interruptor de derivación" y los "elementos de interruptor de derivación". En la FIG. 7A, elementos y principios similares relacionados con la forma de realización de la figura 5A se han descrito previamente. Como se muestra en la figura, en algunas formas de realización, el circuito de interruptor de derivación 740 se puede implementar en o implementar por el interruptor IGBT. En el modo de prueba, la unidad de control 120 controla el interruptor IGBT que se va a encender, de modo que la energía eléctrica de prueba se transmita al panel solar SP1 o el panel solar SP2 a través del circuito de interruptor de derivación 740. El convertidor de CC a CC 130 en el sistema de generación de energía solar 700 incluye un diodo 131. En este momento, el diodo parásito en el interruptor IGBT se puede usar como diodo. Específicamente, el diodo 131 se puede implementar por un diodo parásito del interruptor IGBT en el circuito de interruptor de derivación 740. El diodo 131 y el interruptor IGBT también están acoplados en paralelo (similar al circuito en la FIG. 5A). La FIG. 7B es un diagrama esquemático del sistema de generación de energía solar 700 según diferentes formas de realización de la presente descripción. Componentes y principios similares relacionados con la forma de realización de la figura 6B se han descrito previamente. El circuito de interruptor de derivación mostrado en la figura incluye elementos de interruptor de derivación 741 y 742. Los diodos parásitos en los elementos de interruptor de derivación 741 y 742 se pueden usar como diodos 131A y 131B en los convertidores de CC a CC 130A y 130B, respectivamente.

[0031] Como se muestra en la FIG. 8, en esta forma de realización, el circuito de interruptor de derivación 840 y el convertidor de CC a CC 130 del sistema de generación de energía solar 800 están acoplados eléctricamente a un interruptor controlado 850 y a los elementos de conmutación WA, WB, WC. Además, el convertidor de CC a CC 130 incluye también dos interruptores de conmutación Ta y Tb. Los terminales de control de los interruptores Ta y Tb están eléctricamente acoplados a la unidad de control 120, y están controlados por la unidad de control 120 para encender o apagar los mismos. En el modo de generación de energía, los elementos de conmutación WA, WB, WC y los interruptores Ta, Tb se controlan para encender los mismos, y el circuito de interruptor de derivación 840 y el interruptor controlado 850 se apagan. En este momento, el diodo parásito en el circuito de interruptor de derivación 840 será usado como el diodo 131 en el convertidor de CC a CC 130. La energía fotoeléctrica generada por los paneles solares SP1 y SP2 se puede emitir a la red eléctrica externa E a través del diodo parásito del interruptor controlado 850, el convertidor de CC a CC 130, y el convertidor de CC a CA 110. Dicho de manera alternativa, el diodo 131 está configurado para permitir la transmisión de la energía fotoeléctrica desde los paneles solares SP1 y/o SP2 al convertidor de CC a CA 110.

[0032] En el modo de prueba, el circuito de interruptor de derivación 840, el interruptor controlado 850, los elementos de conmutación WA, WB, WC están encendidos, y los interruptores de conmutación Ta y Tb están apagados, de modo que el convertidor de CC a CC 130 esté apagado. El convertidor de CC a CA 110 usa energía de la red eléctrica externa E para proporcionar la energía eléctrica de prueba a los paneles solares SP1 y SP2 a través del circuito de interruptor de derivación 840 y el interruptor controlado encendido 850.

[0033] De manera similar a las formas de realización precedentes, en una forma de realización como se muestra en la FIG. 8, el sistema de generación de energía solar 100 detecta el valor de la corriente que pasa a través de

los elementos de conmutación WA y WB acoplados al panel solar SP2 usando los sensores de corriente 821a y 821b, respectivamente, y puede calcular el valor de la corriente que pasa a través del elemento de conmutación WC.

REIVINDICACIONES

1. Método de prueba para probar un sistema de generación de energía solar (100, 500, 600, 700, 800), donde el sistema de generación de energía solar (100, 500, 600, 700, 800) comprende un panel solar (SP, SP1-SP4) y un convertidor de corriente continua a corriente alterna (CC a CA) (110, 110A-110E), donde cuando el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) está en un modo de generación de energía, una energía fotoeléctrica generada por el panel solar (SP, SP1-SP4) se proporciona a una red eléctrica externa (E) mediante el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E), caracterizado por el hecho de que, el método de prueba comprende:
 - proporcionar el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) en un modo de prueba, donde el modo de prueba es diferente al modo de generación de energía;
controlar el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) para obtener una energía eléctrica de la red eléctrica externa (E) y para generar una energía eléctrica de prueba sin proporcionar la energía fotoeléctrica a la red eléctrica externa (E); y
 - proporcionar la energía eléctrica de prueba al panel solar (SP, SP1-SP4), de modo que un dispositivo de prueba obtenga un resultado de prueba del panel solar (SP, SP1-SP4) cuando la energía eléctrica de prueba pasa a través del panel solar (SP, SP1-SP4).
2. Método de prueba según la reivindicación 1, donde el sistema de generación de energía solar (100, 500, 600, 700, 800) comprende además un convertidor de corriente continua a corriente continua (DC a DC) (130, 130A, 130B) acoplado eléctricamente entre el panel solar (SP, SP1-SP4) y el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E), donde cuando el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) está en el modo de generación de energía, el convertidor de CC a CC (130, 130A, 130B) convierte una primera tensión de CC (Vs) en una segunda tensión de CC (Vc), y la segunda tensión de CC es convertida por el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) en una tensión de salida de CA provista a la red eléctrica externa (E), donde el método de prueba comprende además:
 - proporcionar un circuito de interruptor de derivación (140, 740, 840) acoplado eléctricamente entre el panel solar (SP, SP1-SP4) y el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E), donde el circuito de interruptor de derivación (140, 740, 840) está acoplado en paralelo eléctricamente con el convertidor de CC a CC (130, 130A, 130B); y
 - cuando el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) está en el modo de prueba, controlar el circuito de interruptor de derivación (140, 740, 840) para encender el mismo, de modo que la energía eléctrica de prueba se transmita desde el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) al panel solar (SP, SP1-SP4) a través del circuito de interruptor de derivación (140, 740, 840).
3. Método de prueba según la reivindicación 2, donde el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) está configurado para cambiar del modo de generación de energía al modo de prueba, donde el método de prueba comprende, además:
 - controlar el circuito de interruptor de derivación (140, 740, 840) para cambiar de un estado de apagado a un estado de encendido para permitir una transmisión de la energía eléctrica de prueba del convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) al panel solar (SP, SP1-SP4) a través del circuito de interruptor de derivación (140, 740, 840).
4. Método de prueba según la reivindicación 3, donde el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) está configurado para finalizar el modo de prueba para volver al modo de generación de energía, donde el método de prueba comprende:
 - controlar el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) para dejar de generar la energía eléctrica de prueba;
detectar una diferencia de tensión entre el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) y el panel solar (SP, SP1-SP4); y
 - controlar el circuito de interruptor de derivación (140, 740, 840) para cambiar del estado de encendido al estado de apagado para finalizar la prueba modo.
5. Método de prueba según cualquiera según las reivindicaciones 1 a 4, que comprende, además:
 - detectar un valor de la energía eléctrica de prueba provista al panel solar (SP, SP1-SP4) cuando el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) está en el modo de prueba.
6. Método de prueba según cualquiera según las reivindicaciones 1 a 5, que comprende, además:
 - proporcionar un sensor de corriente (521a-521d) para detectar un valor de corriente de prueba;
comparar el valor de corriente de prueba suministrado por el sensor de corriente (521a-521d) con un valor de corriente de referencia para generar un resultado de comparación; y
 - controlar el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) según el resultado de la comparación para ajustar un nivel de tensión o un valor de corriente que corresponde a la energía eléctrica de prueba.
7. Sistema de generación de energía solar, **caracterizado por el hecho de que comprende:**

un convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) acoplado eléctricamente entre una red eléctrica externa (E) y un panel solar (SP, SP1-SP4); y una unidad de control (120) eléctricamente acoplada al convertidor de CC a CA (110, 110A-110E), y configurada para controlar el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) para cambiar entre un modo de generación de energía y un modo de prueba, donde cuando el convertidor de CC a CA está en el modo de generación de energía, una energía fotoeléctrica generada por el panel solar (SP, SP1-SP4) se proporciona a la red eléctrica externa (E) mediante el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E), y donde cuando el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) está en el modo de prueba, la unidad de control (120) está configurada para controlar el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) para generar una energía eléctrica de prueba al obtener energía de la red eléctrica externa (E) sin proporcionar la energía fotoeléctrica a la red eléctrica externa (E), y proporcionar la energía eléctrica de prueba al panel solar (SP, SP1-SP4) para efectuar un resultado de prueba del panel solar (SP, SP1-SP4) cuando la energía eléctrica de prueba pasa a través del panel solar (SP, SP1-SP4).

8. Sistema de generación de energía solar según la reivindicación 7, donde el sistema de generación de energía solar comprende además un convertidor de CC a CC (130, 130A, 130B) acoplado eléctricamente entre el panel solar (SP, SP1-SP4) y el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E), donde el convertidor de CC a CC (130, 130A, 130B) está configurado para generar una primera tensión de CC (Vs) y convertir la primera tensión de CC (Vs) en una segunda tensión de CC (Vc) cuando el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) está en un modo de generación de energía, y donde el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) está configurado para convertir la segunda tensión de CC (Vc) en una tensión de salida de CA provista a la red eléctrica externa (E).

9. Sistema de generación de energía solar según la reivindicación 8, donde el sistema de generación de energía solar comprende además un circuito de interruptor de derivación (140, 740, 840) acoplado en paralelo eléctricamente con el convertidor de CC a CC (130, 130A, 130B) y entre el panel solar (SP, SP1-SP4) y el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E), y donde el circuito de interruptor de derivación (140, 740, 840) además está eléctricamente acoplado a la unidad de control (120) de manera que cuando el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) está en el modo de prueba, la unidad de control (120) controla el circuito de interruptor de derivación (140, 740, 840) para encender el mismo para permitir una transmisión de la energía eléctrica de prueba desde el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) al panel solar (SP, SP1-SP4) a través del circuito de interruptor de derivación (140, 740, 840).

10. Sistema de generación de energía solar según la reivindicación 9, donde el convertidor de CC a CC (130, 130A, 130B) comprende un diodo acoplado en paralelo eléctricamente con el circuito de interruptor de derivación (140, 740, 840), y el diodo está configurado para permitir una transmisión de una energía fotoeléctrica desde el panel solar (SP, SP1-SP4) al convertidor de CC a CA (110, 110A-110E).

11. Sistema de generación de energía solar según la reivindicación 9 o 10, donde el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) está configurado para cambiar del modo de generación de energía al modo de prueba por la unidad de control (120) que controla el circuito de interruptor de derivación (140, 740, 840) para cambiar de un estado de apagado a un estado de encendido, y que controla además el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) para obtener una energía de la red eléctrica externa (E) para generar la energía eléctrica de prueba.

12. Sistema de generación de energía solar según la reivindicación 11, donde el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) está configurado además para finalizar el modo de prueba para volver al modo de generación de energía, que mediante la unidad de control (120):

controla el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) para dejar de generar la energía eléctrica de prueba; detecta una diferencia de tensión entre el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) y el panel solar (SP, SP1-SP4); y controla el circuito de interruptor de derivación (140, 740, 840) para cambiar del estado de encendido al estado de apagado.

13. Sistema de generación de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, que comprende además:

un sensor de corriente (521a-521d) configurado para detectar un valor de corriente de prueba de la energía eléctrica de prueba provista al panel solar (SP, SP1-SP4) cuando el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) está en el modo de prueba.

14. Sistema de generación de energía solar según la reivindicación 13, donde la unidad de control (120) está configurada además para comparar el valor de corriente de prueba con un valor de corriente de referencia para generar un resultado de comparación; y controlar el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) según el resultado de la comparación para ajustar un nivel de tensión o un valor de corriente que corresponde a la energía eléctrica de prueba.

15. Sistema de generación de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 14, donde el convertidor de CC a CA (110, 110A-110E) es un convertidor de CC a CA bidireccional.

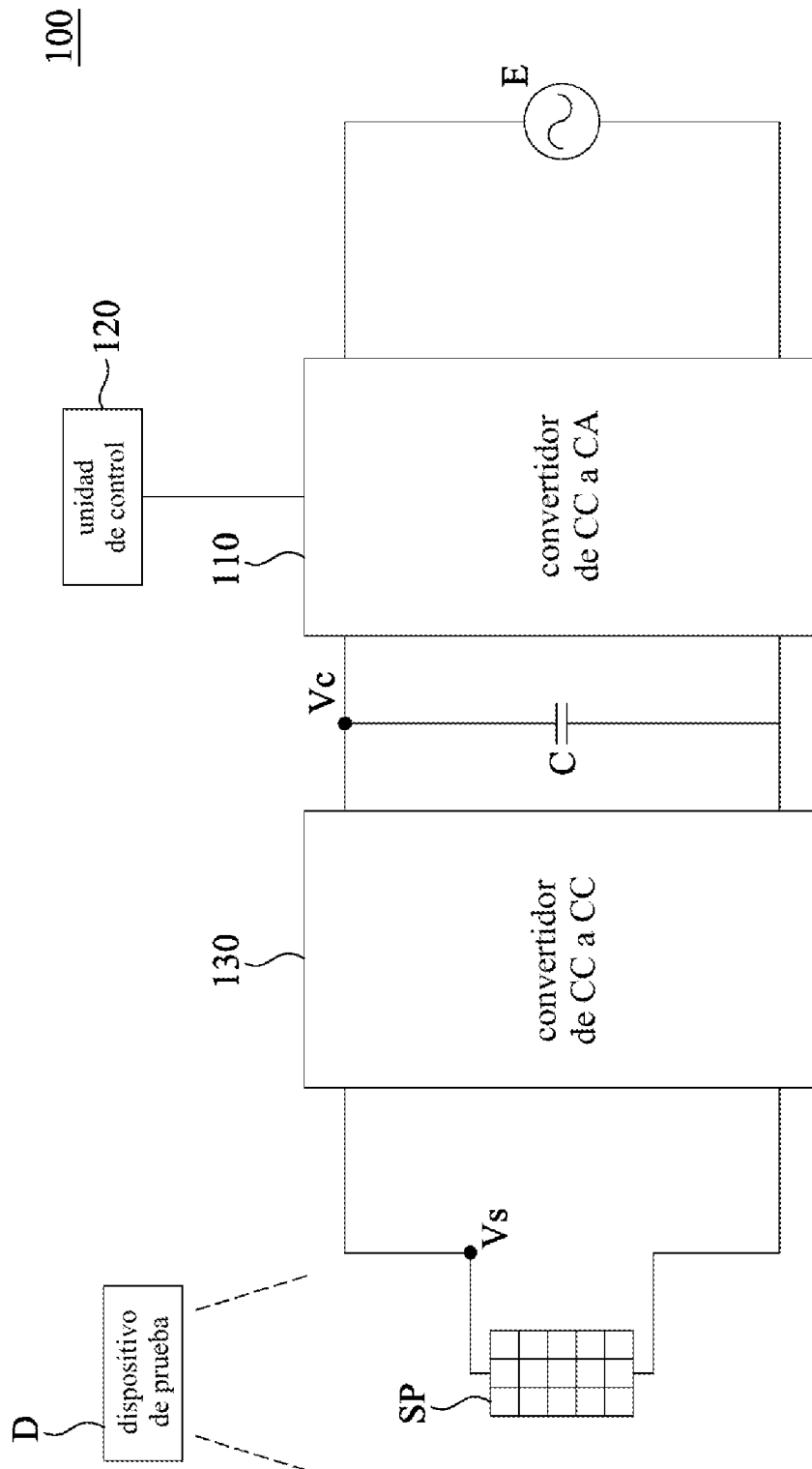


Fig. 1

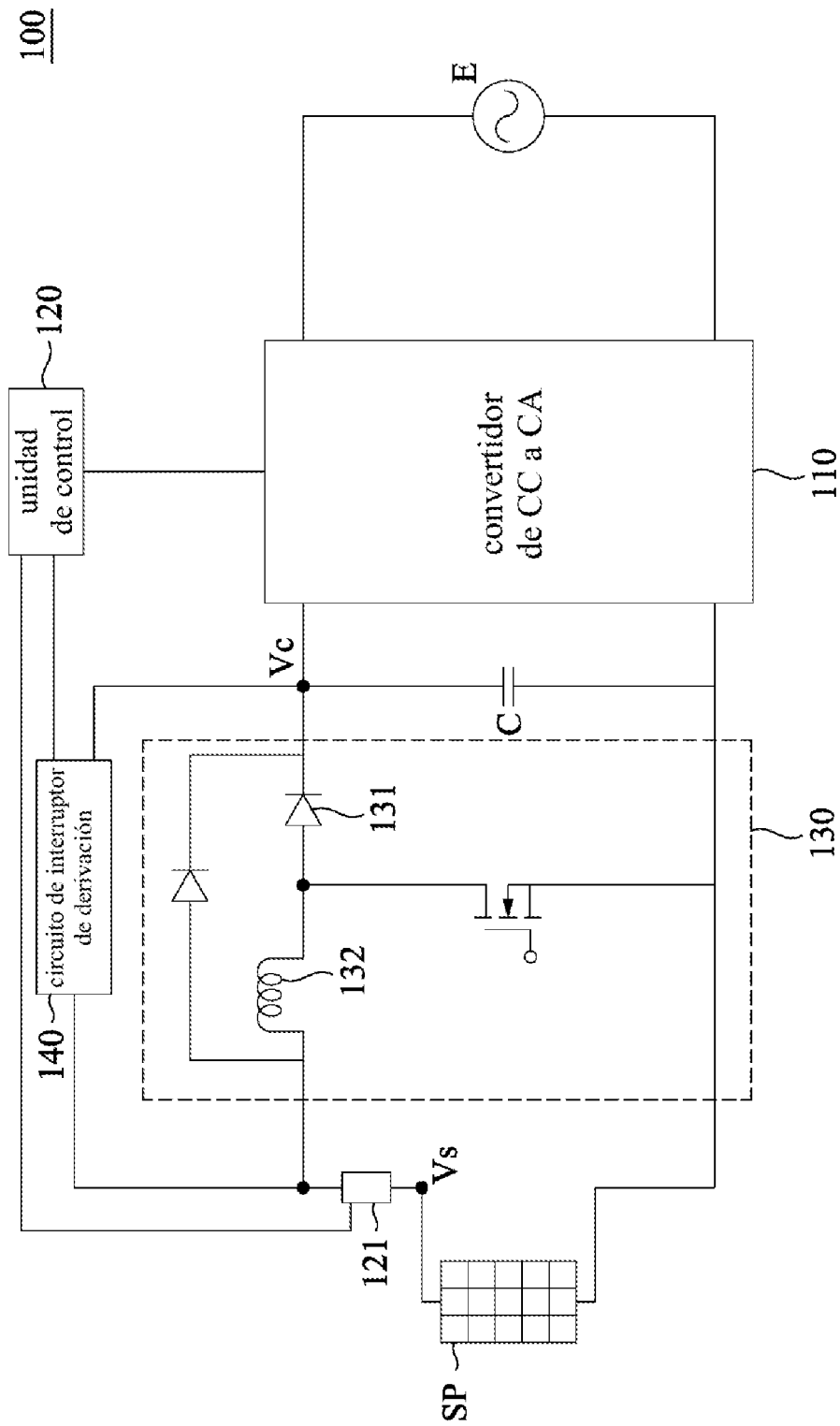


Fig. 2A

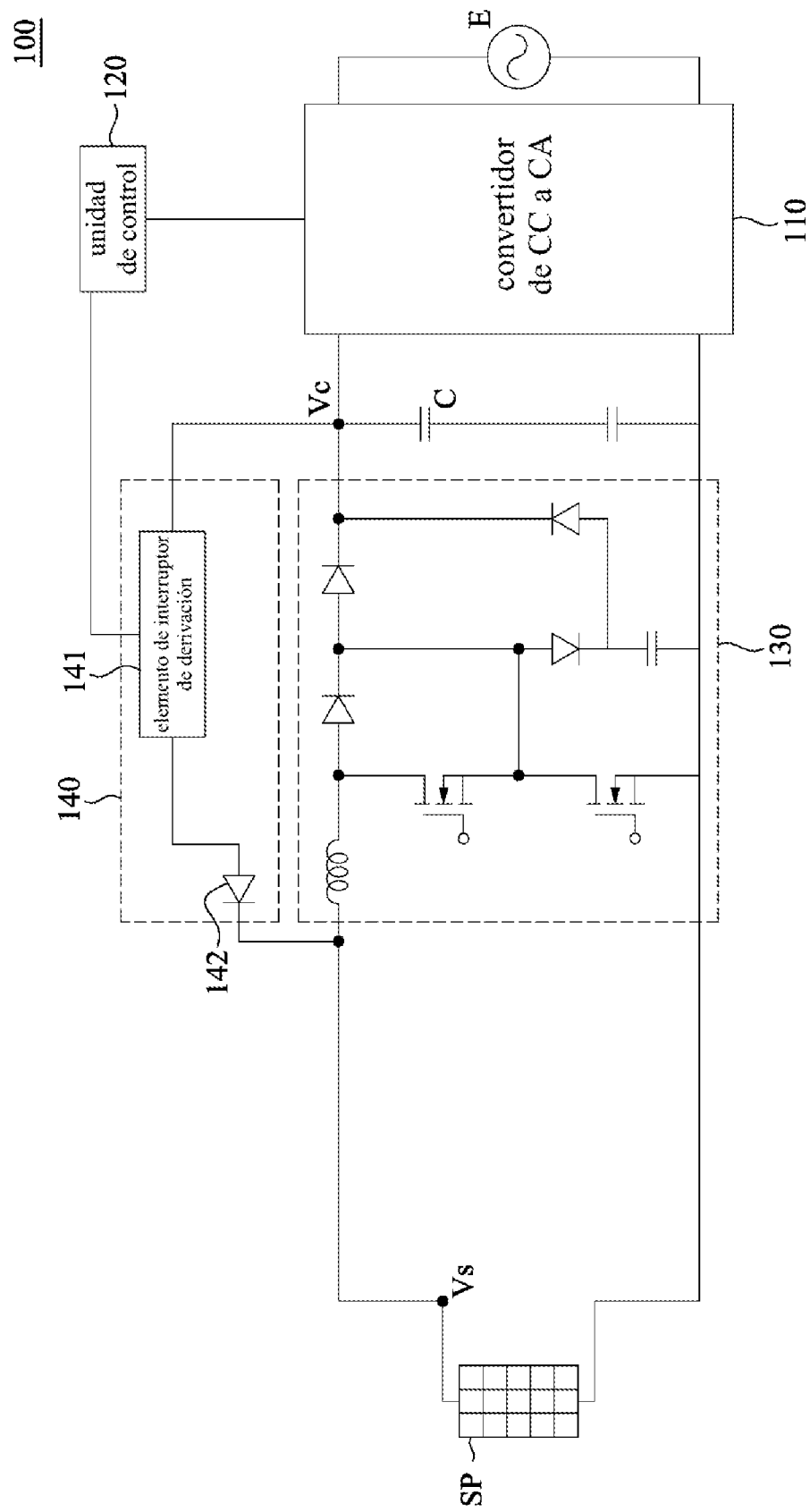


Fig. 2B

110B

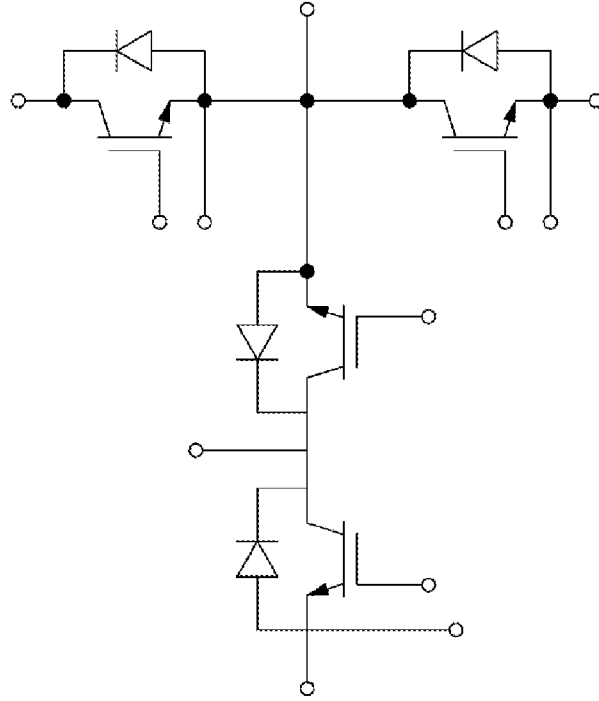


Fig. 3B

110A

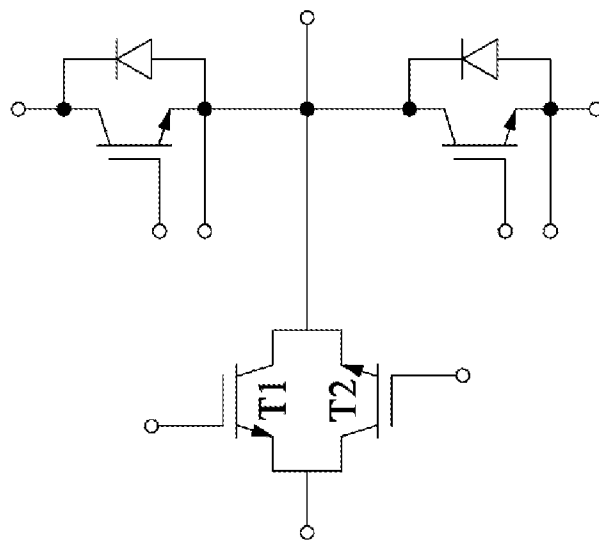


Fig. 3A

110C

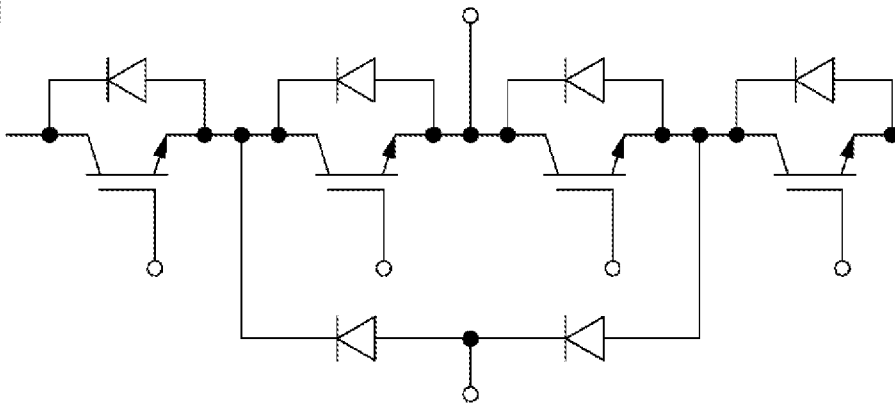


Fig. 3C

110D

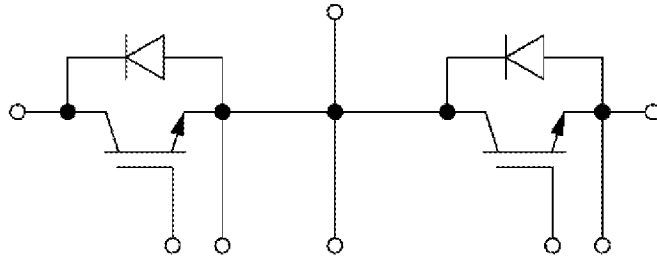


Fig. 3D

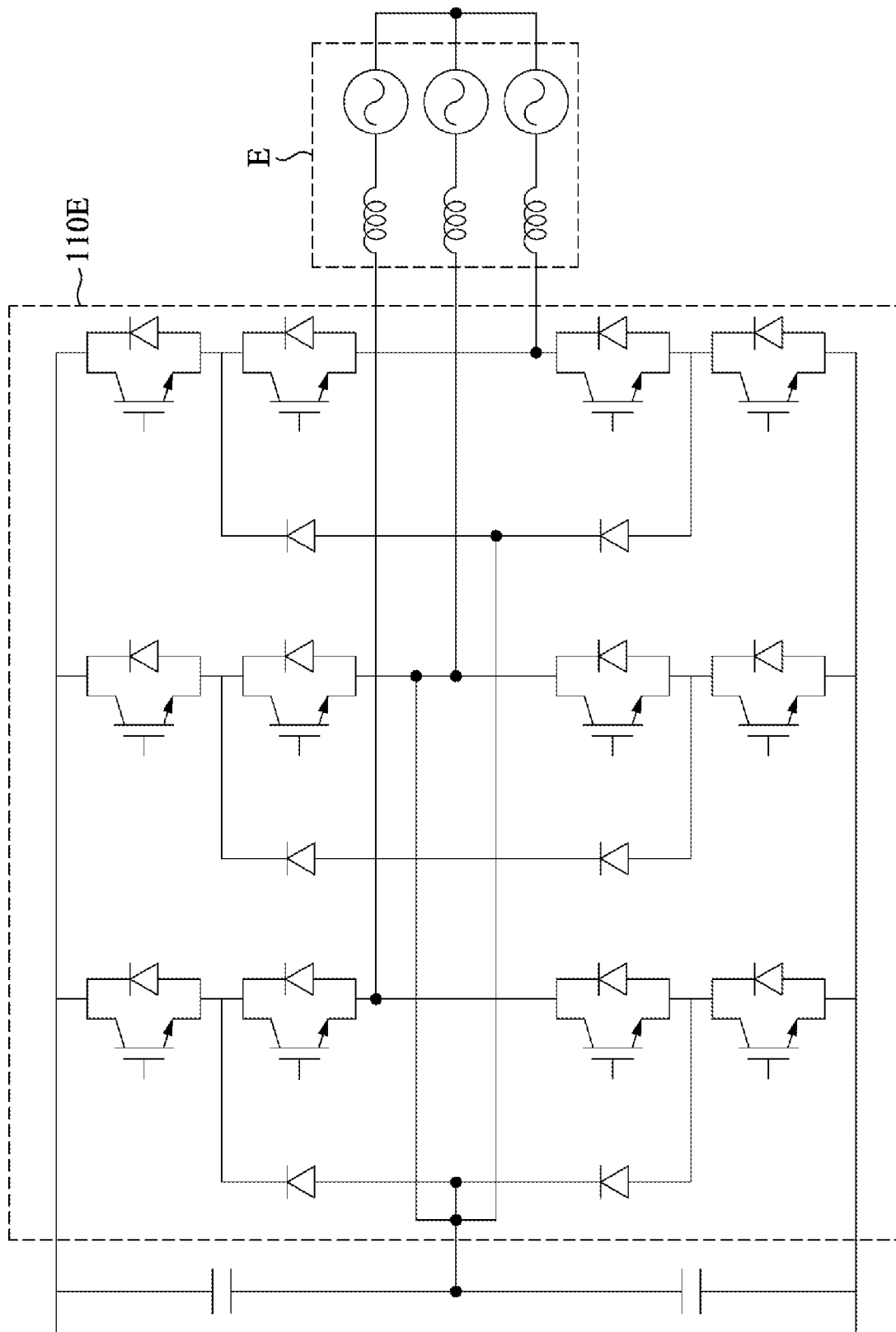


Fig. 3E

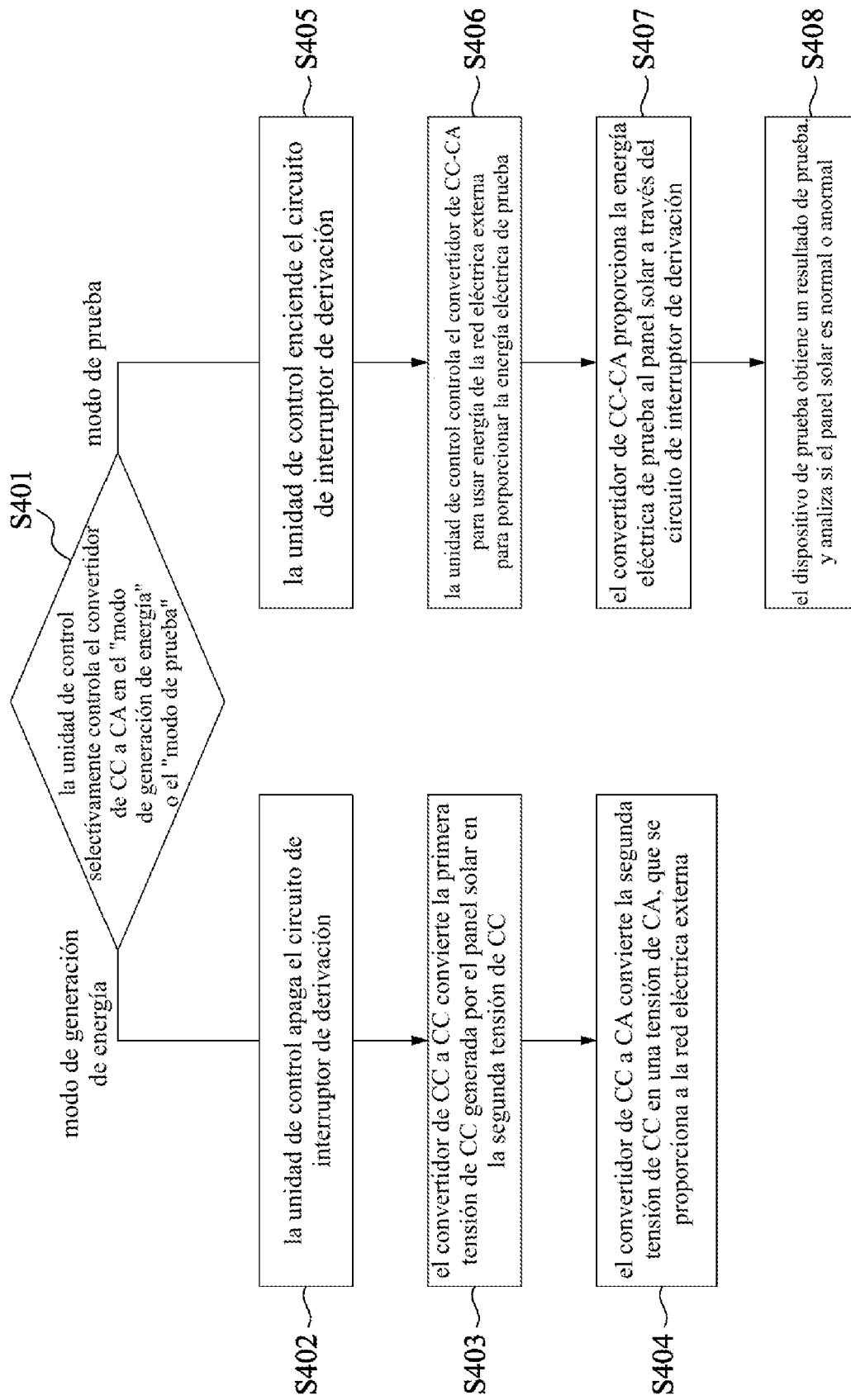


Fig. 4

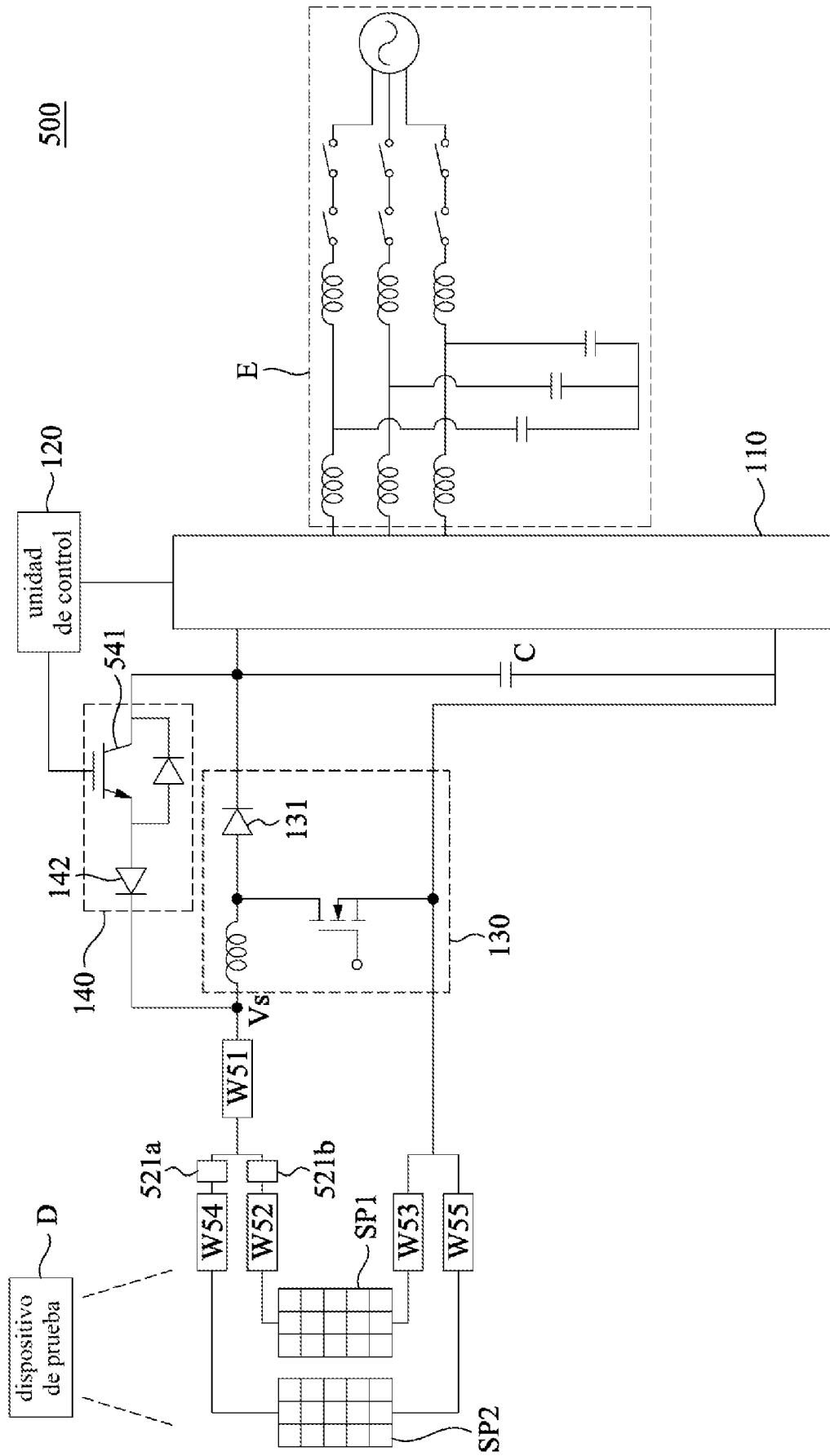


Fig. 5A

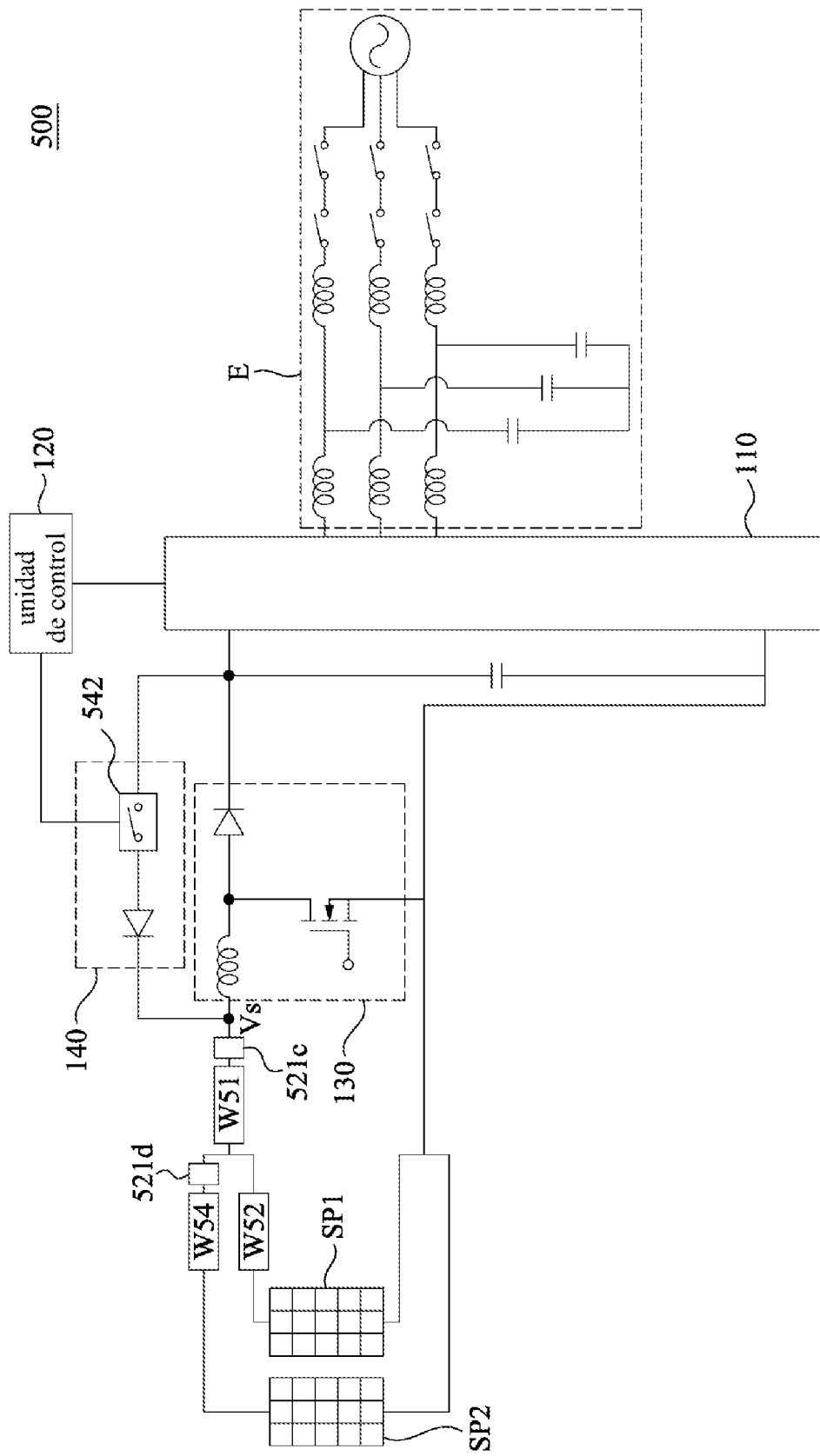
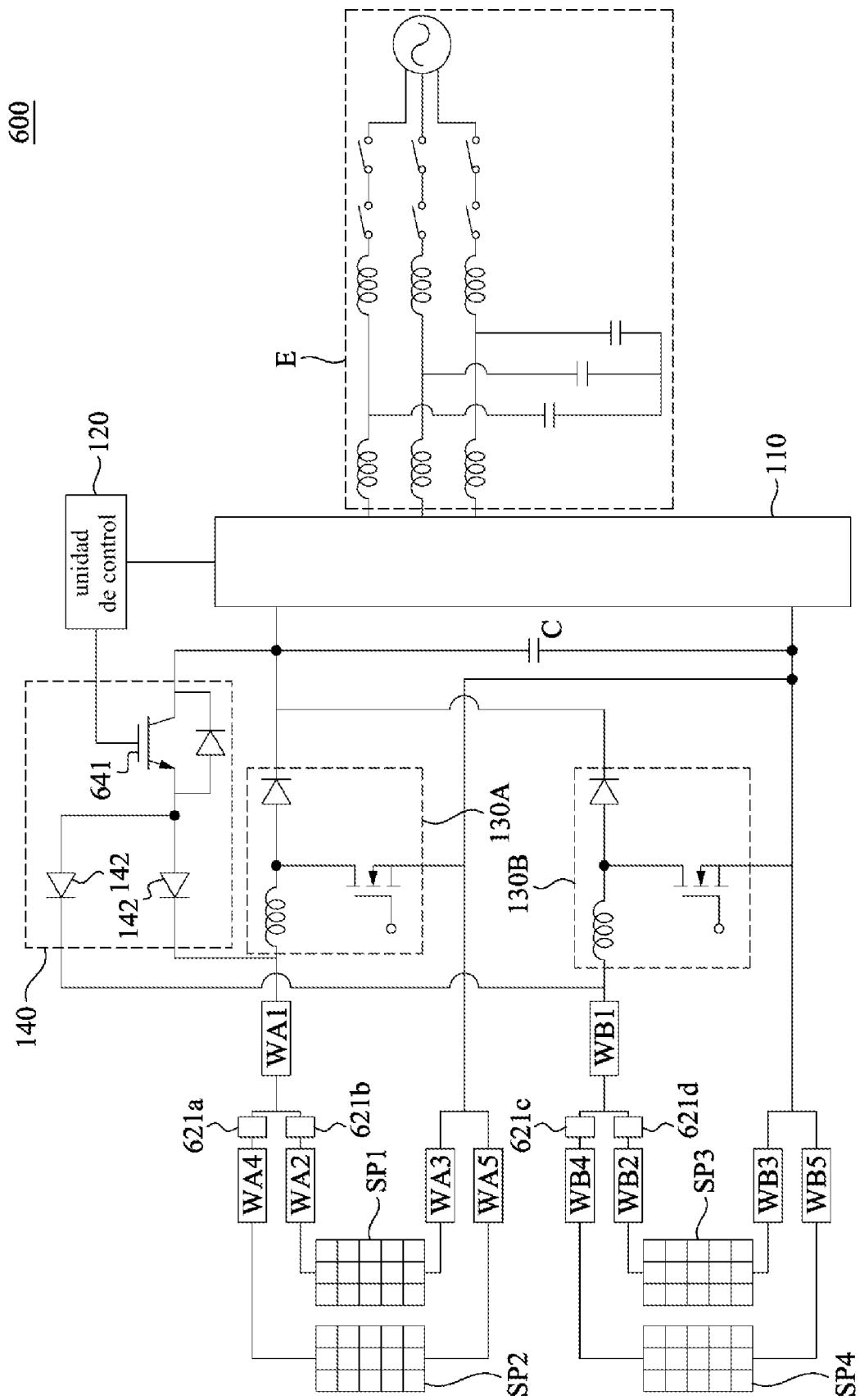


Fig. 5B



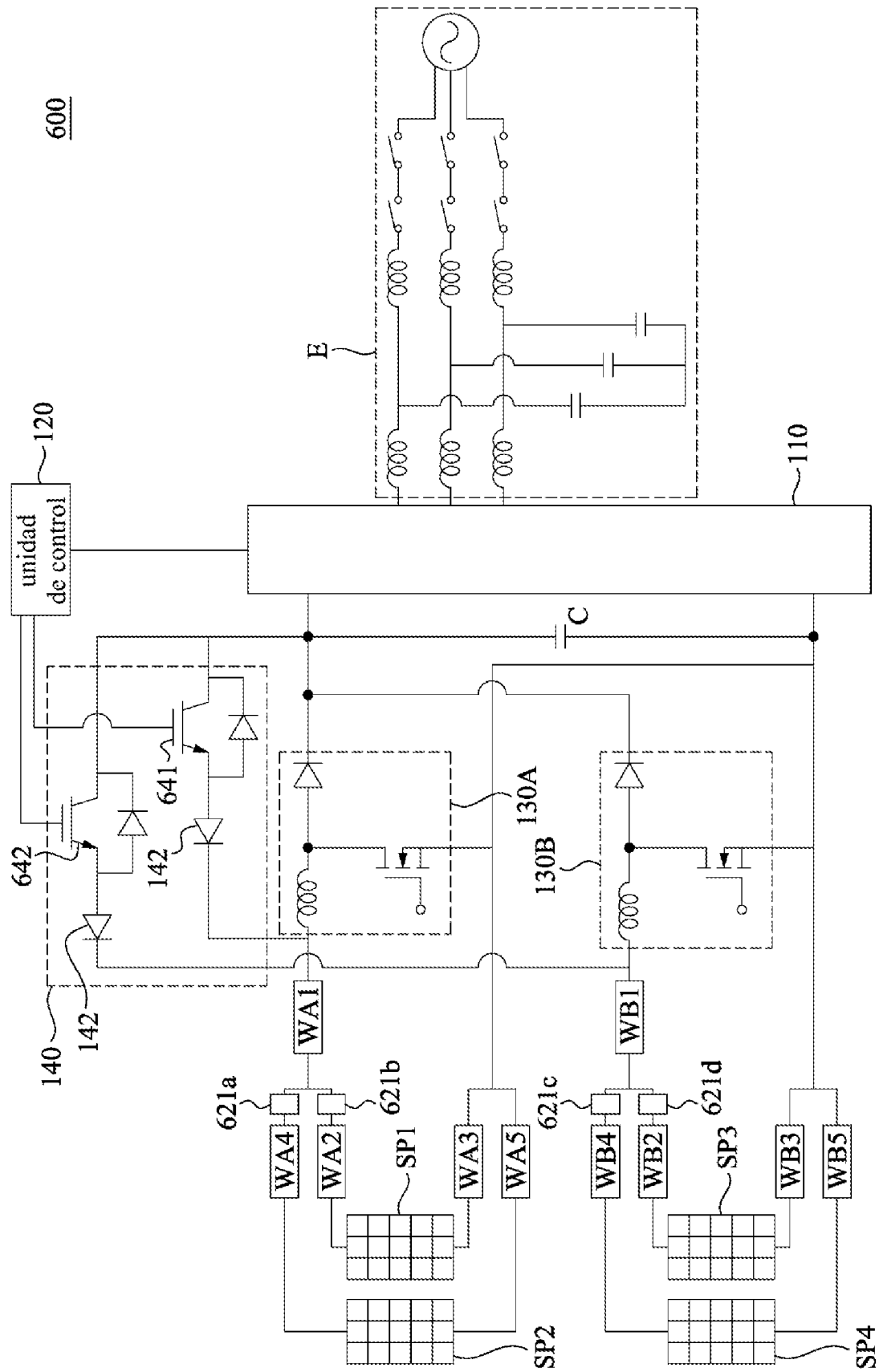


Fig. 6B

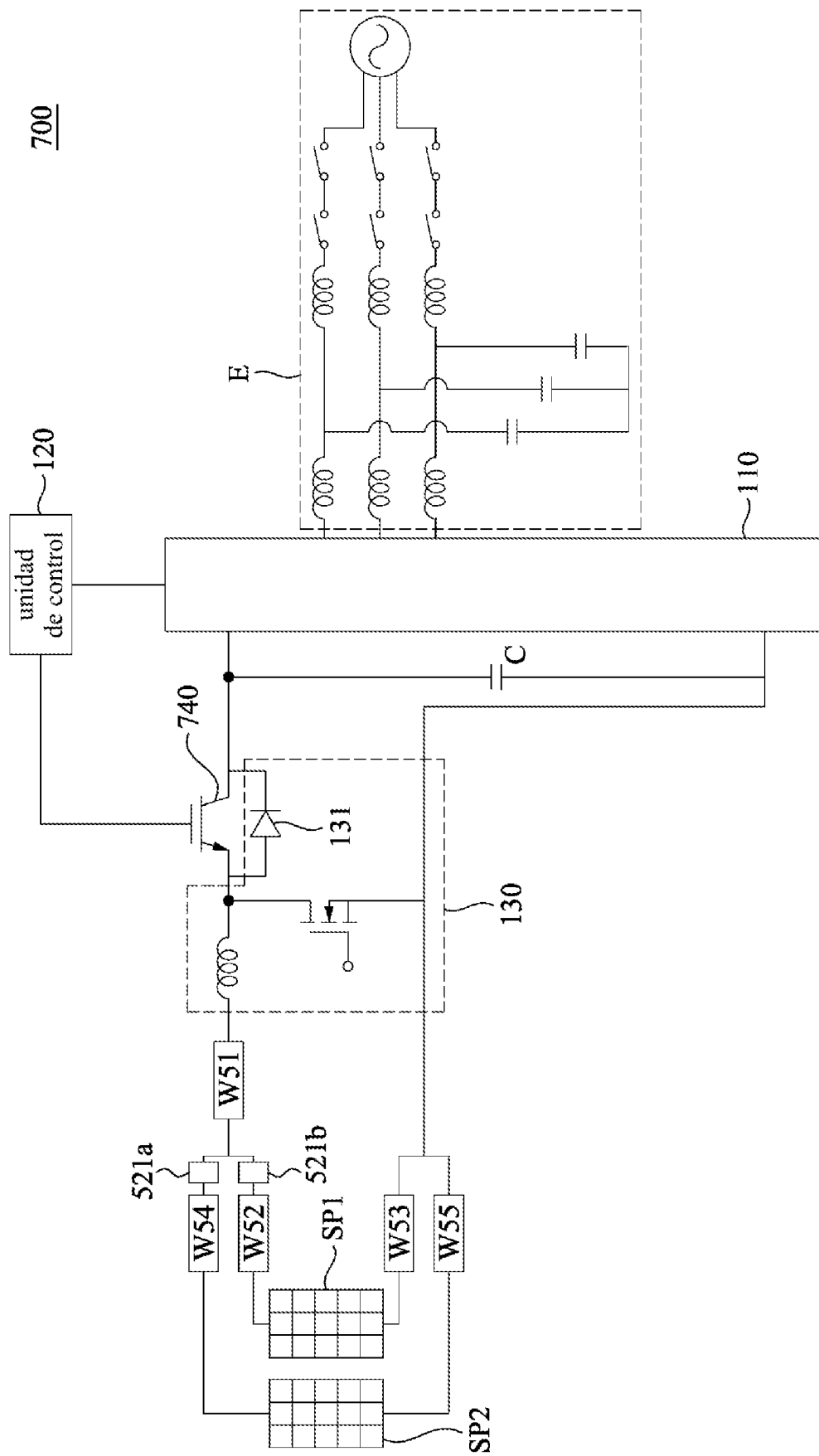


Fig. 7A

700

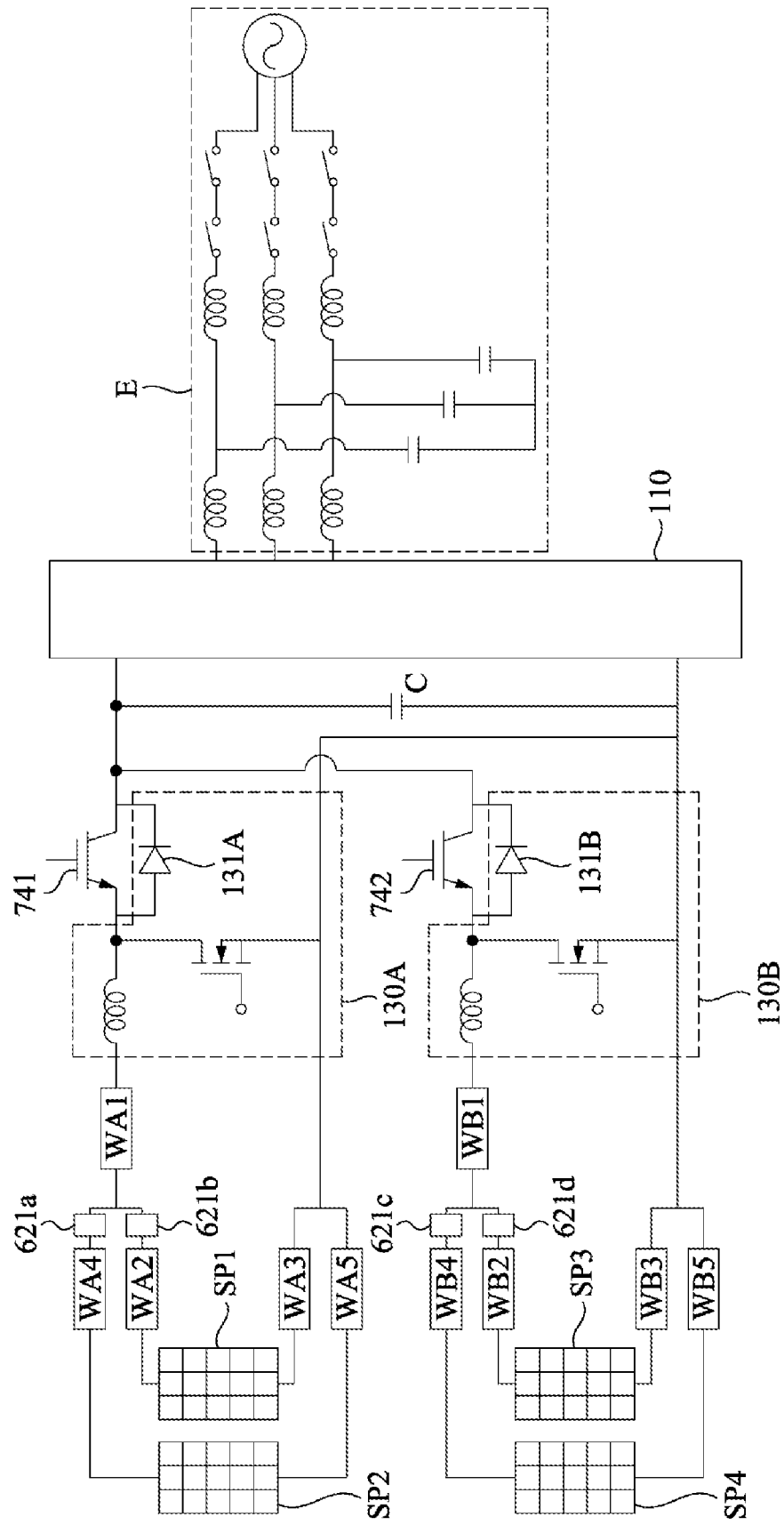


Fig. 7B

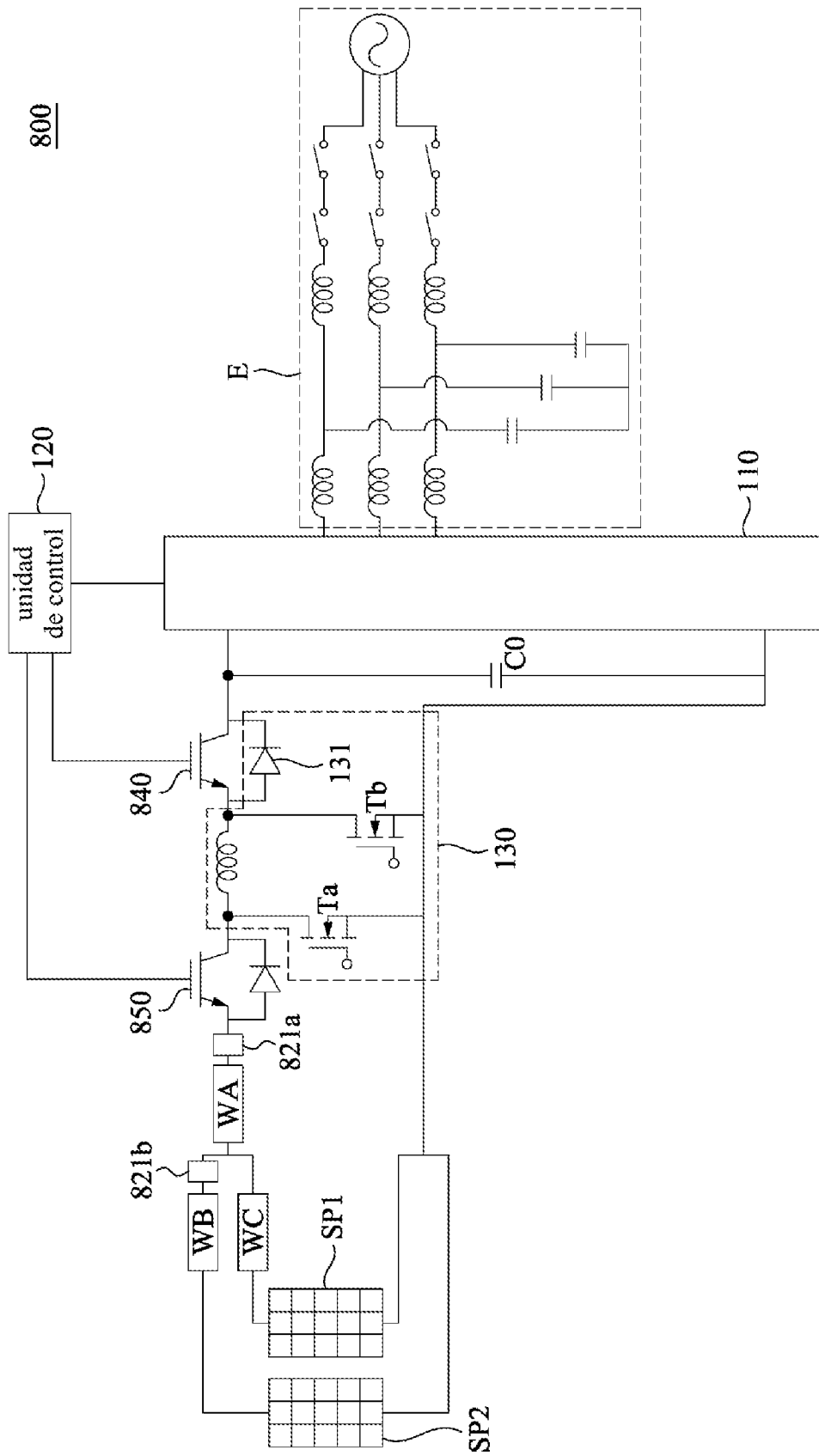


Fig. 8