(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 785 681**

(51) Int. CI.:

H02J 7/00	(2006.01)	***H02M 7/44***	(2006.01)
H02J 3/38	(2006.01)	***H02M 7/5387***	(2007.01)
G01R 27/18	(2006.01)	***H02M 1/00***	(2006.01)
H02M 1/32	(2007.01)		
G01R 31/40	(2010.01)		
G01R 15/14	(2006.01)		
G05B 15/02	(2006.01)		
H02H 3/16	(2006.01)		
H02M 3/04	(2006.01)		
H02M 3/158	(2006.01)		

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2017 E 17164475 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 3267553**

(54) Título: **Dispositivo de conversión de potencia y procedimiento de detección del valor de impedancia de tierra**

(30) Prioridad:

07.07.2016 TW 105121488

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.10.2020

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

TSAI, TSUNG-HAN;
HOU, PO-JEN;
KU, CHEN-WEI y
LIN, XIN-HUNG

(74) Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

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

Dispositivo de conversión de potencia y procedimiento de detección del valor de impedancia de tierra

Antecedentes de la Invención

Campo técnico

La presente divulgación se refiere a un convertidor de potencia, y en particular, a un convertidor de potencia que es capaz de detectar un valor de impedancia de tierra.

Descripción de la técnica relacionada

En el sistema de generación de energía solar hoy en día, para sincronizarse con la red, se requieren dispositivos de conversión de potencia para convertir la salida de potencia de DC por el módulo solar PV a potencia de AC.

Sin embargo, si la falla de tierra ocurre en el dispositivo de conversión de potencia, puede generarse la corriente de fuga y resulta en la falla o accidente del dispositivo. Por lo tanto, se necesita una función de detección de impedancia de tierra para el dispositivo de conversión de potencia para garantizar el funcionamiento normal del dispositivo

En el documento US 2016/091554 A1, se divulga un procedimiento y un aparato para determinar una impedancia de falla de tierra. En el documento WO 2016/049856 A1, se divulga un dispositivo de detección de seguridad de un inversor conectado a la red aplicado en un sistema inversor fotovoltaico. En el documento EP 1235339 A2, se divulga un sistema de detección de corriente de fuga para una instalación fotovoltaica.

Sumario

Se divulgan los aspectos de la invención en las reivindicaciones independientes 1 y 17.

Breve descripción de los dibujos

La divulgación puede entenderse más completamente al leer la siguiente descripción detallada de las realizaciones, con referencia hecha a los dibujos acompañantes como sigue:

La Figura 1 es un diagrama que ilustra un dispositivo de conversión de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 2 es un diagrama que ilustra un circuito de detección de aislamiento de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 3A y la Figura 3B son diagramas que ilustran un circuito de detección de aislamiento en funcionamiento de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 4 es un diagrama que ilustra un circuito de detección de aislamiento de acuerdo con algunas otras realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 5 es un diagrama que ilustra un dispositivo de conversión de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 6 es un diagrama de diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de detección del valor de impedancia de tierra de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 7 es un diagrama de diagrama de flujo que ilustra una etapa del procedimiento de detección del valor de impedancia de tierra mostrado en la Figura 6 de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación.

Descripción detallada

Las realizaciones descritas en la presente memoria son mediante ejemplos, y no pretenden ser limitantes. Pueden incluirse alternativas, modificaciones y equivalentes dentro del espíritu y ámbito de la divulgación como se define por las reivindicaciones adjuntas. Los dibujos no se dibujan a escala y no pretenden limitar las realizaciones reales de la presente divulgación. Siempre que sea posible, los mismos números de referencia se usan en los dibujos y la descripción para referirse a las mismas partes o similares para la mejor comprensión. Aunque las etapas del procedimiento se divulgan en la presente memoria como una serie de actos o eventos, algunas pueden ocurrir en diferentes órdenes y/o simultáneamente con otros actos o eventos aparte de los descritos en la presente memoria. El término "acoplado" y "conectado" puede usarse para indicar que dos o más elementos cooperan o interactúan entre sí, y puede denominarse además acoplado/conectado eléctricamente. Loa términos "primero", "segundo", etc., se usan para distinguir un elemento de otro.

Se hace referencia a la Figura 1, puede aplicarse un circuito de conversión de potencia 100 en un sistema de generación de energía solar para convertir una salida de potencia de DC desde los paneles solares PV a potencia de

AC. Un terminal de entrada del dispositivo de conversión de potencia 100 se acopla eléctricamente a los módulos de generación de energía solar PV 220, 240, y se configura para recibir las tensiones de entrada de DC Vin1, Vin2 proporcionados por los módulos de generación de energía solar PV 220, 240 respectivamente, y convierte las tensiones de entrada de DC Vin1, Vin2 a una tensión de AC Vac. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la salida de tensión de AC Vac por el dispositivo de conversión de potencia 100 puede sincronizarse a una red 300 para suministrar energía a la red 300. En adición, en algunas realizaciones, la salida de tensión de AC Vac por el dispositivo de conversión de potencia 100 puede suministrar además energía directamente a las cargas locales con dispositivos de almacenamiento de energía.

El dispositivo de conversión de potencia 100 incluye circuitos de conversión de dc-dc 120, 140, un circuito de detección de aislamiento 160, un circuito de conversión de dc-ac 180 y una unidad de condensador C1. Los terminales de salida de los circuitos de conversión de dc-dc 120 y 140 se acoplan en paralelo entre sí, y se acoplan eléctricamente a la unidad de condensador C1. El circuito de conversión de dc-ac 180 se acopla eléctricamente a los circuitos de conversión de dc-dc 120, 140. El circuito de detección de aislamiento 160 se acopla eléctricamente entre los circuitos de conversión de dc-dc 120, 140 y el circuito de conversión de dc-ac 180.

Se nota que, para la conveniencia de explicación, sólo dos conjuntos de los módulos de generación de energía solar PV 220, 240 y los circuitos de conversión de dc-dc 120, 140 correspondientes se ilustran en la Figura 1, pero la presente divulgación no se limita a los mismos. Específicamente, en algunas realizaciones, el sistema de generación de energía solar PV puede incluir tres o más conjuntos de módulos de generación de energía solar PV, y el dispositivo de conversión de potencia 100 incluye el circuito de conversión de dc-dc correspondiente para cada conjunto del módulo de generación de energía solar PV.

En algunas realizaciones, los circuitos de conversión de dc-dc 120, 140 se configuran para convertir las tensiones de entrada de dc Vin1, Vin2 proporcionadas por los módulos de generación de energía solar PV 220, 240 a la tensión de bus de dc Vbus respectivamente. Por ejemplo, los circuitos de conversión de dc-dc 120, 140 pueden incluir convertidores de refuerzo o convertidores máximo-mínimo para aumentar las tensiones de entrada de dc Vin1, Vin2. Indicado alternativamente, en algunas realizaciones, el nivel de tensión de la tensión de bus de dc Vbus es mayor que o igual al nivel de tensión de las tensiones de entrada de dc Vin1, Vin2. Específicamente, cuando las tensiones de entrada de dc Vin1, Vin2 son bajas, los circuitos de conversión de dc-dc 120, 140 realizan la operación de refuerzo, y el nivel de tensión de la tensión de bus de dc Vbus es mayor que el nivel de tensión de las tensiones de entrada de dc Vin1, Vin2. En adición, en algunos estados, cuando los módulos de generación de energía solar PV 220, 240 suministran energía suficiente y las tensiones de entrada de dc Vin1, Vin2 proporcionadas exceden el nivel de tensión preestablecido de la tensión de bus de dc Vbus, los circuitos de conversión de dc-dc 120, 140 no realizan la conversión de refuerzo adicional, y el nivel de tensión de la tensión de bus de dc Vbus es igual al nivel de tensión de las tensiones de entrada de dc Vin1, Vin2.

En adición, cuando la condición de radiación solar cambia u ocurre el blindaje parcial, los circuitos de conversión de dc-dc 120, 140 correspondientes pueden controlar los módulos de generación de energía solar PV 220, 240 operados en diferentes puntos de operación de potencia para obtener la salida de potencia máxima, para realizar el seguimiento del punto de potencia máxima (MPPT). En algunas realizaciones, el dispositivo de conversión de potencia 100 se configura para que los terminales de salida de cada uno de los conjuntos de circuitos de conversión de dc-dc 120, 140 se acoplen en paralelo a una unidad de condensador C1 para emitir la tensión de bus de dc Vbus al circuito de conversión de dc-ac 180, de manera que los módulos de generación de energía solar PV 220, 240 pueden operar con la eficiencia máxima para aumentar la eficiencia de generación de energía general del sistema.

Como se muestra en la figura, un primer terminal de la unidad de condensador C1 se acopla eléctricamente a la línea de alimentación positiva, y un segundo terminal de la unidad de condensador C1 se acopla eléctricamente a la línea de alimentación negativa. Por lo tanto, la tensión de bus de dc Vbus almacenada por la unidad de condensador C1 puede proporcionarse a través de la línea de alimentación positiva y la línea de alimentación negativa desde los circuitos de conversión de dc-dc 120, 140 al circuito de conversión de dc-ac 180.

Por lo tanto, el circuito de conversión de dc-ac 180 puede convertir la tensión de bus de dc Vbus a la tensión de ac Vac y emitir la tensión de ac Vac a la red 300 o proporcionar a las cargas locales.

En algunas realizaciones, el circuito de detección de aislamiento 160 dispuesto entre los circuitos de conversión de dc-dc 120, 140 y el circuito de conversión de dc-ac 180 puede recibir la tensión de bus de dc Vbus desde los terminales de salida de los circuitos de conversión de dc-dc 120, 140, y detectar un valor de impedancia de tierra del dispositivo de conversión de potencia 100 de acuerdo con la tensión de bus de dc Vbus.

Por lo tanto, ya que el circuito de detección de aislamiento 160 detecta el valor de impedancia de tierra del dispositivo de conversión de potencia 100 de acuerdo con la tensión de bus de dc Vbus que se aumenta a un nivel de tensión alto, el circuito de detección de aislamiento 160 puede todavía detectar el valor de impedancia de tierra del dispositivo de conversión de potencia 100 de manera precisa incluso si los niveles de tensión de las tensiones de entrada de dc Vin1, Vin2 son bajos (tal como de la baja capacidad de generación de energía, por ejemplo, durante la madrugada, el atardecer, o el clima nublado).

En adición, incluso si el dispositivo de conversión de potencia 100 incluye múltiples entradas y múltiples conjuntos de los circuitos de conversión de dc-dc 120, 140 correspondientes, sólo se requiere un circuito de detección de aislamiento 160 para detectar el valor de impedancia de tierra, y no hay necesidad de disponer múltiples circuitos de detección de aislamiento 160 para cada una de las entradas. Por lo tanto, el costo de disposición y el área del circuito del dispositivo de conversión de potencia 100 pueden reducirse.

Con referencia a la Figura 2, en algunas realizaciones, el circuito de detección de aislamiento 160 incluye una unidad de procesamiento 162, resistencias R1, R2, una resistencia de detección Rd, y una unidad de conmutación S1. La resistencia R1 se acopla eléctricamente al primer terminal de la unidad de condensador C1. La unidad de conmutación S1 se acopla eléctricamente a la resistencia R1 en el nodo N1, y se acopla eléctricamente al segundo terminal de la unidad de condensador C1. La resistencia R2 se acopla eléctricamente a la resistencia R1 y la unidad de conmutación S1 en el nodo N1, y se acopla eléctricamente al terminal de tierra. La resistencia de detección Rd se acopla eléctricamente entre el terminal de tierra y el segundo terminal de la unidad de condensador C1.

Generalmente, el valor de impedancia de tierra del dispositivo de conversión de potencia 100 es considerablemente grande. Sin embargo, cuando la impedancia de tierra se daña en algún lugar en la máquina, o una materia extraña 400 provoca una falla de tierra del dispositivo de conversión de potencia 100, como se muestra en la Figura 2, la materia extraña 400 tiene una tensión de fuga Vlk y una resistencia de fuga Rlk a la tierra, en la que la tensión de fuga Vlk indica la tensión de la ubicación donde la materia extraña 400 contacta a la máquina. Si es posible detectar el valor de impedancia de la resistencia de fuga Rlk, puede conocerse el valor de impedancia de tierra del dispositivo de conversión de potencia 100 en el momento.

En algunas realizaciones, la unidad de procesamiento 162 se configura para controlar la unidad de conmutación S1 para encenderse o apagarse y calcular el valor de impedancia de tierra de acuerdo con la tensión cruzada Vd de la resistencia de detección Rd. Específicamente, la unidad de procesamiento 162 controla la unidad de conmutación S1 para encenderse o apagarse selectivamente, y detecta respectivamente la tensión cruzada Vd de la resistencia de detección Rd cuando la unidad de conmutación S1 se enciende y cuando la unidad de conmutación S1 se apaga, para calcular el valor de impedancia de tierra de acuerdo con la tensión cruzada Vd. Por ejemplo, la unidad de procesamiento 162 puede lograr detectar la tensión cruzada Vd de la resistencia de detección Rd mediante el uso de diversos elementos sensores de tensión o corriente. Un experto en la técnica puede comprender cómo implementar la detección de tensión mencionada anteriormente y por lo tanto se omite el detalle adicional en la presente memoria en aras de brevedad.

Con referencia a la Figura 3A, cuando la unidad de conmutación S1 se enciende, la resistencia R2 y la resistencia de detección Rd se acoplan entre sí en paralelo. En ese momento, en base al circuito mostrado en la Figura 3A, la unidad de procesamiento 162 puede obtener una ecuación de la tensión de fuga Vlk y la resistencia de fuga Rlk a tierra desconocidas de acuerdo con la tensión cruzada Vd de la resistencia de detección Rd.

Cuando la unidad de conmutación S1 se apaga, como se muestra en la Figura 3B, la resistencia R1, la resistencia R2 y la resistencia de detección Rd se acoplan entre sí en serie. En base al circuito mostrado en la Figura 3B, la unidad de procesamiento 162 puede obtener otra ecuación de la tensión de fuga Vlk y la resistencia de fuga Rlk a tierra desconocidas de acuerdo con la tensión cruzada Vd de la resistencia de detección Rd.

Ya que los parámetros de las resistencias R1, R2 y la resistencia de detección Rd ya se conocen, y la tensión de bus de dc Vbus puede obtenerse por elementos de detección de tensión, la unidad de procesamiento 162 puede realizar el cálculo de acuerdo con las dos ecuaciones para obtener la tensión de fuga Vlk y la resistencia de fuga Rlk desconocidas. Por lo tanto, el circuito de detección de aislamiento 160 puede detectar el valor de impedancia de tierra por la operación de encender/apagar la unidad de conmutación S1 y realizar los cálculos respectivos.

Por la operación mencionada anteriormente, el circuito de detección de aislamiento 160 puede detectar y calcular el valor de impedancia de tierra del dispositivo de conversión de potencia 100. En adición, en algunas realizaciones, el circuito de detección de aislamiento 160 puede configurarse además para emitir una señal de advertencia cuando el valor de impedancia de tierra es más bajo que un valor límite de seguridad predeterminado. Por ejemplo, el circuito de detección de aislamiento 160 puede notificar a un usuario que hay el valor de impedancia de tierra anormal detectado, al otorgar una señal de advertencia, o detener el funcionamiento del dispositivo de conversión de potencia 100 para prevenir posible daño o accidente del dispositivo.

Se nota que el circuito de detección de aislamiento 160 puede realizarse de diversos modos, y el circuito mostrado en la Figura 2, la Figura 3A y la Figura 3B son simplemente uno de los posibles modos para lograr el circuito de detección de aislamiento 160. Por ejemplo, en algunas realizaciones, las resistencias R1, R2 y la resistencia de detección Rd pueden acoplarse eléctricamente en diferentes relaciones en comparación con las realizaciones mostradas en la Figura 2. Un experto en la técnica puede derivar las dos ecuaciones correspondientes de la tensión de fuga Vlk y la resistencia de fuga Rlk a tierra en base al análisis de la red eléctrica de los circuitos fundamentales, para diseñar la unidad de procesamiento 162 correspondiente para realizar el cálculo para obtener la tensión de fuga Vlk y la resistencia de fuga Rlk desconocidas.

Con referencia a la Figura 4, en algunas realizaciones, el circuito de detección de aislamiento 160 incluye además una resistencia R3. La resistencia R3 se acopla eléctricamente entre el terminal de tierra y la resistencia de detección Rd. Específicamente, ya que la tensión de bus de dc Vbus puede aumentarse a un nivel de tensión relativamente alto (por ejemplo, 500-600V), para evitar que la señal de tensión recibida por la unidad de procesamiento 162 sea demasiado grande y dañe los elementos, se dispone la resistencia R3 y se diseña adecuadamente la impedancia de la resistencia R3 para la división de tensión, de manera que la tensión cruzada Vd entre dos terminales de la resistencia de detección Rd se mantiene dentro de una región de operación de tensión adecuada para proteger la unidad de procesamiento 162. De manera similar, el circuito mostrado en la Figura 4 es además simplemente una posible implementación del circuito de detección de aislamiento 160 y no pretende limitar la presente divulgación.

Con referencia a la Figura 5, en algunas realizaciones, los circuitos de conversión de dc-dc 120, 140 pueden incluir un convertidor de refuerzo. Por ejemplo, el circuito de conversión de dc-dc 120 puede incluir una unidad capacitiva 121, una unidad inductiva 123, una unidad de conmutación 125 y unidades de diodos 127, 129. La unidad capacitiva 121 se acopla eléctricamente en paralelo al terminal de entrada del circuito de conversión de dc-dc 120. Un primer terminal de la unidad inductiva 123 se acopla eléctricamente a un primer terminal de la unidad capacitiva 121. Un primer terminal de la unidad de conmutación 125 se acopla eléctricamente a un segundo terminal de la unidad inductiva 123. Un segundo terminal de la unidad de conmutación 125 se acopla eléctricamente a un segundo terminal de la unidad capacitiva 121. Un primer terminal de la unidad de diodo 127 se acopla eléctricamente al segundo terminal de la unidad inductiva 123. Un segundo terminal de la unidad de diodo 127 se acopla eléctricamente al terminal de salida del circuito de conversión de dc-dc 120. Un primer terminal de la unidad de diodo 129 se acopla eléctricamente al primer terminal de la unidad inductiva 123. Un segundo terminal de la unidad de diodo 129 se acopla eléctricamente al segundo terminal de la unidad de diodo 127.

Por lo tanto, como una terminal de control de la unidad de conmutación 125 que recibe la señal de conmutación SS1 correspondiente, el circuito de conversión de dc-dc 120 puede emitir la tensión de bus de dc Vbus con la cooperación de la unidad capacitiva 121, la unidad inductiva 123, la unidad de conmutación 125, y las unidades de diodos 127 y 129.

De manera similar, el circuito de conversión de dc-dc 140 puede incluir además la unidad capacitiva 141 correspondiente, la unidad inductiva 143, la unidad de conmutación 145 y las unidades de diodos 147, 149. La relación estructural y el funcionamiento de los elementos del circuito en el circuito de conversión de dc-dc 140 son similares a los elementos del circuito en el circuito de conversión de dc-dc 120, y por lo tanto se omite la explicación adicional en aras de brevedad.

Cuando la potencia generada por los módulos de generación de energía solar PV 220, 240 es suficiente, y la tensión de entrada de dc Vin1 y Vin2 exceden el nivel de tensión preestablecido de la tensión de bus de dc Vbus, la tensión de entrada de dc Vin1 puede proporcionarse a través de la ruta de la unidad inductiva 123 y la unidad de diodo 127, o la unidad de diodo 129, a la unidad de condensador C1. La tensión de entrada de dc Vin2 puede proporcionarse además a través de la ruta de la unidad inductiva 143 y la unidad de diodo 147, o la unidad de diodo 149, a la unidad de condensador C1. En consecuencia, el nivel de tensión de la tensión de dc Vbus es capaz de ser igual al nivel de tensión de la tensión de entrada de dc Vin1 y Vin2.

Como se muestra en la Figura 5, en algunas realizaciones, un circuito de conversión de dc-ac 180 se acopla eléctricamente al nodo N1 en el circuito de detección de aislamiento 160, en el que el circuito de conversión de dc-ac 180 y el circuito de detección de aislamiento 160 comparten la unidad de conmutación S1 para ser el conmutador en el circuito de conversión de dc-ac 180.

Específicamente, en algunas realizaciones, el circuito de conversión de dc-ac 180 incluye una pluralidad de conmutadores, y se configura para convertir la tensión de bus de dc Vbus a la tensión de ac Vac por el funcionamiento correspondiente de los conmutadores. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 5, en algunas realizaciones, el circuito de conversión de dc-ac 180 puede incluir un convertidor de dc-ac de puente completo, y en el convertidor de dc-ac de puente completo, la unidad de conmutación S1 se opera en acompañamiento con el funcionamiento de las unidades de conmutación S2, S3, y S4 para emitir la tensión de ac Vac.

Como se muestra en la Figura 5, en algunas realizaciones, en el nodo N1, el segundo terminal de la resistencia R1 y el primer terminal de la resistencia R2 se acoplan eléctricamente entre las unidades de conmutación S1 y S2 del circuito de conversión de dc-ac 180. Por lo tanto, el circuito de conversión de dc-ac 180 y el circuito de detección de aislamiento 160 pueden compartir la unidad de conmutación S1. En consecuencia, la unidad de conmutación S1 en el circuito de detección de aislamiento 160 se configura para ser el conmutador en el circuito de conversión de dc-ac 180 al mismo tiempo.

Indicado alternativamente, el circuito de detección de aislamiento 160 puede usar uno de los conmutadores (por ejemplo, la unidad de conmutación S1) en el circuito de conversión de dc-ac 180 como el conmutador en el circuito de detección de aislamiento 160. Al compartir el elemento, el diseño del circuito del dispositivo de conversión de potencia 100 puede simplificarse y la cantidad de elementos de conmutación requeridos se reduce, que reduce además el costo de fabricación y el tamaño del circuito.

Se nota que, aunque el convertidor de dc-ac de puente completo se aplica para realizar el circuito de conversión de dc-ac 180 en la realización mostrada en la Figura 5, la presente divulgación no se limita a la misma. Por ejemplo, en algunas otras realizaciones, el dispositivo de conversión de potencia 100 puede elegir además un convertidor de sujeción de punto neutro de tipo T (TNPC) u otros convertidores de dc-ac para realizar el circuito de conversión de dc-ac 180. De manera similar, el circuito de detección de aislamiento 160 puede compartir además la unidad de conmutación S1 con el circuito de conversión de dc-ac 180 implementado con diversas otras estructuras de circuito que proporcionan el costo de fabricación más bajo y reducen el tamaño del circuito.

Se nota que, en las realizaciones anteriores, la unidad de procesamiento 162 puede implementarse mediante diversos modos tales como mediante el uso de una unidad de microcontrolador (MCU), un Dispositivo lógico programable complejo (CPLD), o una matriz de puertas lógicas programable en campo (FPGA), etc. Las resistencias R1, R2, R3, y la resistencia de detección Rd, las unidades de conmutación S1-S4, las unidades capacitivas C1, 121, 141, las unidades inductivas 123, 143, las unidades de conmutación 125, 145, y las unidades de diodos 127, 129, 147, y 149 pueden implementarse además por los componentes electrónicos de potencia.

En adición, los elementos en las realizaciones anteriores pueden implementarse por diversos circuitos digitales o analógicos, y pueden implementarse además por diferentes chips de circuito integrado. Cada elemento puede integrarse además en un solo chip de control digital. El circuito de procesamiento puede realizarse además por diversos procesadores u otros chips de circuito integrado. La lista anterior es simplemente ejemplar y no pretende ser limitaciones de la presente divulgación.

Se hace referencia a la Figura 6, puede usarse un procedimiento de detección del valor de impedancia de tierra 600 en el dispositivo de conversión de potencia 100. Para la mejor comprensión de la presente divulgación, se discute el procedimiento de detección del valor de impedancia de tierra 600 en relación con las realizaciones mostradas en la Figura 1-Figura 5, pero no se limita a las mismas. Como se muestra en la Figura 6, el procedimiento de detección del valor de impedancia de tierra 600 incluye las etapas S610, S615, S620 y S630.

Primero, en la etapa S610, la tensión de entrada de dc Vin1 se convierte, por el circuito de conversión de dc-dc 120, a la tensión de bus de dc Vbus. En algunas realizaciones, en la etapa S610, pueden convertirse múltiples tensiones de entrada de dc Vin1, Vin2, por múltiples circuitos de conversión de dc-dc 120, 140, a la tensión de bus de dc Vbus. En algunas realizaciones, en la etapa S615, se proporciona un circuito de conversión de dc-ac 180 configurado para convertir la tensión de bus de dc Vbus a la tensión de ac Vac. Indicado alternativamente, la tensión de bus de dc Vbus se configura para convertirse a la tensión de ac Vac por el circuito de conversión de dc-ac 180.

A continuación, en la etapa S620, se recibe la tensión de bus de dc Vbus, por el circuito de detección de aislamiento 160. A continuación, en la etapa S630, se detecta el valor de la impedancia de tierra del dispositivo de conversión de potencia 100, por el circuito de detección de aislamiento 160, de acuerdo con la tensión de bus de dc Vbus.

En algunas realizaciones, el procedimiento de detección del valor de impedancia de tierra 600 incluye además la etapa S640. En la etapa S640, se emite la señal de advertencia, por el circuito de detección de aislamiento 160, cuando el valor de impedancia de tierra es más bajo que el valor límite de seguridad.

Se hace referencia a la Figura 7 que ilustra las etapas adicionales de la etapa 630 de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación. Las etapas adicionales de la etapa S630 incluyen las etapas S631, S632, S633, S634, S635 y S636.

Primero, en la etapa S631, se proporciona una tensión cruzada Vd a través de una resistencia de detección Rd.

A continuación, en la etapa S632, se controla la unidad de conmutación S1 del circuito de detección de aislamiento 160, por la unidad de procesamiento 162, para encenderse. A continuación, en la etapa S633, se emite la tensión cruzada Vd de la resistencia de detección Rd a la unidad de procesamiento 162 cuando la unidad de conmutación S1 se enciende.

A continuación, en la etapa S634, se controla la unidad de conmutación S1 del circuito de detección de aislamiento 160, por la unidad de procesamiento 162, para apagarse. A continuación, en la etapa S635, se emite la tensión cruzada Vd de la resistencia de detección Rd a la unidad de procesamiento 162 cuando la unidad de conmutación S1 se apaga.

En la eta S636, se calcula el valor de la impedancia de tierra, por la unidad de procesamiento 162, de acuerdo con la tensión cruzada Vd de la resistencia de detección Rd cuando la unidad de conmutación S1 se enciende y la tensión cruzada Vd de la resistencia de detección Rd cuando la unidad de conmutación S1 se apaga. Se nota que, en algunas realizaciones, el circuito de conversión de dc-ac 180 y el circuito de detección de aislamiento 160 comparten la unidad de conmutación S1 para ser el conmutador en el circuito de conversión de dc-ac 180.

En sumario, en la presente divulgación, se usa la tensión de bus de dc que puede aumentarse a un nivel de tensión relativamente alto por el circuito de detección de aislamiento 160 para detectar el valor de impedancia de tierra del circuito de conversión de potencia 100. El circuito de detección de aislamiento 160 puede todavía detectar el valor de impedancia de tierra del dispositivo de conversión de potencia 100 de manera precisa incluso si los niveles de tensión de las tensiones de entrada de dc Vin1, Vin2 son bajos (tales como debido a la baja capacidad de generación de

energía, por ejemplo, durante la madrugada, el tardecer, o el clima nublado), y por lo tanto se mejora la precisión de detección del valor de impedancia de tierra. En algunas realizaciones, mediante el circuito de detección de aislamiento 160 y el circuito de conversión de dc-ac 180 que comparten la unidad de conmutación S1, el diseño del circuito puede simplificarse, y se reducen el costo de fabricación y el tamaño del circuito del dispositivo de conversión de potencia 100 y el circuito de detección de aislamiento 160.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de conversión de potencia (100), que incluye:

un circuito de conversión de dc-dc (120) configurado para convertir una tensión de entrada de dc (Vin1) a una tensión de bus de dc (Vbus);

un circuito de conversión de dc-ac (180) acoplado eléctricamente al circuito de conversión de dc-dc (120) y configurado para convertir la tensión de bus de dc (Vbus) en una tensión de ac (Vac); y

un circuito de detección de aislamiento (160) acoplado eléctricamente entre el circuito de conversión de dc-dc (120) y el circuito de conversión de dc-ac (180) y acoplado eléctricamente a un terminal de tierra, y configurado para recibir la tensión de bus de dc,

en el que el circuito de detección de aislamiento (160) es configurado para detectar un valor de impedancia de tierra del dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con la tensión de bus de dc (Vbus) recibida.

2. El dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el circuito de detección de aislamiento (160) incluye:

una unidad de conmutación (S1) configurada para acoplarse eléctricamente a la tensión de bus de dc (Vbus);

una resistencia de detección (Rd) configurada para proporcionar una tensión cruzada (Vd) a través de la resistencia de detección (Rd); y

una unidad de procesamiento (162) configurada para controlar la unidad de conmutación (S1) para efectuar un cambio en la tensión cruzada (Vd), y calcular para detectar el valor de impedancia de tierra de acuerdo con la tensión cruzada (Vd).

3. El dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la tensión de bus de dc (Vbus) se transmite a través de una línea de alimentación positiva y una línea de alimentación negativa desde el circuito de conversión de dc-dc (120) al circuito de conversión de dc-ac (180), y el dispositivo de conversión de potencia incluye además una unidad de condensador (C1), y un primer terminal de la unidad de condensador es acoplado eléctricamente a la línea de alimentación positiva, y un segundo terminal de la unidad de condensador es acoplado eléctricamente a la línea de alimentación negativa.

4. El dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** el circuito de detección de aislamiento (160) incluye además:

una primera resistencia (R1) acoplada eléctricamente al primer terminal de la unidad de condensador;

una unidad de conmutación (S1) acoplada eléctricamente a la primera resistencia (R1) en un nodo (N1), y acoplada eléctricamente además al segundo terminal de la unidad de condensador;

una segunda resistencia (R2) acoplada eléctricamente a la primera resistencia (R1) y la unidad de conmutación (S1) en el nodo (N1), la segunda resistencia (R2) que es acoplada eléctricamente además al terminal de tierra;

una resistencia de detección (Rd) configurada para proporcionar una tensión cruzada (Vd) a través de la resistencia de detección (Rd), la resistencia de detección (Rd) que es acoplada eléctricamente entre el terminal de tierra y el segundo terminal de la unidad de condensador (C1); y

una unidad de procesamiento (162) configurada para controlar la unidad de conmutación (S1) para encenderse o ser apagado para efectuar un cambio en la tensión cruzada (Vd), y calcular para detectar el valor de impedancia de tierra de acuerdo con la tensión cruzada (Vd).

5. El dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** el circuito de detección de aislamiento (160) incluye además una tercera resistencia (R3) acoplada eléctricamente entre el terminal de tierra y la resistencia de detección (Rd).

6. El dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 4 o la reivindicación 5, **caracterizado porque** el circuito de conversión de dc-ac (180) es acoplado eléctricamente además al nodo (N1).

7. El dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2, y 4 a la 6, **caracterizado porque** el circuito de conversión de dc-ac (180) y el circuito de detección de aislamiento (160) comparten el uso de la unidad de conmutación (S1).

8. El dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 7, **caracterizado porque** el circuito de detección de aislamiento (160) es configurado además para emitir una señal de advertencia cuando el valor de impedancia de tierra es más bajo que un valor límite predeterminado.

9. El dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 8, **caracterizado porque** el dispositivo de conversión de potencia incluye además un segundo circuito de conversión de dc-dc (140) configurado para convertir una segunda tensión de entrada de dc (Vin2) a la tensión de bus de dc (Vbus).

10. El dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 9, **caracterizado porque** el circuito de conversión de dc-dc (120) incluye un convertidor de refuerzo, y la tensión de bus de dc (Vbus) es mayor que o igual a la tensión de entrada de dc (Vin1).

11. El dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 10, **caracterizado porque** el circuito de conversión de dc-ac (180) es configurado además para emitir la tensión de ac (Vac) a una red (300).

12. El dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** incluye además:

una pluralidad de circuitos de conversión de dc-dc (120, 140) configurados para convertir una pluralidad de tensiones de entrada de dc (Vin1, Vin2) a la tensión de bus de dc (Vbus);

en el que el circuito de detección de aislamiento (160) es acoplado eléctricamente a la pluralidad de circuitos de conversión de dc-dc (120, 140), y es configurado para detectar el valor de impedancia de tierra del dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con la tensión de bus de dc (Vbus).

13. El dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el circuito de detección de aislamiento (160) incluye:

una unidad de conmutación (S1);

una resistencia de detección (Rd) configurada para proporcionar una tensión cruzada (Vd) a través de la resistencia de detección (Rd); y

una unidad de procesamiento (162), en la que la unidad de procesamiento (162) es configurada para controlar la unidad de conmutación (S1) para ser encendido o apagado selectivamente, y calcular el valor de impedancia de tierra de acuerdo con la tensión cruzada (Vd) cuando la unidad de conmutación (S1) es seleccionada para ser encendido y la tensión cruzada (Vd) cuando la unidad de conmutación (S1) es seleccionada para ser apagado.

14. El dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende además:

una unidad de condensador (C1) que comprende un primer terminal acoplado eléctricamente a una línea de alimentación positiva, y que comprende además un segundo terminal acoplado eléctricamente a una línea de alimentación negativa; y

un circuito de conversión de dc-ac (180), en el que la pluralidad de circuitos de conversión de dc-ac (120, 140) es configurada para transmitir la tensión de bus de dc (Vbus) al circuito de conversión de dc-ac (180) a través de la línea de alimentación positiva y la línea de alimentación negativa, y en el que el circuito de conversión de dc-ac (180) es configurado para convertir la tensión de bus de dc (Vbus) a una tensión de ac (Vac).

15. El dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el circuito de detección de aislamiento (160) incluye además:

una primera resistencia (R1) acoplada eléctricamente al primer terminal de la unidad de condensador;

una unidad de conmutación (S1) acoplada eléctricamente a la primera resistencia en un nodo (N1), y acoplada eléctricamente además al segundo terminal de la unidad de condensador;

una segunda resistencia (R2) acoplada eléctricamente a la primera resistencia (R1) y la unidad de conmutación (S1) en el nodo (N1), la segunda resistencia (R2) que es acoplada eléctricamente además al terminal de tierra;

una resistencia de detección (Rd) configurada para proporcionar una tensión cruzada (Vd) a través de la resistencia de detección (Rd), la resistencia de detección (Rd) que es acoplada eléctricamente entre el terminal de tierra y el segundo terminal de la unidad de condensador (C1); y

una unidad de procesamiento (162) configurada para controlar la unidad de conmutación (S1) para ser encendida o apagado efectúa un cambio en la tensión cruzada (Vd) y calcula para detectar el valor de impedancia de tierra de acuerdo con la tensión cruzada (Vd).

16. El circuito de conversión de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 15, en el que el circuito de conversión de dc-ac (180) es acoplado eléctricamente a la primera resistencia (R1) y la segunda resistencia (R2) en el nodo (N1), y en el que el circuito de conversión de dc-ac (180) y el circuito de detección de aislamiento (160) comparten la unidad

de conmutación (S1) de manera que la unidad de conmutación (S1) está configurada para ser operable en el circuito de conversión de dc-ac (180).

17. Un procedimiento de detección del valor de impedancia de tierra (600) para un dispositivo de conversión de potencia (100), el procedimiento incluye:

convertir (S610), por un circuito de conversión de dc-dc (120), una tensión de entrada de dc (Vin1) a una tensión de bus de dc (Vbus);

proporcionar (S615) un circuito de conversión de dc-ac (180) configurado para convertir la tensión de bus de dc (Vbus) a una tensión de ac (Vac);

caracterizado por

recibir (S620), por un circuito de detección de aislamiento (160) acoplado eléctricamente a un terminal de tierra, la tensión de bus de dc (Vbus); y

detectar (S630), por el circuito de detección de aislamiento (160), un valor de impedancia de tierra del dispositivo de conversión de potencia (100) de acuerdo con la tensión de bus de dc (Vbus) recibida.

18. El procedimiento de detección del valor de impedancia de tierra de acuerdo con la reivindicación 17, **caracterizado porque** el procedimiento incluye además:

proporcionar (S631) una tensión cruzada (Vd) a través de una resistencia de detección (Rd);

controlar (S632), por una unidad de procesamiento (162), una unidad de conmutación (S1) del circuito de detección de aislamiento (160), para ser encendido;

emitir (S633) la tensión cruzada (Vd) a la unidad de procesamiento (162) cuando la unidad de conmutación (S1) es encendida;

controlar (S634), por la unidad de procesamiento (162), la unidad de conmutación (S1) del circuito de detección de aislamiento (160), para es apagado;

emitir (S635) la tensión cruzada (Vd) a la unidad de procesamiento (162) cuando la unidad de conmutación (S1) es apagada; y

calcular (S636), por la unidad de procesamiento (162), el valor de impedancia de tierra de acuerdo con la tensión cruzada (Vd) cuando la unidad de conmutación (S1) es encendida y la tensión cruzada (Vd) cuando la unidad de conmutación (S1) es apagada.

19. El procedimiento de detección del valor de impedancia de tierra (600) de acuerdo con la reivindicación 18, **caracterizado porque** el procedimiento incluye además compartir la unidad de conmutación (S1) por el circuito de conversión de dc-ac (180) y el circuito de detección de aislamiento (160), de manera que la unidad de conmutación (S1) sea operable en el circuito de conversión de dc-ac (180).

20. El procedimiento de detección del valor de impedancia de tierra (600) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 17 a la 19, **caracterizado porque** el procedimiento incluye además:

emitir (S640), por el circuito de detección de aislamiento (160), una señal de advertencia cuando el valor de impedancia de tierra es más bajo que un valor límite predeterminado.

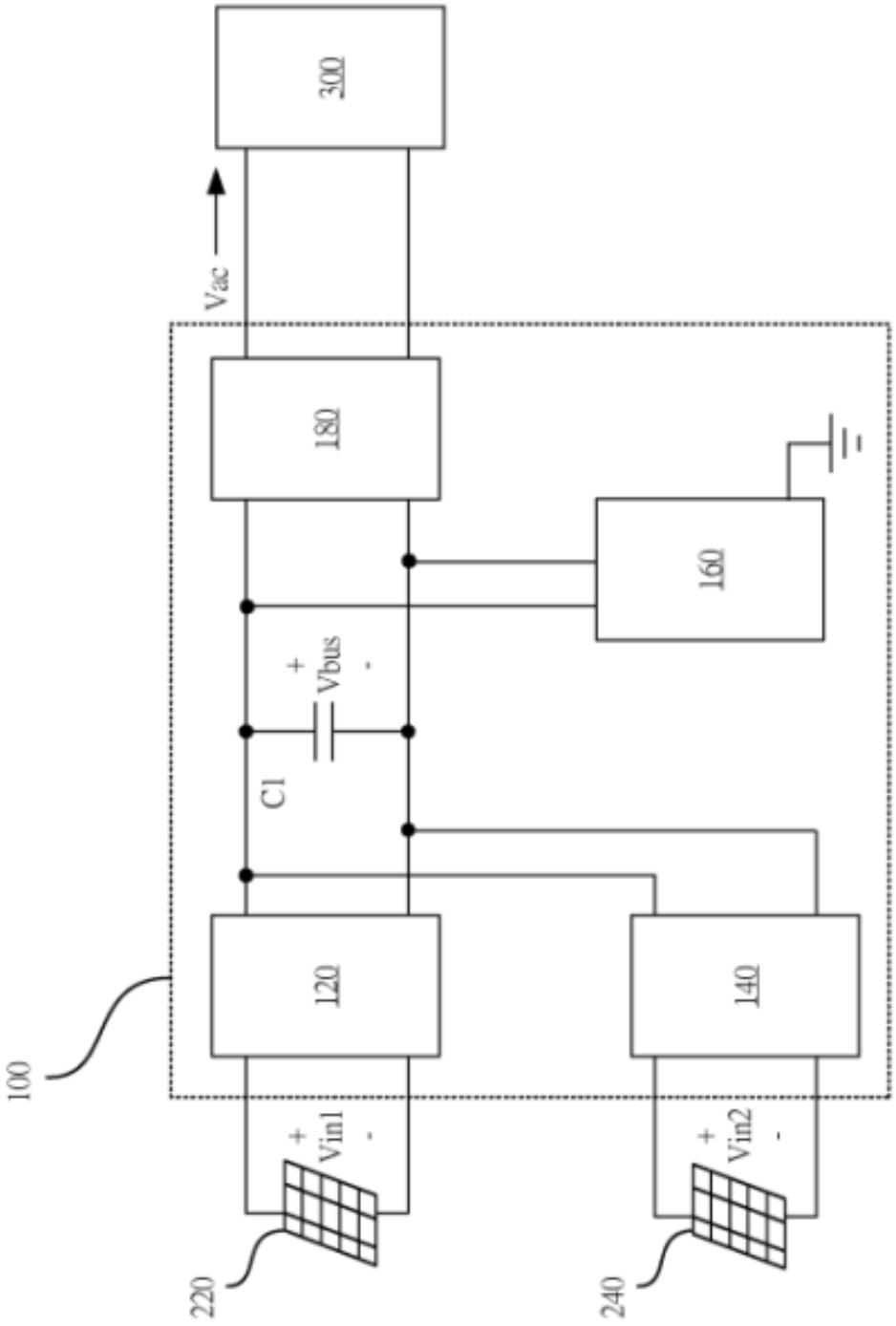

Figura 1

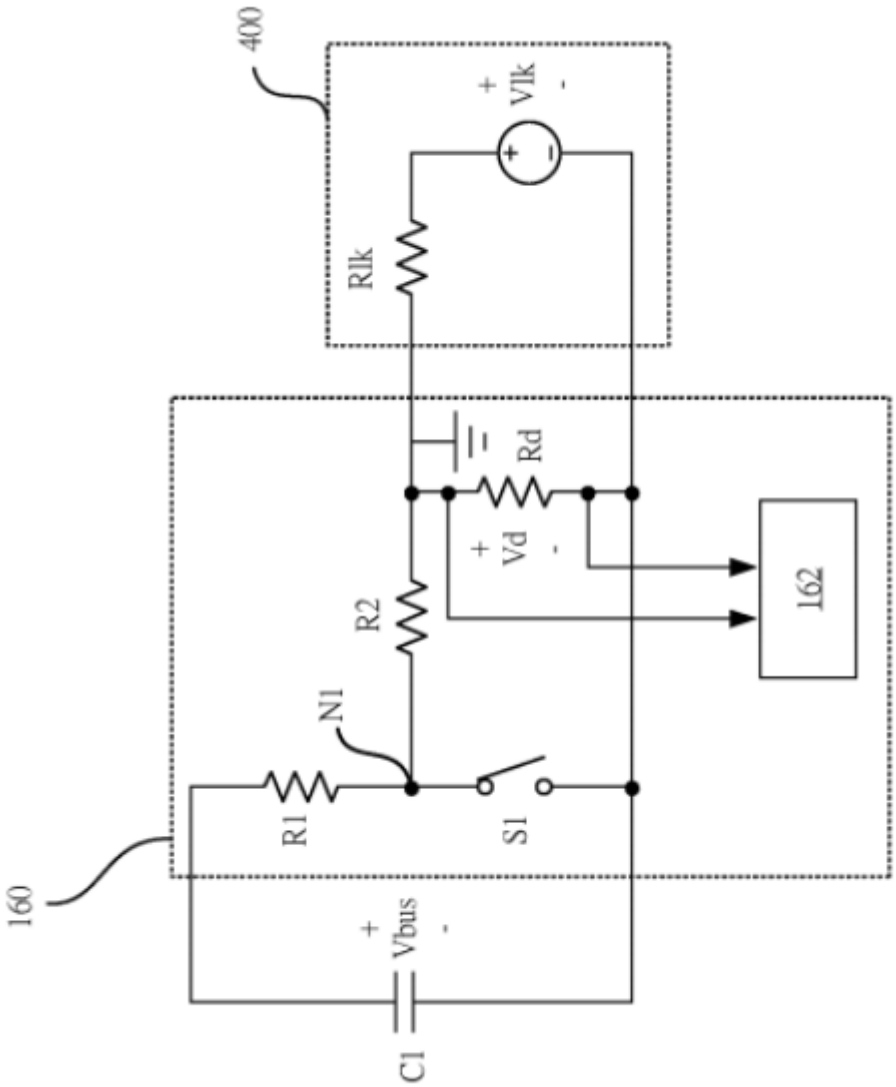

Figura 2

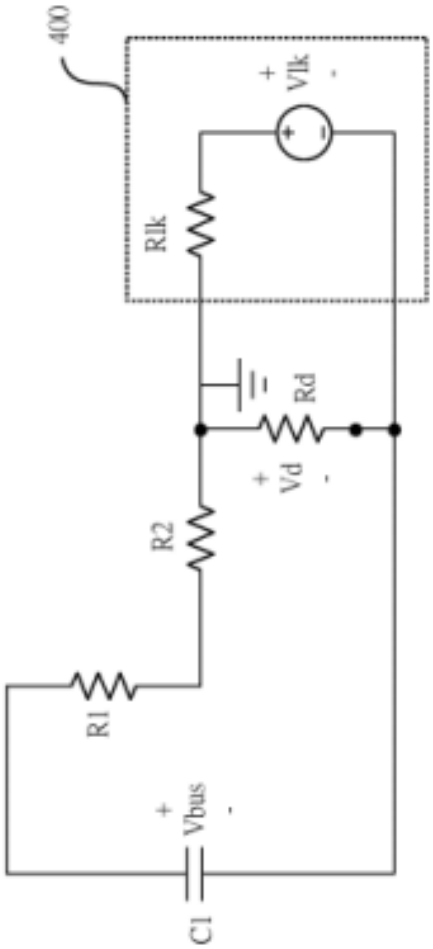

Figura 3B

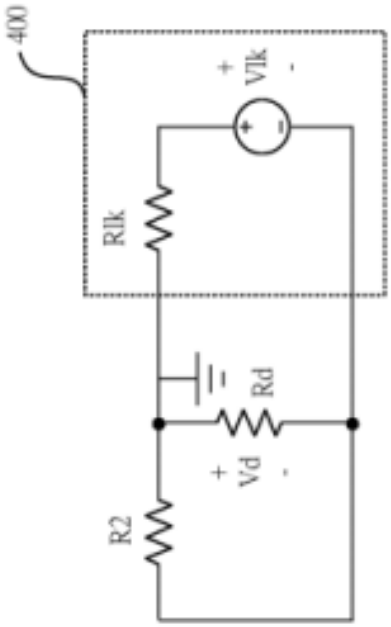

Figura 3A

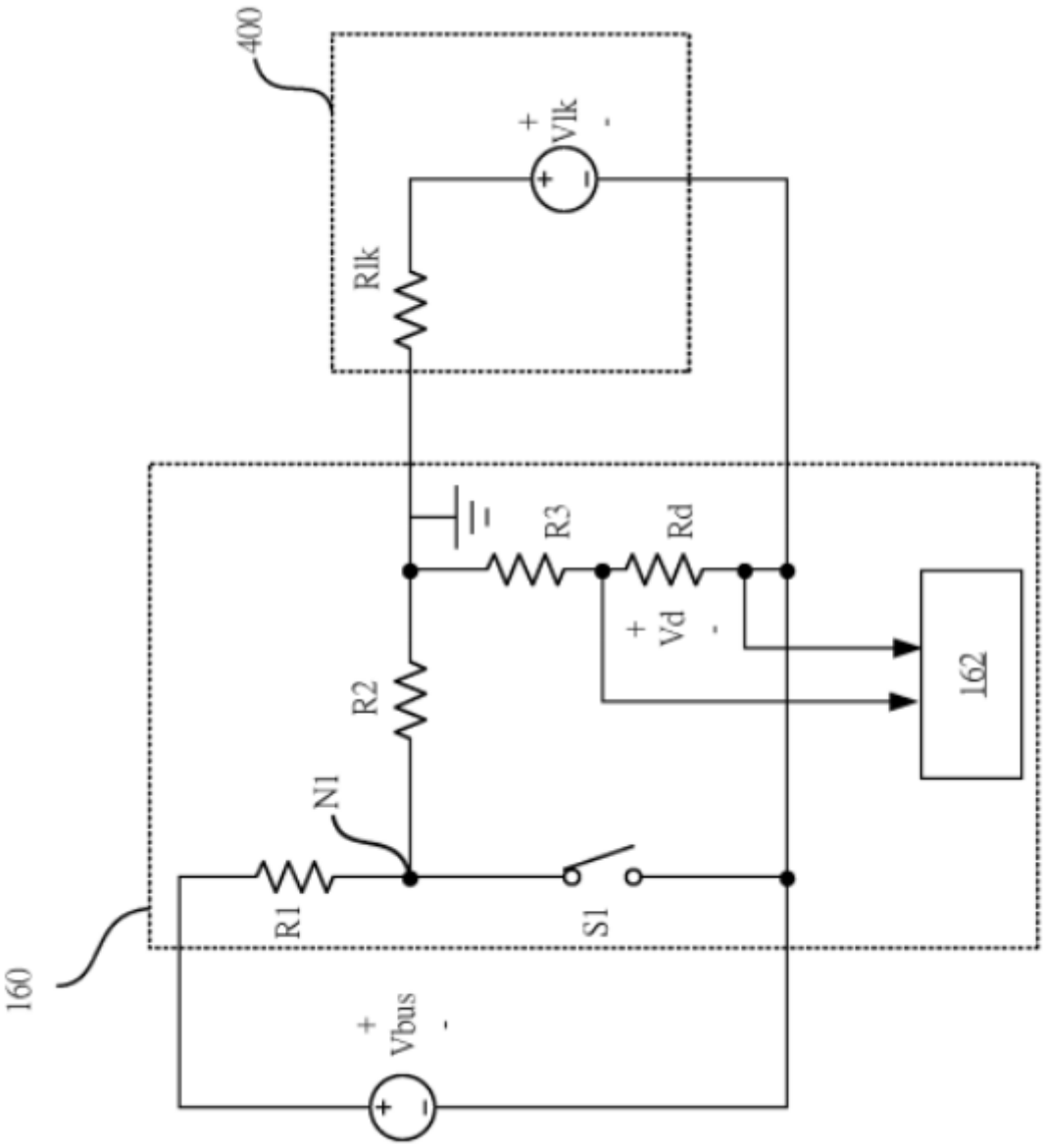

Figura 4

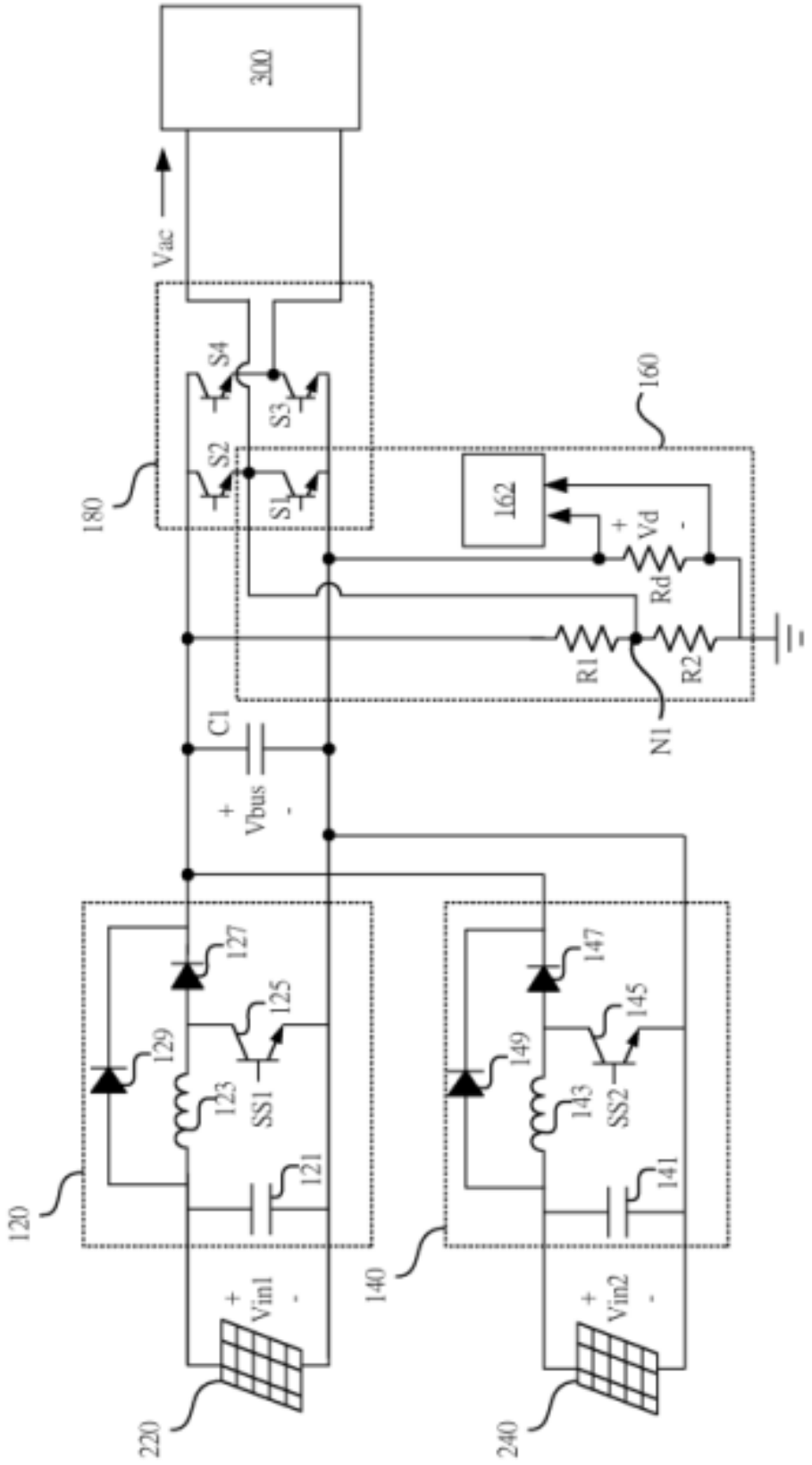
300
Vac
S4
S3
S2
S1
180
160
162
Vd
Rd
R1
R2
N1
C1
Vbus
120
127
125
129
123
SS1
121
Vin1
220
140
147
145
149
143
SS2
141
Vin2
240

Figura 5

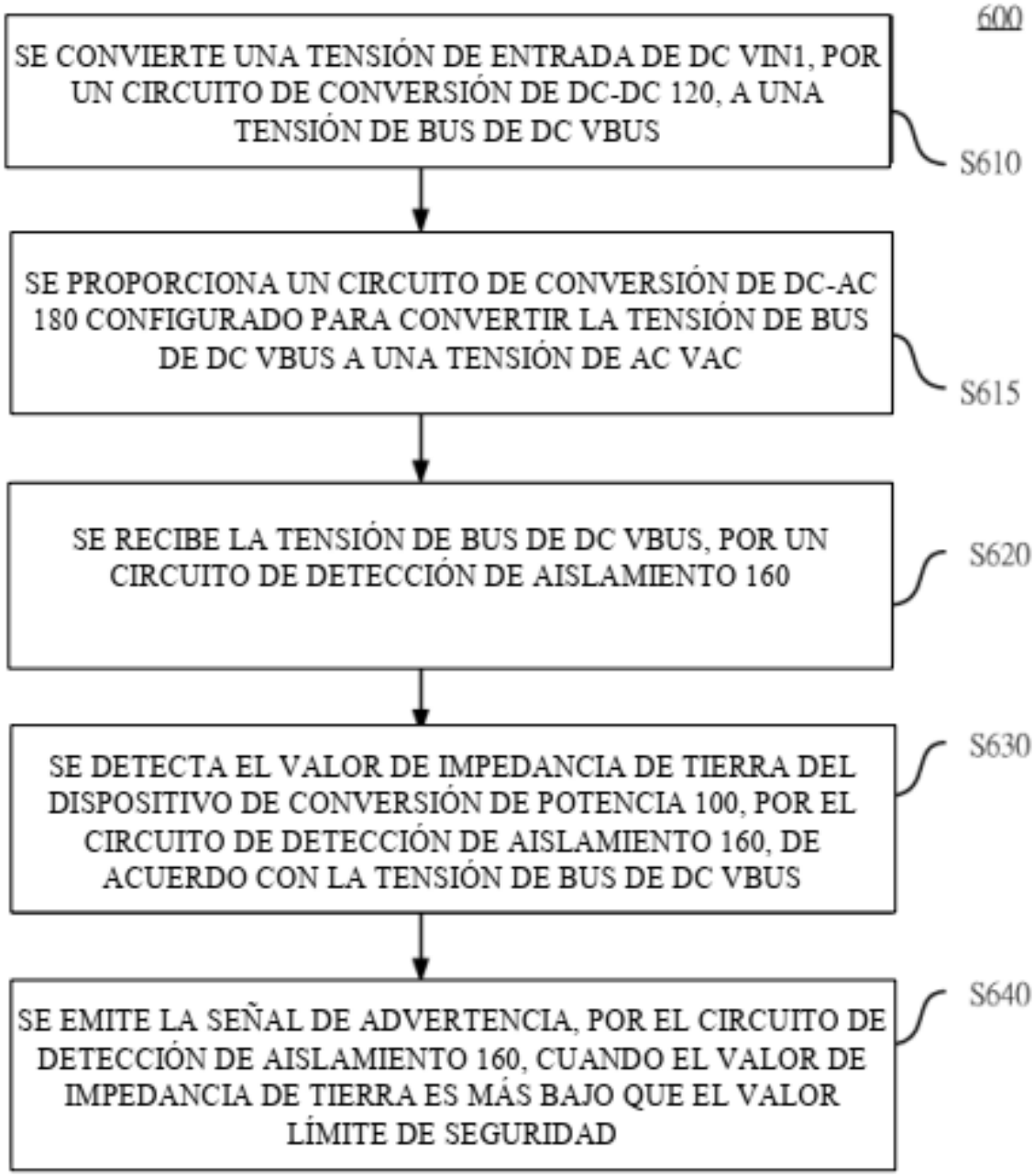
600
SE CONVIERTE UNA TENSIÓN DE ENTRADA DE DC VIN1, POR UN CIRCUITO DE CONVERSIÓN DE DC-DC 120, A UNA TENSIÓN DE BUS DE DC VBUS
S610
SE PROPORCIONA UN CIRCUITO DE CONVERSIÓN DE DC-AC 180 CONFIGURADO PARA CONVERTIR LA TENSIÓN DE BUS DE DC VBUS A UNA TENSIÓN DE AC VAC
S615
SE RECIBE LA TENSIÓN DE BUS DE DC VBUS, POR UN CIRCUITO DE DETECCIÓN DE AISLAMIENTO 160
S620
SE DETECTA EL VALOR DE IMPEDANCIA DE TIERRA DEL DISPOSITIVO DE CONVERSIÓN DE POTENCIA 100, POR EL CIRCUITO DE DETECCIÓN DE AISLAMIENTO 160, DE ACUERDO CON LA TENSIÓN DE BUS DE DC VBUS
S630
SE EMITE LA SEÑAL DE ADVERTENCIA, POR EL CIRCUITO DE DETECCIÓN DE AISLAMIENTO 160, CUANDO EL VALOR DE IMPEDANCIA DE TIERRA ES MÁS BAJO QUE EL VALOR LÍMITE DE SEGURIDAD
S640

Figura 6

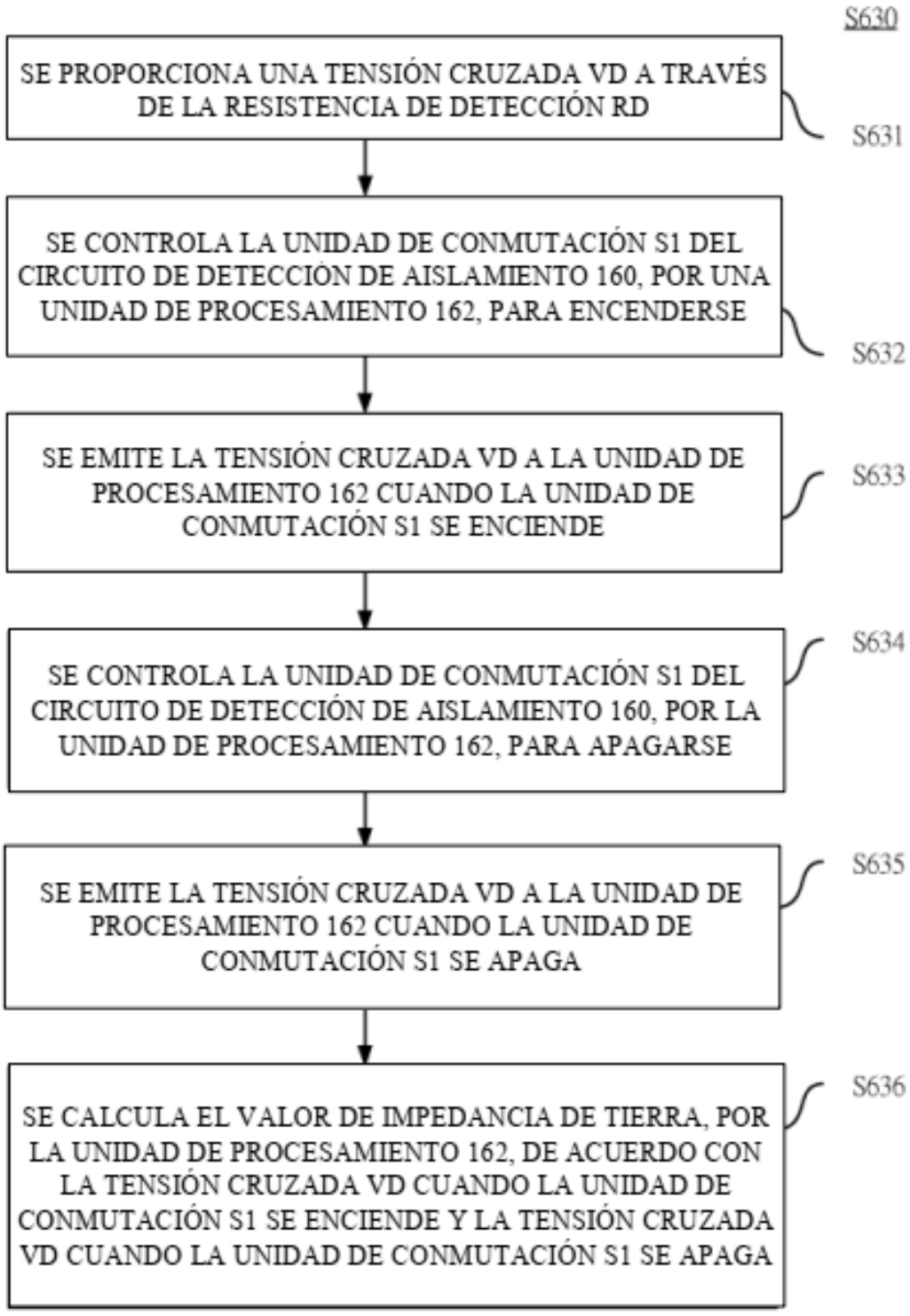
S630
SE PROPORCIONA UNA TENSIÓN CRUZADA VD A TRAVÉS DE LA RESISTENCIA DE DETECCIÓN RD
S631
SE CONTROLA LA UNIDAD DE CONMUTACIÓN S1 DEL CIRCUITO DE DETECCIÓN DE AISLAMIENTO 160, POR UNA UNIDAD DE PROCESAMIENTO 162, PARA ENCENDERSE
S632
SE EMITE LA TENSIÓN CRUZADA VD A LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO 162 CUANDO LA UNIDAD DE CONMUTACIÓN S1 SE ENCIENDE
S633
SE CONTROLA LA UNIDAD DE CONMUTACIÓN S1 DEL CIRCUITO DE DETECCIÓN DE AISLAMIENTO 160, POR LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO 162, PARA APAGARSE
S634
SE EMITE LA TENSIÓN CRUZADA VD A LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO 162 CUANDO LA UNIDAD DE CONMUTACIÓN S1 SE APAGA
S635
SE CALCULA EL VALOR DE IMPEDANCIA DE TIERRA, POR LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO 162, DE ACUERDO CON LA TENSIÓN CRUZADA VD CUANDO LA UNIDAD DE CONMUTACIÓN S1 SE ENCIENDE Y LA TENSIÓN CRUZADA VD CUANDO LA UNIDAD DE CONMUTACIÓN S1 SE APAGA
S636

Figura 7