

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 513 140**

51 Int. Cl.:

B60L 11/18 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

H02H 7/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2006 E 06731598 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.07.2014 EP 2006972**

54 Título: **Sistema de almacenamiento de energía**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.10.2014

73 Titular/es:

**MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
7-3, MARUNOUCHI 2-CHOME
CHIYODA-KU, TOKYO 100-8310, JP**

72 Inventor/es:

KITANAKA, HIDETOSHI

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 513 140 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 almacenamiento de energía

Campo técnico

5 La presente descripción se refiere a un sistema de almacenamiento de energía que almacena energía DC para cargar/descargar, y la invención es aplicable por ejemplo a un material rodante eléctrico.

Antecedentes de la técnica

10 En los últimos años, se ha conocido combinar un inversor de control de accionamiento proporcionado en un material rodante eléctrico o una instalación de fuente de alimentación proporcionada en una subestación en el suelo o similar con un sistema de almacenamiento de energía al que se aplica un dispositivo de almacenamiento de energía tal como una batería secundaria y un condensador eléctrico de doble capa, de manera que la energía regenerativa en exceso generada frenando un vehículo se almacene en el dispositivo de almacenamiento de energía y la energía almacenada se pueda usar de manera eficiente para acelerar el vehículo o abordar caídas en el voltaje de línea, que permita un uso eficiente de la energía cinética del vehículo (ver por ejemplo los Documentos de Patente 1 y 2).

Documento de Patente 1: JP-A-2003-199354

15 Documento de Patente 2: JP-A-2005-206111

Descripción de la invención

Problemas a ser resueltos por la invención

20 Cuando un sistema de almacenamiento de energía se pone en práctica, técnicas importantes y necesarias al usar el sistema de almacenamiento de energía de una manera estable y segura conciernen a cómo formar los elementos del sistema de almacenamiento de energía incluyendo su disposición de colocación, cómo operar los elementos en conexión unos con otros y bajo qué condiciones, cómo detectar anomalías en el sistema de almacenamiento de energía en su caso, y cómo operar los elementos en consideración del resultado de la detección.

25 No obstante, las aplicaciones y el desarrollo del sistema de almacenamiento de energía han comenzado solamente en los últimos años, y aunque los Documentos de Patente 1 y 2 describen brevemente la configuración y operación del sistema de almacenamiento de energía, no hay descripción acerca de métodos específicos de operación cuando el sistema de almacenamiento de energía se activa, opera, y detiene, métodos de detección de anomalías, y métodos de operación cuando se detecta una anomalía.

30 El documento EP 1455431 describe un dispositivo de carga de batería que comprende un convertidor DC-DC y una unidad de control, dicha unidad de control configurada para detectar y controlar la operación de los componentes del dispositivo.

La presente invención se hizo a la vista de las circunstancias descritas anteriormente, y es un objeto de la invención proporcionar un sistema de almacenamiento de energía óptimo para aplicación a un sistema de tracción o similar capaz de llevar a cabo de manera segura la activación, operación, y detención que son importantes y necesarias en al usar realmente el sistema de almacenamiento de energía y abordar adecuadamente diversos tipos de anomalías.

35 Medios para resolver los problemas

Un aspecto de la presente invención es un sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1.

Ventajas de la invención

40 En un aspecto de la presente invención, se puede implementar un sistema de almacenamiento de energía óptimo para aplicación a un sistema de tracción o similar capaz de llevar a cabo de manera segura la activación, operación, y detención y abordar adecuadamente diversos tipos de anomalías.

Mejor modo para llevar a cabo la invención

Primera realización

La Fig. 1 es un diagrama de la configuración de un sistema de almacenamiento de energía según una primera realización de la invención.

45 Como se muestra en la Fig. 1, el sistema de almacenamiento de energía 200(1) está conectado a una fuente de alimentación DC 1(1), y el sistema de almacenamiento de energía 200(1) incluye una unidad de corte 8 que tiene medios de corte de corriente, una unidad de detección de corriente del lado primario 10 colocada en la etapa sucesiva de la unidad de corte 8 para detectar corriente en un circuito principal del lado primario, una unidad de detección de voltaje del lado primario 20 colocada en la etapa sucesiva de la unidad de detección de corriente del

lado primario 10 para detectar un voltaje en el circuito principal del lado primario, una unidad de conmutador del lado primario 30(1) colocada en la etapa sucesiva de la unidad de detección de voltaje del lado primario 20 para abrir/cerrar el circuito principal del lado primario, una unidad de filtro del lado primario 40(1) colocada en la etapa sucesiva de la unidad de conmutador del lado primario 30(1) para reducir armónicos en el circuito principal del lado primario, una unidad de convertidor DC-DC 50(1) colocada en la etapa sucesiva de la unidad de filtro primario 40(1), una unidad de filtro del lado secundario 60(1) colocada en el lado secundario de la unidad de convertidor DC-DC 50(1) para reducir armónicos en un circuito principal del lado secundario, una unidad de circuito de descarga 45(1) conectada a los lados positivo y negativo de la unidad de filtro del lado primario 40(1) y el lado positivo de la unidad de filtro del lado secundario 60(1), una unidad de conmutador del lado secundario 70(1) colocada en la etapa sucesiva de la unidad de filtro del lado secundario 60(1) para abrir/cerrar el circuito principal del lado secundario, una unidad de detección de voltaje del lado secundario 80 colocada en la etapa sucesiva de la unidad de conmutador del lado secundario 70(1) para detectar el voltaje en el circuito principal del lado secundario, una unidad de detección de corriente del lado secundario 90 colocada en la etapa sucesiva de la unidad de detección de voltaje del lado secundario 80 para detectar una corriente en el circuito principal del lado secundario, una unidad de protección 100 colocada en la etapa sucesiva de la unidad de detección de corriente del lado secundario 90, una unidad de almacenamiento de energía 110 colocada en la etapa sucesiva de la unidad de protección 100, y una unidad de control del sistema 120(1) que controla estos elementos.

La unidad de control del sistema 120(1) saca un comando de cierre S0 a la unidad de corte 8, los comandos de cierre S1 y S2 a la unidad de conmutador del lado primario 30(1), un comando de operación S3 a la unidad de convertidor DC-DC 50(1), un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(1), y comandos de cierre S5 a S7 a la unidad de conmutador del lado secundario 70(1).

La unidad de control del sistema 120(1) se dota con una señal de contacto auxiliar F0 a partir de la unidad de corte 8, la corriente de lado primario I1 y la corriente diferencial del lado primario I2 a partir de la unidad de detección de corriente del lado primario 10, el voltaje del lado primario V1 a partir de la unidad de detección de voltaje del lado primario 20, señales de contacto auxiliares F1 y F2 a partir de la unidad de conmutador del lado primario 30(1), un voltaje del condensador del lado primario V2 a partir de la unidad de filtro del lado primario 40(1), una señal de estado F3 a partir de la unidad de convertidor DC-DC 50(1), una señal de estado F4 a partir de la unidad de circuito de descarga 45(1), un voltaje del condensador del lado secundario V3 a partir de la unidad de filtro del lado secundario 60(1), señales de contacto auxiliares F5 a F7 a partir de la unidad de conmutador del lado secundario 70(1), un voltaje del lado secundario V4 a partir de la unidad de detección de voltaje del lado secundario 80, una corriente positiva del lado secundario I3, una corriente diferencial del lado secundario I4, y una corriente del lado negativo del lado secundario I5 a partir de la unidad de detección de corriente del lado secundario 90, señales de contacto auxiliares F8 y F9 a partir de la unidad de protección 100, y una señal de estado F10 a partir de la unidad de almacenamiento de energía 110. La unidad de control del sistema 120(1) se dota con un comando de operación aplicado externamente C1.

Los elementos descritos anteriormente se suministran con una fuente de alimentación de control (no mostrada) desde el lado usado por ejemplo para accionar conmutadores construidos en la unidad de conmutador del lado primario y la unidad de conmutador del lado secundario, tienen el convertidor DC-DC y el circuito de descarga operados, y tienen la unidad de control del sistema y un ordenador proporcionado en una unidad de control de convertidor (que se describirá) operados.

La Fig. 2 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una fuente de alimentación DC 1(1) según la primera realización de la invención.

Como se muestra en la Fig. 2, la fuente de alimentación DC 1(1) tiene un voltaje aplicado entre un pantógrafo 1c y un raíl 1i en un circuito que incluye una fuente de voltaje DC 1a, una línea aérea de contacto, el pantógrafo 1c, y el raíl 1i.

La Fig. 3 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de corte 8 según la primera realización de la invención.

Como se muestra en la Fig. 3, la unidad de corte 8 incluye un conmutador 8a.

El conmutador 8a es un conmutador (denominado disyuntor) capaz de cortar automáticamente un circuito sin un comando aplicado externamente si se pasa corriente en exceso.

La Fig. 4 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de detección de corriente del lado primario 10 según la primera realización de la invención.

La unidad incluye un detector de corriente 11 que detecta la corriente del lado primario I1 y un detector de corriente 12 que detecta la corriente diferencial I2 entre el lado positivo y el lado negativo.

Los detectores de corriente ambos detectan corriente convirtiendo un flujo generado por la corriente que pasa a través de cada detector de corriente en un valor de corriente, mientras que pueden tener otras estructuras.

5 La línea del lado positivo y la línea del lado negativo se penetran a través del detector de corriente 12 de la manera en que sus direcciones de corriente son opuestas entre sí. Cuando el circuito opera normalmente, la corriente del lado positivo y la corriente del lado negativo tienen magnitudes iguales y dirigidas en direcciones diferentes, y por lo tanto la suma de los flujos generados por la corriente positiva y la corriente del lado negativo es cero, de manera que el valor de corriente detectado por el detector de corriente 12 es cero. No obstante, una vez que se genera una corriente de fugas debido a un aislamiento de línea degradado o similar, la corriente pasa parcialmente a través de una parte distinta de la línea tal como la carcasa de metal del dispositivo, lo cual hace que la corriente del lado positivo y la corriente del lado negativo sean diferentes una de otra en magnitud, la suma de los flujos generados por la corriente positiva y la corriente del lado negativo que penetra a través del detector de corriente 10 ya no es más cero, de manera que la salida I2 del detector de corriente 12 no es cero.

10 La unidad de control del sistema 120(1) puede monitorizar la corriente diferencial del lado primario I2 para detectar la corriente de fugas.

15 La corriente de fugas se causa mediante aislamiento de línea degradado o similar, que podría dar lugar a un cortocircuito o un fallo de tierra a menos que se haga una rápida recuperación. La fuga de corriente se detecta cuando aún está en una cantidad pequeña e introduce a la unidad de control del sistema 120(1) y se toman medidas adecuadas que serán descritas, de manera que se pueda evitar un cortocircuito o un fallo de tierra.

La corriente del lado primario I1 y la corriente diferencial del lado secundario I2 detectadas por los detectores de corriente 11 y 12 se sacan a la unidad de control del sistema 120(1).

20 Señalar que la unidad de detección de corriente del lado primario 10 se puede proporcionar inmediatamente después de la unidad de corte 8 (precediendo a la unidad de detección de voltaje del lado primario 20), de manera que la corriente diferencial se puede detectar aguas arriba del circuito en vista de la fuente de alimentación DC 1(1), y se puede maximizar el alcance del circuito que se puede detectar para la corriente de fugas causada por el voltaje a partir de la fuente de alimentación DC 1(1).

25 La Fig. 5 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de detección de voltaje del lado primario 20 según la primera realización de la invención.

Como se muestra en la Fig. 5, la unidad de detección de voltaje del lado primario 20 incluye un detector de voltaje 21 que detecta el voltaje entre el lado positivo y el lado negativo. El voltaje del lado primario V1 detectado se saca a la unidad de control del sistema 120(1).

30 La Fig. 6 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de conmutador del lado primario 30(1) según la primera realización de la invención.

35 Como se muestra en la Fig. 6, la unidad de conmutador del lado primario 30(1) incluye un conmutador 31a dispuesto en serie con el lado positivo y un circuito serie que tiene un conmutador 31b y un resistor de carga 32 dispuesto en paralelo con el conmutador 31a. Los conmutadores 31a y 31b se dotan con las señales de cierre S1 y S2, respectivamente y las señales de contacto auxiliares F1 y F2 (que se describirán) se introducen desde los conmutadores 31a y 31b a la unidad de control del sistema 120(1).

La Fig. 7 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c según la primera realización de la invención. Señalar que los conmutadores 71a a 71c se describirán más tarde.

40 Como se muestra en la Fig. 7, la configuración incluye un contacto principal 31a1 que abre/cierra el circuito principal, una bobina de cierre 31a3 que acciona el contacto principal 31a1, y unos contactos auxiliares 31a2 conectados mecánicamente al contacto principal 31a1 para ser cerrados/abiertos en respuesta al cierre/apertura del contacto principal 31a1.

La bobina de cierre 31a3 es una bobina electromagnética que se enciende/apaga en respuesta a los comandos de cierre S0 a S2 y S5 a S7 introducidos desde la unidad de control del sistema 120(1), y el contacto principal 31a1 se cierra/abre en respuesta a la presencia/ausencia de la fuerza de accionamiento de la bobina.

45 Las señales de contacto auxiliares F0 a F2 y F5 a F7 que indican la operación del contacto principal 31a1 detectadas por el contacto auxiliar 31a2 se sacan a la unidad de control del sistema 120(1).

50 Señalar que en la descripción anterior, los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c son conmutadores mecánicos, pero los conmutadores puede ser otros tipos de conmutadores tales como conmutadores sin contacto de tipo semiconductor siempre y cuando la apertura y cierre y la confirmación de operación del circuito se puedan llevar a cabo usándolos.

El contacto auxiliar 31a2 se cierra en respuesta al cierre del contacto principal 31a1 y se abre en respuesta a su apertura. A la inversa, el contacto auxiliar se puede abrir/cerrar en respuesta al cierre/apertura del contacto principal 31a1.

De este modo, una señal de un contacto auxiliar enlazado con el contacto principal se introduce a la unidad de

control del sistema 120(1), y la operación del conmutador se puede reconocer de manera segura por la unidad de control del sistema, de manera que se pueden asegurar los pasos de activación, operación, y detención, y se pueden detectar anomalías en los conmutadores.

5 La Fig. 8 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de filtro del lado primario 40(1) según la primera realización de la invención.

Como se muestra en la Fig. 8, un detector de voltaje 42 está conectado en la etapa sucesiva de un reactor 41. El voltaje del condensador del lado primario V2 detectado por el detector de voltaje 42 se saca a la unidad de control del sistema 120(1).

10 Un filtro de ruido 44 está conectado en la etapa sucesiva del detector de voltaje 42, y un condensador del lado primario 43 está conectado en la etapa sucesiva del filtro de ruido 44.

15 El filtro de ruido 44 genera una impedancia para los componentes de ruido (ruido en modo común) que fluye la línea del lado positivo y la línea del lado negativo en la misma dirección a fin de reducir el ruido de fluir al exterior y el filtro se puede implementar disponiendo un elemento central en forma de anillo hecho de material tal como una ferrita y amorfa a través de las líneas del lado positivo y negativo mientras que el centro del elemento central se dirige de manera que las direcciones de corriente de estas líneas sean opuestas entre sí.

A fin de aumentar la impedancia, el elemento central se puede girar múltiples veces en las líneas del lado positivo y negativo en la misma dirección.

El filtro de ruido 44 se proporciona preferiblemente precediendo y cerca del condensador del lado primario 43.

20 Con el filtro de ruido 44 proporcionado de este modo, se puede proporcionar un sistema de almacenamiento de energía con menos flujo de ruido externo.

25 Un circuito (no mostrado) que tiene conectados en serie dos condensadores con una buena característica de alta frecuencia se puede conectar al condensador del lado primario 43 en paralelo, y el punto medio en la conexión serie se puede poner a tierra a la carcasa, de manera que se puede reducir el flujo de ruido en modo común. Si la disposición se usa junto con el filtro de ruido 44, el ruido en modo común se puede reducir incluso de manera más efectiva.

30 Señalar que cuando el detector de voltaje 42 está conectado en la etapa sucesiva del filtro de ruido 44, el filtro de ruido 44 puede funcionar como impedancia para la corriente de ruido en modo común generada por la unidad de convertidor DC-DC 50(1) (que se describirá) conectada en paralelo en la etapa sucesiva del condensador del lado primario 43, y por lo tanto la corriente de ruido en modo común fluye en la unidad de control del sistema 120(1) a través del detector de voltaje 42 cuya impedancia se reduce relativamente, lo cual podría dar lugar a errores en la operación de la unidad de control del sistema 120(1). El detector de voltaje 42 conectado en la etapa precedente del filtro de ruido 44 permite a la corriente de ruido en modo común generada a partir del convertidor DC-DC 50(1) fluir en la unidad de control del sistema 120(1) a través del detector de voltaje 42 y se puede evitar una operación errónea.

35 La Fig. 9 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de convertidor DC-DC 50(1) según la primera realización de la invención.

40 Como se muestra en la Fig. 9, la unidad de convertidor DC-DC 50(1) incluye un circuito convertidor 51a y una unidad de control del convertidor 52a, un comando de operación S3 se introduce desde la unidad de control del sistema 120(1) a la unidad de control del convertidor 51a, y una señal de estado F3 se saca desde la unidad de control del convertidor 52a a la unidad de control del sistema 120(1).

La Fig. 10 es un diagrama de un ejemplo de la configuración del circuito convertidor 51a.

45 Como se muestra en la Fig. 10, el circuito incluye un circuito convertidor reductor-elevador bidireccional que incluye cuatro elementos de conmutación 51a1 a 51a4 y un reactor de acoplamiento 51a5. El circuito es capaz de controlar el flujo de energía en las dos direcciones con independencia de cuál es mayor entre el voltaje del lado primario (en el terminal del lado izquierdo de la figura) y el voltaje del lado secundario (en el terminal del lado derecho de la figura) en el circuito convertidor.

50 De esta forma, el voltaje en la unidad de almacenamiento de energía 110 se puede establecer a un nivel más alto que el voltaje de la fuente de alimentación DC 1a, y la corriente en los circuitos en y después de la unidad de convertidor DC-DC 50(1) se puede reducir por consiguiente, lo cual permite que los componentes sean reducidos en tamaño, de manera que se puede obtener un sistema de almacenamiento de energía compacto y de peso ligero.

Como se muestra en las Fig. 9 y 10, la unidad de control del convertidor 52a se proporciona con un comando de operación S3 a partir de la unidad de control del sistema 120(1) y el comando incluye el modo de operación, detención, o control del convertidor DC-DC, y valores de comando (valores de objetivo) para que la energía sea pasada entre el lado primario y el lado secundario, la corriente del reactor de acoplamiento ILP (o ILN), la corriente

del lado primario del convertidor I1P (o I1N), la corriente del lado secundario del convertidor I2P (o I2N), el voltaje del condensador del lado primario V2, y el voltaje del condensador del lado secundario V3. La señal de estado F3 del convertidor DC-DC 50(1) se introduce desde la unidad de control del convertidor 52a a la unidad de control del sistema 120(1).

5 La señal de estado F3 incluye el voltaje, la corriente, y la temperatura de los elementos, los estados de apagado/encendido y el estado de fallo de los elementos de conmutación en el convertidor de DC-DC 50(1). La unidad de control del convertidor 52a lleva a cabo un control PWM a los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 del circuito convertidor 51a en respuesta al comando de operación S3.

10 La Fig. 11 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de circuito de descarga 45(1) de acuerdo con la primera realización de la invención.

15 Como se muestra en la Fig. 11, un diodo del lado primario 46a está conectado a un led de línea del lado positivo de la etapa sucesiva de la unidad de filtro del lado primario 40(1), y un diodo del lado secundario 46b está conectado a un led de línea del lado positivo de la etapa precedente de la unidad de filtro del lado secundario 60(1). Los lados del cátodo de los diodos se unen uno contra otro y el lado positivo de un circuito que tiene un elemento de descarga 46c y un resistor de descarga 46e conectado en serie está conectado al punto extremo, mientras que su lado negativo está conectado a la línea del lado negativo.

20 El estado encendido/apagado del elemento de descarga 46c está controlado por un circuito de accionamiento del elemento de descarga 46d. El circuito de accionamiento del elemento de descarga 46d está dotado con un comando de descarga S4 que incluye un mando de encendido/apagado para el elemento de descarga 46c a partir de la unidad de control del sistema 120(1), y una señal de estado F4 que incluye el estado de operación del elemento de descarga 46c se introduce desde el circuito de accionamiento del elemento de descarga 46d a la unidad de control del sistema 120(1).

25 De este modo, el diodo del lado primario 46a y el diodo del lado secundario 46b se unen uno contra el otro, de manera que los condensadores del lado primario y secundario 43 y 63 se puedan descargar por el elemento de descarga 46c, de manera que se pueda proporcionar una unidad de circuito de descarga compacta y de peso ligero.

La Fig. 12 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de filtro secundario 60(1) de acuerdo con la primera realización de la invención.

30 Como se muestra en la Fig. 12, un filtro de ruido 64 está conectado en la etapa sucesiva del condensador del lado secundario 63, y un detector de voltaje 62 que detecta el voltaje del condensador del lado secundario V3 se proporciona en la etapa sucesiva. La señal V3 detectada por el detector de voltaje 62 se saca a la unidad de control del sistema 120. Un reactor 61 está conectado en la etapa sucesiva del detector de voltaje 62.

La configuración del filtro de ruido 64 es la misma que aquella del filtro de ruido 44 y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

El filtro de ruido 64 se proporciona preferiblemente sucesivo y cerca del condensador del lado secundario 63.

35 Un circuito (no mostrado) que tiene conectados en serie dos condensadores con una buena característica de alta frecuencia se puede conectar al condensador del lado secundario 63, y el punto medio en la conexión serie se puede poner a tierra a la carcasa, de manera que se pueda reducir el flujo de ruido en modo común. Si la disposición se usa junto al filtro de ruido 64, el ruido en modo común se puede reducir incluso más efectivamente.

El reactor 61 se proporciona para reducir la corriente de rizado generada en la unidad de convertidor DC-DC 50(1).

40 Señalar que si el detector de voltaje 62 está conectado en la etapa precedente del filtro de ruido 64, el filtro de ruido 64 sirve como impedancia a la corriente de ruido en modo común generada a partir de la unidad de convertidor DC-DC 50(1) conectado en paralelo al condensador 63, de manera la corriente de ruido en modo común se permite que fluya dentro de la unidad de control del sistema 120(1) a través del detector de voltaje 62 cuya impedancia se reduce relativamente, lo cual podría dar lugar a errores en la operación de la unidad de control del sistema 120(1). El detector de voltaje 62 conectado en la etapa sucesiva del filtro de ruido 64 permite a la corriente de ruido en modo común generada a partir del convertidor DC-DC 50(1) fluir dentro de la unidad de control del sistema 120(1) a través del detector de voltaje 62 y se puede evitar una operación errónea.

La Fig. 13 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de conmutador del lado secundario 70(1) según la primera realización de la invención.

50 Como se muestra en la Fig. 13, la unidad de conmutador del lado primario 70(1) incluye un conmutador 71a dispuesto en serie con el lado positivo, un circuito serie que tiene un conmutador 71b y un resistor de carga 72 conectado en paralelo al mismo, y un conmutador 71c dispuesto en serie con el lado negativo.

Los conmutadores 71a a 71c están dotados con señales de cierre S5 a S7 desde la unidad de control del sistema 120(1), y las señales de contacto auxiliares F5 a F7 que indican la operación de los conmutadores 71a a 71c se

introducen desde estos conmutadores a la unidad de control del sistema 120(1).

La configuración interna de los conmutadores 71a a 71c es la misma que aquella mostrada en la Fig. 7 y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

5 Señalar que los conmutadores descritos 71a a 71c son conmutadores mecánicos, pero los conmutadores pueden ser otros tipos de conmutadores tales como conmutadores sin contacto de tipo semiconductor siempre y cuando la apertura y cierre y la confirmación de operación del circuito puedan llevarse a cabo usándolos.

La Fig. 14 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de detección de voltaje del lado secundario 80 según la primera realización de la invención.

10 Como se muestra en la Fig. 14, la unidad de detección de voltaje del lado secundario 80 está hecho de un detector de voltaje 81 que detecta el voltaje del lado secundario V4. La señal detectada V4 se saca de la unidad de control del sistema 120(1).

La Fig. 15 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de detección de corriente del lado secundario 90 según la primera realización de la invención.

15 Como se muestra en la Fig. 15, la unidad incluye un detector de corriente 91 que detecta la corriente secundaria del lado positivo I3, un detector de corriente 92 que detecta la corriente diferencial I4 entre el lado positivo y el lado negativo, y un detector de corriente 93 que detecta corriente del lado secundario del lado negativo I5.

Estos detectores de corriente cada uno operan convirtiendo un flujo generado por la corriente que pasa a través de cada detector de corriente en un valor de corriente.

20 El detector de corriente 92 se utiliza para detectar la corriente de fugas causada por la degradación del aislamiento del circuito, detalles del cual son los mismos que aquéllos del detector de corriente 12 y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

25 Señalar que la unidad de detección de corriente del lado secundario 90 se puede proporcionar inmediatamente antes de la unidad de protección 100 (que sucede a la unidad de detección de voltaje del lado secundario 80), de manera que se pueda detectar la corriente diferencial en las inmediaciones inmediatas de la unidad de almacenamiento de energía 110. Por lo tanto, la corriente diferencial se puede detectar aguas arriba del circuito en vista de la unidad de almacenamiento de energía 110, y se puede maximizar el alcance del circuito que se puede detectar para la corriente de fugas causada por el voltaje desde la unidad de almacenamiento de energía 110.

30 La corriente del lado positivo del lado secundario I3, la corriente diferencial del lado secundario I4, y la corriente del lado negativo del lado secundario I5 detectadas por los detectores de corriente 91 a 93 se sacan a la unidad de control del sistema 120(1).

Señalar que sin proporcionar el detector de corriente 92, solamente se pueden introducir las señales I3 y I5 a partir de los detectores de corriente 91 y 92 a la unidad de control del sistema 120(1), donde la diferencia entre las señales se puede operar para evaluación, y aún resultan las mismas ventajas.

35 La Fig. 16 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de protección 100 según la primera realización de la invención.

Como se muestra en la Fig. 16, la unidad incluye un fusible del lado positivo 101a y un fusible del lado negativo 101b, y abre el circuito al fundirse en respuesta al paso de corriente en exceso a través de los mismos. Los fusibles tienen contactos auxiliares 102a y 102b para detectar que se funde el fusible según se cierran los contactos al fundirse.

40 Las señales de contactos auxiliares F8 y F9 que indican los estados de los contactos auxiliares 102a y 102b se sacan a la unidad de control del sistema 120(1).

Señalar que se puede detectar la fusión cuando los fusibles 101a y 101b se funden para abrir los contactos, y los contactos auxiliares se pueden detectar circuitos hechos de un circuito electrónico en lugar de los contactos mecánicos.

45 Se puede emplear un conmutador (llamado disyuntor) capaz de cortar automáticamente el circuito en respuesta a la corriente en exceso sin un comando aplicado externamente en lugar de los fusibles.

50 Con el fusible que se proporciona en el lado negativo además del que está en el lado positivo, el circuito se puede interrumpir si la línea del lado negativo que precede al fusible 101b y los contactos de las celdas 111 cortocircuita la unidad de almacenamiento de energía 110, de manera que se puede obtener un sistema de almacenamiento de energía con una función de protección más alta.

La Fig. 17 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de almacenamiento de energía 110 según

la primera realización de la invención.

Como se muestra en la Fig. 17, una pluralidad de celdas 111 cada una hecha de un condensador eléctrico de doble capa o una batería secundaria se proporcionan en una disposición serie-paralelo, de manera que el voltaje necesario y capacitancia se puede proporcionar entre los terminales de la unidad de almacenamiento de energía.

5 Se recopilan diversos tipos de información tal como el voltaje, la corriente, la cantidad de energía almacenada, la temperatura, y la presión de las celdas 111 o los elementos de la unidad de almacenamiento de energía 110 por un monitor de unidad de almacenamiento de energía 112 y se sacan a la unidad de control del sistema 120(1) como una señal de estado F10.

10 Se describirán los pasos de operación desde la activación a través de la operación de estado estable a la detención del sistema de almacenamiento de energía 200(1) según la primera realización.

Señalar que puede haber dos métodos para la activación del sistema de almacenamiento de energía, uno es cargar el condensador del lado primario 43 o el condensador del lado secundario 63 a partir de la fuente de alimentación DC 1a para activar y operar el sistema (lo cual en lo sucesivo se puede referir como "activación del lado primario"), y el otro es cargar el condensador del lado primario 43 o el condensador del lado secundario 63 usando energía almacenada en la unidad de almacenamiento de energía 110 para activar y operar el sistema (lo cual en lo sucesivo se puede referir como "activación del lado secundario").

15

Ahora, se describirán primero los pasos de operación en la activación del lado primario y luego se describirán los pasos de operación en la activación del lado secundario.

Activación del Lado Primario

20 Paso 1A-1

Si se enciende la fuente de alimentación de control para la unidad de control del sistema 120(1), y el comando de operación C1 que incluye un comando de activación se introduce desde el exterior, se saca un comando de cierre S0 para el conmutador 8a, se excita la bobina 31a3 del conmutador 8a, y el contacto principal 31a1 se cierra por consiguiente.

25 Si el estado en el que el comando de cierre S0 está encendido, el contacto auxiliar 31a2 del conmutador 8a se cierra de forma segura y la señal de contacto auxiliar F0 está encendida continúa durante un cierto periodo, la unidad de control del sistema 120(1) reconoce que el conmutador 8a se ha encendido con normalidad.

Paso 1A-1

30 Si el estado en el que el voltaje del lado primario V1 detectado por el detector de voltaje 21 está en un valor prescrito o más continúa durante un cierto periodo después de que la unidad de control del sistema 120(1) determina el encendido normal del conmutador 8a, la unidad de control del sistema saca un comando de cierre S2, de manera que se excita la bobina 31a3 del conmutador 31b y el contacto principal 31a1 se cierra por consiguiente. De este modo, el condensador del lado primario 43 se carga a través del resistor de carga 32.

35 La unidad de control del sistema 120(1) determina el encendido normal del conmutador 31b si el estado en el que el comando de cierre S2 está encendido, el contacto auxiliar 31a2 del conmutador 31b se cierra de manera segura, y la señal de contacto auxiliar F2 está encendida continúa durante un cierto periodo. Entonces, después de un periodo prescrito o si la diferencia entre el voltaje del lado primario V1 y el voltaje del condensador del lado secundario V2 es igual o menor que un valor prescrito y entonces transcurre un periodo prescrito, la unidad de control del sistema determina que la carga del condensador del lado primario 43 está completa, y saca un comando de cierre S1. De esta manera, se excita la bobina 31a3 del conmutador 31a y el contacto principal 31a1 se cierra por consiguiente.

40

La unidad de control del sistema 120(1) reconoce que el conmutador 31a se ha encendido con normalidad si el estado en el que el contacto auxiliar 21a2 del conmutador 31a se cierra de manera segura y la señal de contacto auxiliar F1 está encendida continúa durante un cierto periodo.

Paso 3A-1

45 Tras reconocer el cierre normal del conmutador 31a, la unidad de control del sistema 120(1) saca un comando de operación S3 a la unidad de control del convertidor 52a. En ese momento, el comando S3 incluye un comando para hacer al convertidor DC-DC 50(1) operar en un modo de carga inicial a fin de cargar el condensador del lado secundario 63, el voltaje del condensador del lado secundario V3, y el voltaje del lado secundario V4. Tras recibir el comando de operación S3, la unidad de control del convertidor 52a controla el circuito convertidor 51a de manera que el voltaje del condensador del lado secundario V3 sea igual que el voltaje del lado secundario V4, y la energía necesaria se pasa desde el lado primario al lado secundario del convertidor para cargar el condensador del lado secundario 63.

50

Señalar que a fin de evitar que el condensador del lado secundario 63 o similar sea dañado por una carga brusca, el

condensador del lado secundario 63 se carga mientras que la unidad de control del convertidor 52a controla la corriente en el circuito convertidor 51a de manera que la corriente pasada desde el lado primario al lado secundario se restringe a un valor prescrito.

- 5 La unidad de control del sistema 120(1) determina que la carga del condensador del lado secundario 63 está completa si la diferencia entre el voltaje del condensador del lado secundario V3 y el voltaje del lado secundario V4 es igual o menor que el valor prescrito, y entonces ha transcurrido un período prescrito.

Paso 4A-1

- 10 Tras determinar que la carga del condensador del lado secundario 63 está completa, la unidad de control del sistema 120(1) enciende los comandos de cierre S5 y S7 que encienden los conmutadores 71a y 71c. Esto acciona las bobinas de potencia 31a3 de los conmutadores 71a y 71c, y el contacto principal 31a1 se cierra por consiguiente. De este modo, el contacto auxiliar 31a2 al igual que el contacto principal 31a1 se cierra, y las señales de contacto auxiliares F5 y F7 que indican el estado de los contactos auxiliares 31a2 se sacan a la unidad de control del sistema 120(1).

- 15 La unidad de control del sistema 120(1) reconoce que el encendido de los conmutadores 71a y 71c está completo si el estado en el que los comandos de cierre S5 y S7 están encendidos, los contactos auxiliares 31a2 de los conmutadores 71a y 71c están cerrados de manera segura y las señales de contactos auxiliares F5 y F7 están encendidas continúa durante un cierto período.

- 20 Señalar que los conmutadores 71a y 71c se pueden encender o bien simultáneamente o bien secuencialmente. Cuando se encienden secuencialmente, se puede reducir la potencia de pico necesaria para encenderlos, y solamente el conmutador a ser encendido el último puede servir como un conmutador capaz de abrir y cerrar la corriente. Un conmutador capaz de abrir y cerrar la corriente es generalmente grande en tamaño, aunque el número de tales conmutadores se puede reducir y por lo tanto se puede obtener un sistema de almacenamiento de energía compacto y de peso ligero.

Paso 5A-1

- 25 Tras determinar que los conmutadores 71a y 71c se han encendido con normalidad, la unidad de control del sistema 120(1) saca un comando de operación S3 para hacer a la unidad de control del convertidor 52a operar mientras que mantiene la corriente ILP (o en la corriente del lado negativo ILN) del reactor de acoplamiento 51a5 a cero.

De este modo, la unidad de control del convertidor 52a controla el circuito convertidor 51a de manera que la corriente IL (o la corriente del lado negativo ILN) del reactor de acoplamiento 51a5 está a cero.

- 30 Señalar que la corriente del lado primario del convertidor I1P (o I1N) se puede controlar para ser cero, la corriente del lado secundario del convertidor I2P (o I2N) se puede controlar para ser cero, o la corriente del lado primario I1 detectada por el detector de corriente 11 o la corriente del lado positivo del lado secundario I3 detectada por el detector de corriente 91 se puede controlar para ser cero. La corriente del lado negativo del lado secundario I5 como el valor de detección del detector de corriente 93 puede ser cero en lugar del detector de corriente 91.

- 35 La unidad de control del sistema 120(1) determina que la unidad de control del convertidor 52a es normal si el estado en el que el valor de detección de la corriente a ser controlada es un valor prescrito o menor continúa durante un cierto período.

Paso 6A-1

- 40 Después de determinar que la unidad de control del convertidor 52a es normal, la unidad de control del sistema 120(1) introduce un comando de operación S3 que incluye un comando de corriente I* o un comando de potencia P* a la unidad de control del convertidor 52a.

De este modo, la unidad de control del convertidor 52a controla de manera que su corriente o la potencia entre el lado primario y el lado secundario encajan el comando.

- 45 Señalar que la corriente a ser controlada es una de la corriente ILP (o la corriente del lado negativo ILN) del reactor de acoplamiento 51a5, la corriente del lado primario del convertidor I1P (o la corriente del lado negativo I1N), y la corriente del lado secundario del convertidor I2P (o I2N).

- 50 Un comando de operación S3 que incluye un comando de voltaje V* se puede introducir a la unidad de control del convertidor 52a desde la unidad de control del sistema 120(1), y en este caso la unidad de control del convertidor 52a controla el circuito convertidor 51a de manera que uno designado del voltaje del condensador del lado primario V2 y el voltaje del condensador del lado secundario V3 encaja el comando de voltaje V*.

Paso 7A-1

Tras recibir un comando de operación de entrada C1 externamente que incluye un comando de detención, la unidad

ES 2 513 140 T3

de control del sistema 120(1) introduce un comando de operación S3 a la unidad de control del convertidor 52a para reducir gradualmente la corriente del convertidor a cero.

La unidad de control del convertidor 52a controla el circuito convertidor 51a para reducir gradualmente la corriente, eventualmente a cero.

5 El tiempo requerido para reducir la corriente a cero se puede fijar arbitrariamente.

Si el estado en el que la corriente está en un valor prescrito o menor continúa durante un cierto periodo, la unidad de control del sistema 120(1) introduce un comando de operación S3 para detener el convertidor DC-DC 50(1), y la unidad de control del convertidor 52a apaga los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 y saca el estado como una señal de estado F3.

10 La unidad de control del sistema 120(1) determina que el convertidor DC-DC 50(1) se ha detenido con normalidad en base a la señal de estado F3.

Señalar que la corriente a ser controlada es una de la corriente ILP (o ILN) del reactor de acoplamiento 51a5, la corriente del lado primario del convertidor I1P (o la corriente del lado negativo I1N), y la corriente del lado secundario del convertidor I2P (o I2N).

15 De este modo, la corriente se reduce a cero y entonces los elementos de conmutación 51a1 a 52a4 se apagan, de manera que el voltaje del condensador del lado primario V2 o el voltaje del condensador del lado secundario V3 se puede evitar que cambie bruscamente y se puede evitar un voltaje en exceso o similar.

Paso 8A-1

20 Tras confirmar que el convertidor DC-DC 50(1) se ha detenido con normalidad, la unidad de control del sistema 120(1) apaga los comandos de cierre S0, S1, S2, y S5 a S7 a fin de abrir los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c.

25 La unidad de control del sistema 120(1) confirma las señales de contacto auxiliares F0 a F2 y F5 a F7 que indican los estados de los contactos auxiliares 31a2 en los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, y determina que los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c se han abierto con normalidad tras confirmar que los conmutadores están apagados.

De este modo, los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c se abren en base a la confirmación del estado detenido del convertidor DC-DC 50(1), de manera que los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c se pueden abrir sin aplicación de corriente, lo cual evita el desgaste eléctrico de los contactos principales en los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c.

30 Activación del Lado Secundario

Paso 1B-1

35 Si se enciende la fuente de alimentación de control para la unidad de control del sistema 120(1) y se introduce un comando aplicado externamente C1 que incluye un comando de activación, la unidad de control del sistema 120(1) confirma una señal de estado F10 desde el monitor de la unidad de almacenamiento de energía 112 en la unidad de almacenamiento de energía 110 y enciende los comandos de cierre S6 y S7 para los conmutadores 71b y 71c a condición de que no haya anomalías y el estado en el que el voltaje del lado secundario V4 detectado por el detector de voltaje 81 está en un valor prescrito o más continúa durante un cierto periodo. De este modo, se accionan las bobinas de cierre 31a3 de los conmutadores 71b y 71c, y se cierran los contactos principales 31a1. Esto hace que los contactos auxiliares 31a2 enlazados con los contactos principales 31a1 sean cerrados, y las señales de contacto auxiliares F6 y F7 que indican los estados de los contactos auxiliares 31a2 se saquen a la unidad de control del sistema 120(1).

40 La unidad de control del sistema 120(1) reconoce el encendido normal de los conmutadores 71b y 71c si el estado en el que los comandos de cierre S6 y S7 están encendidos, los contactos auxiliares 31a2 de los conmutadores 71b y 71c se cierran con seguridad y las señales de contacto auxiliares F6 y F7 están encendidas continúa durante un cierto periodo.

45 Señalar que los conmutadores 71b y 71c se pueden encender o bien simultáneamente o bien secuencialmente. Cuando se encienden secuencialmente, se puede reducir la potencia de pico necesaria para encenderlos, y por lo tanto se puede emplear una fuente de alimentación de control solamente con un voltaje de resistencia de pico pequeño, de manera que se puede obtener un sistema de almacenamiento de energía compacto y de peso ligero.

50 Los conmutadores 71b y 71c se encienden, de manera que se carga el condensador del lado secundario 63 a través del resistor de carga 72.

La unidad de control del sistema 120(1) reconoce que los conmutadores 71b y 71c se han encendido con

normalidad, entonces determina que el condensador del lado secundario 63 se ha cargado y saca un comando de cierre S5 si el estado continúa durante un cierto periodo o si la diferencia entre el voltaje del lado secundario V4 y el condensador del lado secundario V3 es un valor prescrito o menor y entonces transcurre un periodo prescrito. De este modo, se excita la bobina 31a3 del conmutador 71a y el contacto principal 31a1 se cierra por consiguiente.

- 5 La unidad de control del sistema 120(1) reconoce que el conmutador 71a se ha encendido con normalidad si el estado en el que el contacto auxiliar 31a2 del conmutador 71a se cierra con seguridad y la señal de contacto auxiliar F5 está encendida continúa durante un cierto periodo.

Paso 2B-1

- 10 Tras confirmar que el conmutador 71a se ha encendido con normalidad, la unidad de control del sistema 120(1) saca un comando de operación S3 a la unidad de control del convertidor 52a. En ese momento, el comando S3 incluye un comando para hacer al convertidor DC-DC 50(1) operar en un modo de carga inicial a fin de cargar el condensador del lado primario 43, el voltaje del condensador del lado primario V2, y el voltaje del lado primario V1. Tras recibir el comando de operación S3, la unidad de control del convertidor 52a tiene el circuito convertidor 51a operado de manera que la energía necesaria se pasa desde el lado secundario al lado primario y se carga el condensador del lado primario 43.

15 Señalar que a fin de evitar que el condensador del lado primario 43 o similar sea dañado por carga brusca, el condensador del lado primario 43 se carga mientras que la unidad de control del convertidor 52a controla la corriente en el circuito convertidor 51a de manera que la corriente pasada desde el lado secundario al lado primario se restringe a un valor prescrito.

- 20 La unidad de control del convertidor 52a controla el circuito convertidor 51a de manera que el voltaje del condensador del lado primario V2 es igual al voltaje del lado primario V1 o el voltaje del condensador del lado primario V2 es igual a un valor predeterminado.

- 25 La unidad de control del sistema 120(1) determina que la carga del condensador del lado primario 43 está completa si la diferencia entre el voltaje del condensador del lado primario V2 y el voltaje del lado primario V1 es un valor prescrito o menor y entonces transcurre un periodo prescrito o si el voltaje del condensador del lado primario V2 alcanza el valor prescrito predeterminado.

Paso 3B-1

- 30 Tras determinar que la carga del condensador del lado primario 43 está completa, la unidad de control del sistema 120(1) enciende el comando de cierre S1 para encender el conmutador 31a. Esto acciona la bobina de cierre 31a3 del conmutador 31a y el contacto principal 31a1 se cierra. Entonces, se cierra el contacto auxiliar 31a2 enlazado con el contacto principal 31a1, de manera que la señal de contacto auxiliar F1 que indica el estado del contacto auxiliar 31a2 se saca a la unidad de control del sistema 120(1).

- 35 La unidad de control del sistema 120(1) reconoce el encendido normal del conmutador 31a si el estado en el que el comando de cierre S1 está encendido, el contacto auxiliar 31a2 del conmutador 31a se cierra de manera segura y la señal de contacto auxiliar F1 está encendida continúa durante un cierto periodo.

Paso 4B-1

- 40 La unidad de control del sistema 120(1) reconoce el encendido normal del conmutador 31a, entonces saca un comando de cierre S0 para el conmutador 8a, excita la bobina 31a3 del conmutador 8a, y cierra el contacto principal 31a1. La unidad de control del sistema 120(1) reconoce el encendido normal del conmutador 8a si el estado en el que el comando de cierre S0 está encendido y el contacto auxiliar 31a2 del conmutador 8a se cierra de manera segura para encender la señal de contacto auxiliar F0 continúa durante un cierto periodo.

Paso 5B-1

- 45 Tras determinar que el conmutador 8a se ha encendido con normalidad, la unidad de control del sistema 120(1) saca un comando de operación S3 para hacer a la unidad de control del convertidor 52a operar de manera que la corriente ILP (o la corriente del lado negativo ILN) del reactor de acoplamiento 51a5 está a cero.

De este modo, la unidad de control del convertidor 52a hace al circuito convertidor 51a operar de manera que la corriente ILP (o la corriente del lado negativo ILN) del reactor de acoplamiento 51a5 está a cero.

- 50 Señalar que el control se puede llevar a cabo de manera que la corriente del lado primario del convertidor I1P (o I1N) llega a ser cero, la corriente del lado secundario del convertidor I2P (o I2N) llega a ser cero, o la corriente del lado primario I1 detectada por el detector de corriente I1 o la corriente del lado positivo del lado secundario I3 detectada por el detector de corriente 91 llega a ser cero.

Señalar que la corriente del lado negativo del lado secundario I5 como el valor de detección del detector de corriente 93 puede llegar a ser cero en lugar de la corriente del lado positivo del lado secundario I3.

La unidad de control del sistema 120(1) determina que la unidad de control del convertidor 52a es normal si el estado en el que el valor de detección para la corriente a ser controlada es un valor prescrito o menor durante un periodo prescrito.

Paso 6B-1

- 5 Tras determinar que la unidad de control del convertidor 52a es normal, la unidad de control del sistema 120(1) introduce un comando de operación S3 que incluye un comando de corriente I* o un comando de potencia P* a la unidad de control del convertidor 52a.

De este modo, la unidad de control del convertidor 52a controla su corriente o la potencia entre el lado primario o el lado secundario para encajar el comando.

- 10 Señalar que la corriente a ser controlada es una de la corriente ILP (o la corriente del lado negativo ILN) del reactor de acoplamiento 51a5, la corriente del lado primario del convertidor I1P (o I1N), y la corriente secundaria del convertidor I2P (o I2N).

- 15 Un comando de operación S3 que incluye un comando de voltaje V* se puede introducir a la unidad de control del convertidor 52a desde la unidad de control del sistema 120(1), y la unidad de control del convertidor 52a controla el circuito convertidor 51a de manera que uno diseñado del voltaje del condensador del lado primario V2 y el voltaje del condensador del lado secundario V3 encaja con el comando de voltaje V*.

Paso 7B-1

- 20 La unidad de control del sistema 120(1) introduce un comando de operación S3 a la unidad de control del convertidor 52a de manera que la corriente del convertidor se reduce gradualmente a cero si se introduce un comando de operación aplicado externamente C1 que incluye un comando de detención.

- 25 La unidad de control del convertidor 52a controla el circuito convertidor 51a para reducir gradualmente la corriente, eventualmente a cero. El tiempo necesario para reducir la corriente a cero se puede fijar arbitrariamente. Si el estado en el que la corriente está en un valor prescrito o menor continúa durante un cierto periodo, la unidad de control del sistema 120(1) introduce un comando de operación S3 para detener el convertidor DC-DC 50(1), y la unidad de control del convertidor 52a apaga los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 y saca el estado como una señal de estado F3. La unidad de control del sistema 120(1) confirma que el convertidor DC-DC 50(1) se ha detenido con normalidad en base a la señal de estado F3.

- 30 Señalar que la corriente a ser controlada es una de la corriente ILP (o la corriente del lado negativo ILN) del reactor de acoplamiento 51a5, la corriente del lado primario del convertidor I1P (o I1N), y la corriente del lado secundario del convertidor I2P (o I2N).

De este modo, la corriente se reduce a cero y entonces los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 se apagan, de manera que el voltaje del condensador del lado primario V2 o el voltaje del condensador del lado secundario V3 se puede evitar que cambien bruscamente y se puede evitar un voltaje en exceso o similar.

Paso 8B-1

- 35 Tras determinar que el convertidor DC-DC 50(1) se ha detenido normalmente, la unidad de control del sistema 120(1) apaga los comandos de cierre S0 a S2 y S5 a S7 para hacer a los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c abrirse.

- 40 Tras confirmar que los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c están apagados de manera segura en base a las señales de contacto auxiliar F0 a F2 y F5 a F7 que indican los estados de los contactos auxiliares 31a2 de estos conmutadores, la unidad de control del sistema 120(1) determina que los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c se han abierto con normalidad.

- 45 De esta manera, los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c se abren después de que se confirme que el convertidor DC-DC 50(1) se ha detenido, de manera que los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c se puedan abrir sin ninguna aplicación de corriente, y por lo tanto se puede evitar el desgaste eléctrico de los contactos principales de estos conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c.

Mediante los pasos de operación descritos anteriormente desde la activación a través de la operación de estado estable a la detención, se puede obtener un sistema de almacenamiento de energía capaz de una operación fiable.

Señalar que si solamente es necesaria la operación mediante la activación del lado primario, el conmutador 71b de la unidad de conmutador del lado secundario 70(1) y el resistor de carga 72 no son necesarios y se pueden eliminar.

- 50 Mientras tanto, si solamente es necesaria la operación mediante la activación del lado secundario, el conmutador 31b de la unidad de conmutador del lado secundario 30(1) y el resistor de carga 32 no son necesarios y se podrían eliminar.

Ahora, se describirán en detalle un método de detección de anomalías y una operación que se lleva a cabo tras detectar una anomalía en el sistema de almacenamiento de energía de acuerdo con la primera realización.

5 A fin de permitir que el sistema de almacenamiento de energía opere de una manera segura y estable, se deben tomar medidas apropiadas rápidamente en respuesta al tipo de anomalía en cada elemento del sistema de almacenamiento de energía. Por lo tanto, se describirán un método de detección de anomalías y medidas para abordar los tipos de las anomalías que son cruciales.

Detección de Anomalías 1-1

Detección de Anomalías de Corriente Diferencial

10 Si el estado en el que la corriente diferencial del lado primario I2 o la corriente diferencial del lado secundario I4 según la salida del detector de corriente I2 o I4 es más de un valor prescrito continúa durante un cierto periodo, la unidad de control del sistema 120(1) determina que hay un aumento en la corriente de fugas causado por la degradación del aislamiento en algún lugar en el circuito, apaga las señales de cierre S0 a S2 y S5 a S7 para los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, apaga los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 del convertidor DC-DC 50(1), e introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(1) de manera que se descarguen el condensador del lado primario 43 y el capacitor del lado secundario 63.

15 La operación descrita anteriormente permite que el aumento en la corriente de fugas sea detectado y que el sistema de almacenamiento de energía sea detenido rápidamente, de manera que se puedan evitar daños adicionales.

20 Señalar que tales valores prescritos se pueden proporcionar en una pluralidad de pasos, y si la corriente diferencial es suficientemente insignificante, el valor se puede registrar mediante un dispositivo de almacenamiento (no mostrado) o indicar mediante una lámpara indicadora (no mostrada) en la unidad de control del sistema, el dispositivo, el puesto del conductor o similar para incitar a la comprobación sin detener el sistema de almacenamiento de energía.

Detección de Anomalías 2-1

Detección de Anomalías del Conmutador

25 La unidad de control del sistema 120(1) determina que el conmutador 8a tiene una anomalía si el estado continúa durante un cierto periodo en el que el contacto principal 31a1 no se cierra por un fallo en la bobina de cierre 31a3 del conmutador 8a o similar aunque el comando de cierre S0 para el conmutador 8a esté encendido, el contacto auxiliar 31a2 no se cierra por consiguiente, y la señal de contacto auxiliar F0 no se enciende o si el estado continúa durante un cierto periodo en el que el comando de cierre S0 está apagado mientras que el contacto auxiliar 31a2 está encendido y la señal de contacto auxiliar F0 está encendida.

30 Señalar que las anomalías se detectan para los conmutadores 31a, 31b, y 71a a 71c mediante el mismo método. Si una anomalía se detecta en cualquiera de los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, la unidad de control de sistema 120(1) apaga los comandos de cierre S0 a S2 y S5 a S7 para todos los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, apaga los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 del convertidor DC-DC 50(1), e introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(1), de manera que se descarguen el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63.

35 De este modo, se detecta un fallo en el conmutador y el sistema de almacenamiento de energía se pueda detener rápidamente, para que se puedan evitar daños adicionales.

Detección de Anomalías 3-1

40 Detección de Anomalías de Carga del Condensador del Lado Primario (en la Activación del Lado Primario)

45 Tras determinar que el conmutador 31b se ha encendido con normalidad en el paso descrito anteriormente 2A-1 en la activación del lado primario, la unidad de control del sistema 120(1) determina que la carga no se puede completar debido a una anomalía tal como un fallo de tierra en el condensador del lado primario 43 si la diferencia entre el voltaje del lado primario V1 y el voltaje del condensador del lado secundario V2 es un valor prescrito o mayor después de un periodo prescrito o si la corriente del lado primario I1 se pasa en una cantidad igual o mayor que un valor prescrito. Entonces, el sistema apaga los comandos de cierre S0 a S2 para los conmutadores 8a, 31a, y 31b que se han encendido en el tiempo, e introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(1) para descargar el condensador del lado primario 43.

50 Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar una anomalía en el circuito de carga para el condensador del lado primario 43, de manera que el sistema de almacenamiento de energía se pueda detener rápidamente, y se puedan evitar daños adicionales.

Detección de Anomalías 4-1

Detección de Anomalías de Carga del Condensador del Lado Secundario (en la Activación del Lado Primario)

- 5 La unidad de control del sistema 120(1) determina que hay una anomalía en el convertidor DC-DC 50(1) o en la periferia del condensador del lado secundario 63 en el paso 3A-1 descrito anteriormente en la activación del lado primario si la carga del condensador del lado secundario 63 no está completa dentro de un periodo prescrito o una señal de estado F3 que indica un fallo en el convertidor se recibe desde la unidad de control del convertidor 52a. La unidad de control del sistema entonces apaga los comandos de cierre S0 a S2 para los conmutadores 8a, 31a y 31b que se han encendido en el momento, detiene los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 del convertidor DC-DC 50(1), introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(1) y descarga el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63.
- 10 Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar una anomalía en el circuito de carga para el condensador del lado secundario 63, de manera que el sistema de almacenamiento de energía se pueda detener rápidamente, y se puedan evitar daños adicionales.

Detección de Anomalías 5-1

Detección de Anomalías de Carga del Condensador del Lado Secundario (en la Activación del Lado Secundario)

- 15 Después de determinar que los conmutadores 71b y 71c se han encendido con normalidad en el paso descrito anteriormente 1B-1 en la activación del lado secundario, la unidad de control de sistema 120(1) determina que la carga no se puede completar debido a una anomalía en el condensador del lado secundario 63 o similar si la diferencia entre el voltaje del lado secundario V4 y el voltaje del condensador del lado secundario V3 es un valor prescrito o mayor o si la corriente del lado positivo del lado secundario I3 y la corriente del lado negativo del lado secundario I4 se pasan en una cantidad igual o mayor que un valor prescrito. La unidad de control del sistema entonces apaga los comandos de cierre S6 a S7 para los conmutadores 71b y 71c que se han encendido para entonces, introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(1) y descarga el condensador del lado secundario 63.
- 20
- 25 Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar una anomalía en el circuito de carga para el condensador del lado secundario 63, de manera que el sistema de almacenamiento de energía se pueda detener rápidamente, y se puedan evitar daños adicionales.

Detección de Anomalías 6-1

Detección de Anomalías de Carga del Condensador del Lado Primario (en la Activación del Lado Secundario)

- 30 La unidad de control del sistema 120(1) determina que hay una anomalía en el convertidor DC-DC 50(1) o en la periferia del condensador del lado primario 43 si la carga del condensador del lado primario 43 no está completa dentro de un periodo prescrito o si una señal de estado F3 que indica un fallo en el convertidor se recibe desde la unidad de control del convertidor 52a en un paso 2B-1 en la activación del lado secundario. La unidad de control del sistema entonces apaga los comandos de cierre S6 a S7 para los conmutadores 71b y 71c que se han encendido para entonces, detiene los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 en el convertidor DC-DC 50(1), introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(1) y descarga el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63.
- 35
- Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar una anomalía en el circuito de descarga para el condensador del lado primario 43, de manera que el sistema de almacenamiento de energía se pueda detener rápidamente y se puedan evitar daños adicionales.

40 Detección de Anomalías 7-1

Detección de Voltaje en Exceso del Condensador del Lado Primario

- 45 Si el voltaje del condensador del lado primario V2 detectado por el detector de voltaje 42 excede un valor prescrito, la unidad de control del sistema 120(1) detiene los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 en el convertidor DC-DC 50(1), apaga los comandos de cierre S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 31a, 31b, y 71a a 71c, introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(1) y descarga el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63.

Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar el voltaje de exceso para el voltaje del condensador del lado primario V2, de manera que el sistema de almacenamiento de energía se pueda detener rápidamente, y se puedan evitar daños adicionales.

50 Detección de Anomalías 8-1

Detección de Voltaje en Exceso del Condensador del Lado Secundario

Si el voltaje del condensador del lado secundario V3 detectado por el detector de voltaje 62 excede un valor

prescrito, la unidad de control del sistema 120(1) detiene los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 del convertidor DC-DC 50(1), apaga los comandos de cierre S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 31a, 31b, y 71a a 71c, introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(1) y descarga el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63.

- 5 Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar el voltaje en exceso para el voltaje del condensador del lado secundario V3, de manera que el sistema de almacenamiento de energía se pueda detener rápidamente, y se puedan evitar daños adicionales.

Detección de Anomalías 9-1

Detección de Corriente en Exceso del Convertidor DC-DC

- 10 La unidad de control del sistema 120(1) apaga los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 en el convertidor DC-DC 50(1) si la corriente en los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 del circuito de convertidor 51a está en un valor prescrito o mayor.

- 15 Señalar que los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 se pueden apagar si la corriente ILP o la corriente del lado negativo ILN del reactor de acoplamiento 51a5 está en un valor prescrito o mayor en lugar de la corriente en los elementos de conmutación 51a1 a 51a4.

Señalar que los comandos de cierre S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 31a, 31b, y 71a a 71c no se apagan, un comando de descarga S4 no se introduce al circuito de descarga 45(1), y el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63 no se descargan.

- 20 Los condensadores no se descargan, y solamente se apagan los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 debido a que una corriente en exceso en el convertidor DC-DC se podría generar temporalmente por una perturbación causada por un cambio brusco en el voltaje del condensador del lado primario V2 o en el voltaje del condensador del lado secundario V3 y el fenómeno no es directamente atribuible a una anomalía en el convertidor DC-DC en sí mismo. Hay pocas posibilidades de que sea dañado el convertidor DC-DC.

- 25 Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar una corriente en exceso en el convertidor DC-DC, de manera que el sistema de almacenamiento de energía se pueda detener rápidamente y se puedan evitar daños adicionales.

Adicionalmente, se puede acortar el tiempo requerido para una reactivación recargando los condensadores.

Detección de Anomalías 10-1

Detección de Anomalías de Temperatura del Convertidor DC-DC

- 30 La unidad de control del sistema 120(1) apaga los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 si la temperatura de superficie de los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 en el circuito convertidor 51a o la temperatura de una aleta de refrigeración (no mostrada) a la que están unidos los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 es una temperatura fija o mayor.

- 35 Señalar que no se apagan los comandos de cierre S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 31a, 31b, y 71a a 71c, un comando de descarga S4 no se introduce al circuito de descarga 45(1), y no se descargan el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63.

- 40 Los condensadores no se descargan y solamente se apagan los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 debido a que una elevación de temperatura en el convertidor DC-DC se podría causar por una sobrecarga temporal y el fenómeno no es directamente atribuible a una anomalía en el convertidor DC-DC en sí mismo. Hay pocas posibilidades de que el convertidor DC-DC sea dañado.

- 45 Señalar que se puede proporcionar otro valor prescrito menor que el valor descrito y si este valor prescrito menor se excede, la corriente en el convertidor DC-DC se puede controlar para ser reducida de manera que se reduzca la elevación de temperatura. Entonces, si el valor prescrito previo todavía se excede, se pueden apagar los elementos de conmutación 51a1 a 51a4. Esto es preferible debido a que la operación se puede continuar tanto como sea posible.

Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar una anomalía de temperatura en el convertidor DC-DC, de manera que el sistema de almacenamiento de energía se pueda detener rápidamente y se puedan evitar daños adicionales.

Adicionalmente, se puede acortar el tiempo requerido para una reactivación recargando los condensadores.

- 50 Detección de Anomalías 11-1

Detección de Anomalías del Elemento de Conmutación

5 Si se detecta una anomalía en cualquiera de los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 (el contenido de los cuales se detallará) en el circuito convertidor 51a mediante un circuito de detección (no mostrado) construido en cada uno de los elementos de conmutación 51a1 a 51a4, un circuito de accionamiento (no mostrado) en cada uno de los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 o la unidad de control del convertidor 52a, la unidad de control del sistema 120(1) reconoce el estado en base a una señal de estado F3, entonces detiene los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 en el convertidor DC-DC 50(1), apaga los comandos de cierre S0, S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(1) y descarga el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63.

10 Señalar que si los circuitos de detección integrados (no mostrados) detectan una anomalía, los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 pueden apagarse independientemente sin un comando de apagado desde la unidad de control del sistema 120(1) o la unidad de control del convertidor 52a. Un elemento de conmutación que tiene tal función ha estado disponible comercialmente y es conocido como un módulo de potencia inteligente. De este modo, el apagado se puede llevar a cabo más rápidamente sin un retraso desde el momento de la detección de la anomalía, lo que mejora el rendimiento de protección.

15 La anomalía descrita anteriormente se refiere a casos donde la corriente pasada a los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 es excesiva con una elevación aguda, donde la temperatura en los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 está en un valor prescrito o mayor, y donde el voltaje de las señales de encendido/apagado para los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 es probable que sea inestable. Estos fenómenos podrían dar lugar a daños a los elementos de conmutación 51a1 a 51a4.

20 Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar una anomalía en un elemento de conmutación, de manera que se pueda detener rápidamente el sistema de almacenamiento de energía y se puedan evitar daños adicionales.

Detección de Anomalías 12-1

25 Detección de Corriente en Exceso del Lado Primario

Después del paso 1A-1 en el que el encendido del conmutador 8a en la unidad de corte 8 está completo o después del paso 4B-1, si el conmutador 8a se abre por sí mismo debido a corriente en exceso, la unidad de control del sistema 120(1) detecta la señal de contacto auxiliar S0 que se apaga a pesar del comando de cierre S0 que está encendido, detiene los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 en el convertidor DC-DC 50(1), apaga los comandos de cierre S0, S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(1) y descarga el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63.

30 Si el conmutador 8a se abre por sí mismo debido a la corriente en exceso, es posible que la corriente en exceso se haya pasado debido a un cortocircuito o un fallo de tierra, y por lo tanto la operación descrita anteriormente permite al sistema de almacenamiento de energía ser detenido rápidamente, de manera que se puedan evitar daños adicionales.

Detección de Anomalías 13-1

Detección de Corriente en Exceso del Lado Secundario

40 Si se funde un fusible 101a o 101b, las señales de contacto auxiliares F8 y F9 se encienden, y por lo tanto la unidad de control del sistema 120(1) detecta estados, detiene los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 en el convertidor DC-DC 50(1), apaga los comandos de cierre S0, S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(1) y descarga el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63.

45 Se considera que los fusibles 101a y 101b se funden por el paso de corriente en exceso causada por un cortocircuito o un fallo de tierra, y por lo tanto la operación descrita anteriormente permite al sistema de almacenamiento de energía ser detenido rápidamente, de manera que se puedan evitar daños adicionales.

Detección de Anomalías 14-1

Detección de Anomalías de la Unidad de Almacenamiento de Energía

50 La unidad de control del sistema 120(1) apaga los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 si la señal de estado F10 que indica una anomalía de temperatura, sobrecarga, o sobre descarga se introduce desde el monitor de la unidad de almacenamiento de energía 112.

Entonces, si se indica una anomalía de temperatura, los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 comienzan a operar cuando F10 ya no indica la anomalía de temperatura.

Si se indica una sobrecarga, solamente se permite el flujo de energía desde el lado secundario al lado primario para operar el convertidor DC-DC 50(1) a fin de tener descargada la unidad de almacenamiento de energía 110.

5 A la inversa, si se indica una sobre descarga, solamente se permite el flujo de energía desde el lado primario al lado secundario para operar el convertidor DC-DC 50(1) a fin de tener cargada la unidad de almacenamiento de energía 110.

10 Señalar que si la señal de estado F10 continúa indicando cualquiera de la anomalía de temperatura, sobrecarga o sobre descarga después de un periodo prescrito, la unidad de almacenamiento de energía 110 puede tener una anomalía irrecuperable, y por lo tanto la unidad de control del sistema 120(1) detiene los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 en el convertidor DC-DC 50(1), apaga los comandos de cierre S0, S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(1) y descarga el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63.

Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar una anomalía en la unidad de almacenamiento de energía, de manera que la unidad de almacenamiento de energía se pueda detener rápidamente, y se puedan evitar daños adicionales.

15 Señalar que cuando se detecta cualquiera de estas anomalías, la aparición de la anomalía se registra preferiblemente por la unidad de control del sistema o indica por una lámpara indicadora (no mostrada), un monitor indicador (no mostrado) o similar proporcionado al dispositivo, el puesto del conductor o similares.

20 Entre los tipos de detección de anomalías descritos anteriormente, es altamente probable que los siguientes tipos de detección de anomalías empeoren los daños si se lleva a cabo una reactivación: detección de anomalías 1-1 (la detección de anomalías de corriente diferencial), detección de anomalías 2-1 (la detección de anomalías del conmutador), detección de anomalías 3-1 (la detección de anomalías de carga del condensador del lado primario en la activación del lado primario), detección de anomalías 4-1 (la detección de anomalías de carga del condensador del lado secundario en la activación del lado primario), detección de anomalías 5-1 (la detección de anomalías de carga del condensador del lado secundario en la activación del lado secundario), detección de anomalías 6-1 (la detección de anomalías de carga del condensador del lado primario en la activación del lado secundario), detección de anomalías 11-1 (la detección de anomalías del elemento de conmutación), detección de anomalías 12-1 (la detección de corriente en exceso del lado primario), detección de anomalías 13-1 (la detección de corriente en exceso del lado secundario), y detección de anomalías 14-1 (la detección de anomalías de la unidad de almacenamiento de energía). Por lo tanto, la unidad de control del sistema 120(1) prohíbe la activación del sistema de almacenamiento de potencia tan pronto como detecta cualquiera de estas anomalías. La prohibición de activación no termina a menos que haya una operación manual tal como presionar un botón de reinicio proporcionado en la plataforma del conductor o la unidad de control del sistema.

De este modo, se puedan evitar daños adicionales a las partes afectadas impidiendo una operación de reactivación descuidada.

35 Entre los tipos de detección de anomalías descritos anteriormente, se considera que los siguientes casos son fenómenos temporales causados por perturbación o similar: detección de anomalías 7-1 (la detección de voltaje en exceso del condensador del lado primario), detección de anomalías 8-1 (la detección de voltaje en exceso del condensador del lado secundario), detección de anomalías 9-1 (la detección de corriente en exceso del convertidor DC-DC), y detección de anomalías 10-1 (la detección anomalías de temperatura del convertidor DC-DC). Por lo tanto, la unidad de control del sistema 120(1) lleva a cabo un procedimiento de detención y entonces lleva a cabo automáticamente una reactivación después de un periodo prescrito. En ese momento, se monitoriza la presencia/ausencia de otra anomalía, y a menos que se detecte una anomalía del mismo tipo en un cierto periodo, la operación se continúa, y si se detecta una anomalía del mismo tipo dentro del cierto periodo, se prohíbe la activación del sistema de almacenamiento de energía tan pronto como se detecta la anomalía. La prohibición de activación no finaliza a menos que haya una operación manual tal como presionar un botón de reinicio proporcionado en la plataforma del conductor o la unidad de control del sistema.

De este modo, se puede evitar que el sistema de almacenamiento de energía sea detenido excesivamente por anomalías temporales causadas por perturbación, mientras que se pueden evitar daños adicionales a las partes afectadas que podrían ser causados de otro modo por una reactivación descuidada.

50 Adicionalmente, la unidad de control del sistema 120(1) lleva a cabo la siguiente operación si el voltaje de la fuente de alimentación de control es menor que un valor prescrito.

Si el voltaje de la fuente de alimentación de control para la unidad de control del sistema 120(1) es menor que el valor prescrito o se apaga, se introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(1) y se descargan el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63.

55 Los comandos de cierre S0 a S2, y S5 a S7 se apagan a fin de abrir los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c al mismo tiempo.

Se describirá el significado de la operación descrita anteriormente.

Los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 se podrían dañar si cae el voltaje de una señal de puerta que controla sus estados encendido/apagado, y a fin de evitar el daño, la unidad de control del sistema 120(1) detiene rápidamente la conmutación cuando la fuente de alimentación de control se apaga, y descarga el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63, de manera que el voltaje no se aplique a través de los elementos de conmutación.

Señalar que si se apaga la fuente de alimentación de control, es necesaria una operación de descarga fiable, y por lo tanto la unidad de control del sistema 120(1) y el circuito de accionamiento del elemento de descarga 46d cada uno tiene un circuito de respaldo de fuente de alimentación (no mostrado) que tiene un elemento de almacenamiento de energía tal como un condensador electrolítico usado para mantener el voltaje de la fuente de alimentación de control después de que se apaga la fuente de alimentación de control y mantiene el elemento de descarga 46c en un estado encendido hasta que está completa la descarga (normalmente alrededor de tres segundos).

De este modo, si la fuente de alimentación de control se interrumpe repentinamente mientras que opera el sistema de almacenamiento de energía, el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63 se pueden descargar de manera segura, y se pueden abrir los conmutadores. Por lo tanto, se puede evitar que los elementos de conmutación así como el sistema de almacenamiento de energía sean dañados.

Con la estructura según la primera realización descrita anteriormente, se puede proporcionar un sistema de almacenamiento de energía aplicado más adecuadamente a un sistema de tracción. El sistema permite una óptima activación, operación, detención, un método de detección de anomalías, y un método de operación tras la detección de anomalías que son importantes y necesarios al usar el sistema de almacenamiento de energía.

Señalar que en la descripción de la fuente de alimentación DC con referencia a la Fig. 2, la fuente de alimentación DC se proporciona en el lado del vehículo a través del pantógrafo, y la descripción concierne al caso en el que el sistema de almacenamiento de energía se proporciona en el vehículo, mientras que el sistema de almacenamiento de energía se puede proporcionar entre estaciones al nivel del suelo o en una subestación de energía eléctrica (no mostrada).

Segunda Realización

La Fig. 18 es un diagrama de la configuración de un sistema de almacenamiento de energía según una segunda realización de la invención.

La segunda realización es una modificación del ejemplo de la primera realización, por lo tanto los mismos elementos que aquéllos según la primera realización se indican por los mismos caracteres de referencia y no se describirán, y solamente se describirán los elementos diferentes.

Como se muestra en la Fig. 18, se proporciona una fuente de alimentación DC 1(2) en lugar de la fuente de alimentación DC 1(1) e introduce a un sistema de almacenamiento de energía 200(2).

El sistema de almacenamiento de energía 200(2) está dotado con una unidad de filtro del lado primario 40(2) en lugar del filtro del lado primario 40(1).

La Fig. 19 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la fuente de alimentación DC 1(2) según la segunda realización de la invención.

Como se muestra en la Fig. 19, la fuente de alimentación DC 1(2) es el voltaje entre ambos terminales de un condensador 1f en un circuito que incluye una subestación de potencia 1a, una línea aérea de contacto 1b, un pantógrafo 1c, un raíl 1i, un conmutador 1d que tiene una función de corte de corriente, un reactor 1e, el condensador 1f, y un controlador de accionamiento 1j que incluye un inversor 1g que acciona un generador eléctrico o una carga 1h.

La Fig. 20 es un diagrama de un ejemplo de la configuración del filtro del lado primario 40(2) según la segunda realización de la invención. El reactor 41 se elimina, se conecta un filtro de ruido 44 en la etapa sucesiva del detector de voltaje 42 que detecta el voltaje del condensador del lado primario V2, y el condensador del lado primario 43 se proporciona en la etapa sucesiva del filtro de ruido 44.

Señalar que los pasos de operación desde la activación a través la operación de estado estable a la detención del sistema de almacenamiento de energía 200(2) según la segunda realización de la invención, un método de detección de anomalías, y operación a ser llevada a cabo cuando se detecta una anomalía son los que se describen por el contenido de la primera realización y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

Con la estructura según la segunda realización descrita anteriormente, si el sistema de almacenamiento de energía se usa en combinación con el controlador de accionamiento 1j, se puede compartir el reactor 1e en el controlador de accionamiento 1j, de manera que se puede omitir el reactor 41 usado según la primera realización y por lo tanto se puede obtener un sistema de almacenamiento de energía compacto y de peso ligero.

Si se omite la unidad de corte 8 y el conmutador 1d en el controlador de accionamiento 1j se hace que sirva a la función, se puede obtener un sistema de almacenamiento de energía incluso más compacto y de peso ligero.

Tercera Realización

5 La Fig. 21 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de un sistema de almacenamiento de energía según una tercera realización de la invención.

La tercera realización es una modificación del ejemplo de la primera realización, por lo tanto los mismos elementos que aquéllos según la primera realización se indican por los mismos caracteres de referencia y no se describirán, y solamente se describirán los elementos diferentes.

10 Como se muestra en la Fig. 21, un sistema de almacenamiento de energía 200(3) incluye una unidad de circuito de descarga 45(2) en lugar de la unidad de circuito de descarga 45(1) y una unidad de control del sistema 120(3) en lugar de la unidad de control del sistema 120(1).

La unidad de control del sistema 120(3) saca un comando de descarga del lado primario S41 y un comando de descarga del lado secundario S42 a la unidad de circuito de descarga 45(2) y se dota con las señales de estado F41 y F42 a partir de la unidad de circuito de descarga 45(2).

15 La Fig. 22 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de circuito de descarga 45(2) según la tercera realización de la invención.

Como se muestra en la Fig. 22, el lado positivo de un circuito que tiene un conexión serie de un elemento de descarga 46c1 y un resistor de descarga 46e1 está conectado con un led de línea desde el lado positivo de la etapa sucesiva de la unidad de filtro del lado primario 40(1), y el lado negativo está conectado a la línea del lado negativo.

20 El lado positivo de un circuito que tiene una conexión serie de un elemento de descarga 46c2 y un resistor de descarga 46e2 está conectado con un led de línea desde el lado positivo de la etapa sucesiva de la unidad de filtro del lado secundario 60(1), y el lado negativo está conectado a la línea del lado negativo.

25 El estado encendido/apagado del elemento de descarga 46c1 o 46c2 está controlado por un circuito de accionamiento del elemento de descarga 46d1 o 46d2. El circuito de accionamiento del elemento de descarga 46d1 o 46d2 se dota con un comando de descarga del lado primario S41 o un comando de descarga del lado secundario S42 que incluye un comando de encendido/apagado para el elemento de descarga 46c1 o 46c2 desde la unidad de control del sistema 120(3), y una señal de estado F41 o F42 que incluye el estado de operación del elemento de descarga 46c1 o 46c2 se introduce a la unidad de control del sistema 120(2).

30 Señalar que los pasos de operación desde la activación a través de la operación de estado estable a la detención del sistema de almacenamiento de energía 200(3) según la tercera realización se describen mediante el contenido de la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(3) se sustituye por la unidad de control del sistema 120(1) y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

35 Con respecto a un método de detección de anomalías y una operación a ser llevada a cabo cuando se detecta una anomalía, se llevan a cabo la detección de anomalías 7-3 siguiente y la detección de anomalías 8-3 a diferencia del contenido de la primera realización en la que se llevan a cabo la detección de anomalías 7-1 y la detección de anomalías 8-1.

Detección de Anomalías 7-3

Detección de Voltaje en Exceso del Condensador del Lado Primario

40 Si el voltaje del condensador del lado primario V2 detectado por el detector de voltaje 42 excede un valor prescrito, la unidad de control de sistema 120(3) detiene los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 en el convertidor DC-DC 50(1), apaga los comandos de cierre S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 31a, 31b, y 71a a 71c, introduce un comando de descarga del lado primario S41 a la unidad de circuito de descarga 45(2) y descarga el condensador del lado primario 43.

45 Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar el voltaje en exceso para el voltaje del condensador del lado primario V2, de manera que el sistema de almacenamiento de energía se pueda detener rápidamente, y se puedan evitar daños adicionales.

Señalar que según la tercera realización, el condensador del lado secundario 63 no se descarga, y por lo tanto se puede ahorrar una operación de descarga innecesaria.

Detección de Anomalías 8-3

50 Detección de Voltaje en Exceso del Condensador del Lado Secundario

5 Si el voltaje del condensador del lado secundario V3 detectado por el detector de voltaje 62 excede un valor prescrito, la unidad de control del sistema 120(1) detiene los elementos de conmutación 51a1 a 51a4 en el convertidor DC-DC 50(3), apaga los comandos de cierre S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 31a, 31b, y 71a a 71c e introduce un comando de descarga del lado secundario S42 a la unidad de circuito de descarga 45(2) y descarga el condensador del lado secundario 63.

Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar un voltaje en exceso para el voltaje del condensador del lado secundario V3, se puede detener rápidamente el sistema de almacenamiento de energía, de manera que se puedan evitar daños adicionales.

10 Según la tercera realización, el condensador del lado primario 43 no se descarga, y por lo tanto se puede ahorrar una operación de descarga innecesaria.

Otros tipos de detección de anomalías se describen por el contenido de la primera realización cuando la unidad de circuito de descarga 45(2) se sustituye por la unidad del circuito de descarga 45(1), el comando de descarga del lado primario S41 y el comando de descarga del lado secundario S42 se sustituyen por el comando de descarga S4, y los elementos de descarga 46c1 y 46c2 se sustituyen por el elemento de descarga 46c.

15 Con la estructura según la tercera realización, el condensador del lado primario 43 y el condensador del lado secundario 63 se pueden descargar separadamente como se desee, lo cual ahorra una operación de descarga innecesaria, y por lo tanto se puede proporcionar un sistema de almacenamiento de energía eficiente.

Cuarta Realización

20 La Fig. 23 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de un sistema de almacenamiento de energía según una cuarta realización de la invención.

La cuarta realización es una modificación del ejemplo de la primera realización. Por lo tanto, los mismos elementos que aquéllos de la primera realización se indicarán mediante los mismos caracteres de referencia y no se proporcionará su descripción, mientras que solamente se describirán los elementos diferentes.

25 Como se muestra en la Fig. 23, un sistema de almacenamiento de energía 200(4) incluye una unidad de conmutador del lado primario 30(2) y una unidad de control del sistema 120(4) en lugar de la parte de conmutador del lado primario 30(1) y la unidad de control del sistema 120(1), respectivamente.

La Fig. 24 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de conmutador del lado primario 30(2) según la cuarta realización de la invención.

30 Como se muestra en la Fig. 24, la unidad de conmutador del lado primario 30(2) incluye un conmutador 31a y un conmutador 31b dispuestos en serie con el lado positivo y un resistor de carga 32 conectado en paralelo con el conmutador 31b. Los conmutadores 31a y 31b están dotados con las señales de cierre S1 y S2, respectivamente. Las señales de contacto auxiliares F1 y F2 se introducen a la unidad de control del sistema 120(4) desde los conmutadores 31a y 31b, respectivamente.

35 Ahora, se describirán los pasos de operación desde la activación a través de la operación de estado estable a la detención del sistema de almacenamiento de energía 200(4) según la cuarta realización.

Activación del Lado Primario

Paso 1A-4

El paso es el mismo que el paso 1A-1 según la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(4) se sustituye por la unidad de control del sistema 120(1) y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

40 Paso 2A-4

45 Tras reconocer el encendido normal del conmutador 8a, la unidad de control del sistema 120(4) saca un comando de cierre S1, excita la bobina 31a3 del conmutador 31a y cierra el contacto principal 31a1 si el estado en el que el voltaje del lado primario V1 detectado por el detector de voltaje 21 está en un valor prescrito o mayor continúa durante un cierto periodo. De este modo, se carga el condensador del lado primario 43 a través del resistor de carga 32.

50 Si el estado en el que el comando de cierre S1 está encendido y el contacto auxiliar 31a2 del conmutador 31a está cerrado de manera segura para encender la señal de contacto auxiliar F1 continúa durante un cierto periodo, la unidad de control del sistema 120(4) determina que el conmutador 31a se ha encendido normalmente. Entonces, después de un periodo prescrito o si la diferencia entre el voltaje del lado primario V1 y el voltaje del condensador del lado primario V2 llega a ser un valor prescrito o menos y el estado continúa durante un cierto periodo, la unidad de control del sistema determina que la carga del condensador del lado primario 43 está completa y saca un comando de cierre S2. Esto excita la bobina 31a3 del conmutador 31b, y se cierra el contacto principal 31a1.

ES 2 513 140 T3

Si el estado en el que el contacto auxiliar 21a2 del conmutador 31b se cierra de manera segura, y la señal de contacto auxiliar F2 se enciende continúa durante un cierto periodo, la unidad de control del sistema 120(3) determina que el conmutador 31b se ha encendido normalmente.

Paso 3A-4

- 5 Tras reconocer el encendido normal del conmutador 31b, la unidad de control del sistema 120(4) saca un comando de operación S3 a la unidad de control del convertidor 52a. En ese momento, S3 es una señal que incluye un comando que tiene el convertidor DC-DC 50(1) operado de manera que el condensador del lado secundario 63 se carga en un modo de carga inicial, el voltaje del condensador del lado secundario V3, y el voltaje del lado secundario V4. Tras recibir el comando de operación S3, la unidad de control del convertidor 52a controla el circuito convertidor 51a de manera que el voltaje del condensador del lado secundario V3 llega a ser igual al voltaje del lado secundario V4 y pasa la energía necesaria desde el lado primario al lado secundario para cargar el condensador del lado secundario 63. En ese momento, la unidad de control del convertidor 52a es capaz de cargar el condensador del lado secundario 63 mientras se controla la corriente del circuito del convertidor 51a de manera que la corriente pasada desde el lado primario al lado secundario se restringe a un valor prescrito a fin de evitar que el condensador del lado secundario 63 sea dañado por una carga brusca.

La unidad de control del sistema 120(4) determina que la carga del condensador del lado secundario 63 está completa si la diferencia entre el voltaje del condensador del lado secundario V3 y el voltaje del lado secundario V4 es un valor prescrito o menor y entonces transcurre un periodo prescrito.

Pasos 4A-4 a 8A-4

- 20 Los pasos son los mismos que los pasos 4A-1 a 8a-1 según la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(4) se sustituye por la unidad de control del sistema 120(1) y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

Activación del Lado Secundario

Pasos 1B-4 a 2B-4

- 25 Los pasos son los mismos que los pasos 1B-1 a 2B-1 según la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(4) se sustituye por la unidad de control del sistema 120(1) y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

Paso 3B-4

- 30 Tras determinar que la carga del condensador del lado primario 43 está completa, la unidad de control del sistema 120(4) enciende los comandos de cierre S1 y S2 para encender los conmutadores 31a y 31b. De este modo, se accionan las bobinas de cierre 31a3 de los conmutadores 31a y 31b, y se cierran los contactos principales 31a1. De este modo, se cierran los contactos auxiliares 31a2 enlazados con los contactos principales 31a1, y las señales de contacto auxiliares F1 y F2 que representan los estados de los contactos auxiliares 31a2 se sacan a la unidad de control del sistema 120(4).

- 35 La unidad de control del sistema 120(4) reconoce el encendido normal de los conmutadores 31a y 31c si el estado en el que los comandos de cierre S1 y S2 están encendidos y los contactos auxiliares 31a2 de los conmutadores 31a se cierran de manera segura para encender las señales de contacto auxiliares F1 y F2 continúa durante una cierta duración.

Paso 4B-4

- 40 La unidad de control del sistema 120(4) determina el encendido normal de los conmutadores 31a y 31b, entonces saca un comando de cierre S0 para el conmutador 8a, excita la bobina 31a3 del conmutador 8a y cierra el contacto principal 31a1.

- 45 Si el estado en el que el comando de cierre S0 está encendido, el contacto auxiliar 31a2 del conmutador 8a está cerrado de manera segura y la señal de contacto auxiliar F0 está encendida continúa durante un cierto periodo, la unidad de control del sistema 120(4) reconoce el encendido normal del conmutador 8a.

Pasos 5B-4 a 8B-4

- 50 Los pasos son los mismos que los pasos 5B-1 a 8B-1 según la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(4) se sustituye por la unidad de control del sistema 120(1) y por lo tanto no se proporcionará la descripción. Señalar que un método de detección de anomalías y una operación a ser llevada a cabo cuando se detecta una anomalía se describen por el contenido de la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(4) se sustituye por la unidad de control del sistema 120(1) y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

Con la estructura según la cuarta realización descrita anteriormente, los conmutadores 31a y 31b se disponen en serie y por lo tanto si por ejemplo el conmutador 31b no se puede abrir debido a un fallo, se puede abrir el circuito usando el conmutador 31a, de manera que se pueda proporcionar un sistema de almacenamiento de energía que permite que el circuito del lado primario sea abierto de manera más segura.

5 Quinta Realización

La Fig. 25 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de un sistema de almacenamiento de energía según una quinta realización de la invención.

10 La quinta realización es una modificación del ejemplo de la primera realización, por lo tanto los mismos elementos que aquéllos según la primera realización se indican por los mismos caracteres de referencia y no se describirán, y solamente se describirán los elementos diferentes.

Como se muestra en la Fig. 25, un sistema de almacenamiento de energía 200(5) incluye una unidad de conmutador del lado secundario 70(2) y una unidad de control del sistema 120(5) en lugar de la unidad de conmutador del lado secundario 70(1) y la unidad de control del sistema 120(1), respectivamente.

15 La Fig. 26 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de conmutador del lado secundario 70(2) según la quinta realización de la invención.

Como se muestra en la Fig. 26, la unidad de conmutador del lado secundario 70(2) incluye los conmutadores 71a y 71b dispuestos en serie con el lado positivo, y un resistor de carga 72 conectado en paralelo con el conmutador 71b, y un conmutador 71c dispuesto en serie con el lado negativo.

20 Los conmutadores 71a a 71c se dotan con las señales de cierre S5 a S7, respectivamente desde la unidad de control del sistema 120(5), y las señales de contacto auxiliares F5 y F7 se introducen a la unidad de control del sistema 120(5) desde los conmutadores 71a a 71c, respectivamente.

La estructura interna de los conmutadores 71a a 71c es la misma que aquélla mostrada en la Fig. 7 y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

25 Señalar que en la descripción anterior, los conmutadores 71a a 71c son conmutadores mecánicos, pero pueden ser otros tipos de conmutadores tales como conmutadores sin contacto de tipo semiconductor siempre y cuando se pueda llevar a cabo el cierre/abertura de la confirmación de operación del circuito.

Ahora, se describirán los pasos de operación desde la activación a través de la operación de estado estable a la detención del sistema de almacenamiento de energía 200(5) según la quinta realización.

Activación del Lado Primario

30 Pasos 1A-5 a 3A-5

Estos pasos son los mismos que los pasos 1A-1 a 3A-1 según la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(5) se sustituye por la unidad de control del sistema 120(1) y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

Paso 4A-5

35 Tras determinar que se ha cargado con normalidad el condensador del lado secundario 63, la unidad de control del sistema 120(5) enciende los comandos de cierre S5 a S7 que enciende los conmutadores 71a a 71c. De este modo, se accionan las bobinas de cierre 31a3 de los conmutadores 71a a 71c, y se cierran los contactos principales 31a1. De este modo, se cierran los contactos auxiliares 31a2 enlazados con los contactos principales 31a1, y las señales de contacto auxiliares F5 a F7 que indican los estados de los contactos auxiliares 31a2 se sacan a la unidad de control del sistema 120(5).

La unidad de control del sistema 120(5) reconoce el encendido normal de los conmutadores 71a a 71c si el estado en el que los comandos de cierre S5 a S7 están encendidos, los contactos auxiliares 31a2 de los conmutadores 71a a 71c están cerrados con seguridad y las señales de contacto auxiliares F5 a F7 están encendidas continúa durante un cierto periodo.

45 Señalar que los conmutadores 71a a 71c se pueden encender simultánea o secuencialmente. El encendido secuencial permite que la potencia de pico necesaria para encenderlos sea reducida, y el conmutador último encendido puede ser solamente el conmutador capaz de abrir y cerrar la corriente. En general, un conmutador capaz de abrir y cerrar una corriente es grande en tamaño. Por lo tanto, se puede reducir el número de conmutadores a ser usado, de manera que se puede proporcionar un dispositivo compacto y de peso ligero.

50 Paso 5A-5

Tras determinar que el encendido de los conmutadores 71a a 71c está completo con normalidad, la unidad de control del sistema 120(5) saca un comando de operación S3 a la unidad de control del convertidor 52a de manera que la operación se lleva a cabo mientras que la corriente IL (o la corriente del lado negativo ILN) del reactor de acoplamiento 51a5 se mantiene a cero.

- 5 De este modo, la unidad de control del convertidor 52a controla el circuito convertidor 51a de manera que la corriente IL (o la corriente del lado negativo ILN) del reactor de acoplamiento 51a5 está a cero.

- 10 Señalar que el control se puede llevar a cabo de manera que la corriente del lado primario del convertidor I1P (o I1N) llega a ser cero o la corriente del lado secundario del convertidor I2P (o I2N) llega a ser cero, o la corriente del lado primario I1 detectada por el detector de corriente I1, o la corriente positiva del lado secundario I3 detectada por el detector de corriente 91 llega a ser cero. La operación se puede llevar a cabo de manera que la corriente del negativo del lado secundario I5 según el valor de detección del detector de corriente 93 llegue a ser cero en lugar de la corriente del lado positivo del lado secundario I3.

- 15 La unidad de control del sistema 120(5) determina que la unidad de control de convertidor 52a es normal si el estado en el que el valor de detección de corriente a ser controlado es un valor prescrito o menor continúa durante un periodo prescrito.

Paso 6A-5

El paso es el mismo que el paso 6A-1 según la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(5) se sustituye por la unidad de control del sistema 120(1) y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

Paso 7A-5

- 20 El paso es el mismo que el paso 7A-1 según la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(5) se sustituye por la unidad de control del sistema 120(1) y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

Paso 8A-5

El paso es el mismo que el paso 8A-1 según la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(5) se sustituye por la unidad de control del sistema 120(1) y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

- 25 Activación del Lado Secundario

Paso 1B-5

- 30 Cuando se enciende la fuente de alimentación de control para la unidad de control del sistema 120(5) y se introduce externamente un comando C1 que incluye un comando de activación, la unidad de control del sistema 120(5) confirma una señal de estado F10 desde el monitor de la unidad de almacenamiento de energía 112 de la unidad de almacenamiento de energía 110 y enciende los comandos de cierre S5 y S7 para los conmutadores 71a y 71c, respectivamente si no hay anomalías y el estado en el que el voltaje del lado secundario V4 detectado por el detector de voltaje 81 está en un valor prescrito o más continúa durante un cierto periodo. De este modo, se accionan las bobinas de cierre 31a3 de los conmutadores 71a y 71c y se cierran los contactos principales 31a1. De este modo, se cierran los contactos auxiliares 31a2 enlazados con los contactos principales 31a1, y se sacan las señales de contacto auxiliares F5 y F7 que indican los estados de los contactos auxiliares 31a2 a la unidad de control del sistema 120(5).

- 40 La unidad de control del sistema 120(5) determina que el encendido de los conmutadores 71a y 71c está completo normalmente si el estado en el que los comandos de cierre S5 y S7 están encendidos, los contactos auxiliares 31a2 de los conmutadores 71a y 71c están cerrados de manera segura, y las señales de contactos auxiliares F5 y F7 están encendidas continúa durante un cierto periodo.

Señalar que los conmutadores 71a y 71c se puede encender simultánea o secuencialmente. El encendido secuencial permite que la potencia de pico necesaria para encenderlos sea reducida, y se puede emplear por lo tanto una fuente de alimentación de control solamente con un voltaje de resistencia de pico pequeño, de manera que se puede obtener un sistema de almacenamiento de energía compacto y de peso ligero.

- 45 El encendido de los conmutadores 71a y 71c permite que el condensador del lado secundario 63 sea cargado a través del resistor de carga 72.

- 50 La unidad de control del sistema 120(5) determina que el encendido de los conmutadores 71a y 71c está completo normalmente, y entonces determina que la carga del condensador del lado secundario 63 está completa si el estado continúa durante un cierto periodo o si la diferencia entre el voltaje del lado secundario V4 y el voltaje del condensador del lado secundario V3 llega a ser un valor prescrito o menor y transcurre un periodo prescrito. La unidad entonces saca un comando de cierre S6. Esto excita la bobina 31a3 del conmutador 71b y se cierra el contacto principal 31a1.

Si el estado en el que el contacto auxiliar 31a2 del conmutador 71b está cerrado de manera segura y la señal de contacto auxiliar F6 está encendida continúa durante un cierto periodo, la unidad de control del sistema 120(5) determina que el conmutador 71b se ha encendido normalmente.

Paso 2B-5

- 5 El paso es el mismo que el paso 2B-1 según la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(5) y el conmutador 71b se sustituyen por la unidad de control del sistema 120(1) y el conmutador 71a, respectivamente y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

Pasos 3B-5 a 8B-5

- 10 Los pasos son los mismos que los pasos 3B-1 a 8B-1 según la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(5) se sustituye por la unidad de control del sistema 120(1) y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

Señalar que se puede describir un método de detección de anomalías por el contenido de la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(5) se sustituye por la unidad de control del sistema 120(1) y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

- 15 Con la estructura según la quinta realización, los conmutadores 71a y 71b se dispone en serie, y por lo tanto si por ejemplo no se puede abrir el conmutador 71b debido a un fallo, el circuito se puede abrir usando el conmutador 71a, de manera que se puede proporcionar un sistema de almacenamiento de energía que permite que el circuito del lado secundario sea abierto de manera más segura.

Sexta Realización

- 20 La Fig. 27 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de un sistema de almacenamiento de energía según una sexta realización de la invención.

La sexta realización es una modificación del ejemplo de la primera realización, por lo tanto los mismos elementos que aquéllos según la primera realización se indican por los mismos caracteres de referencia y no se describirá, y solamente se describirán los elementos diferentes.

- 25 Como se muestra en la Fig. 27, el sistema de almacenamiento de energía 200(6) incluye una unidad de conmutador DC-DC 50(2), una unidad de circuito de descarga 43(3), una unidad de filtro del lado secundario 60(2), y la unidad de control del sistema 120(6) en lugar de la unidad de convertidor DC-DC 50(1), la unidad de circuito de descarga 45(1), la unidad de filtro del lado secundario 60(1), y la unidad de control del sistema 120(1), respectivamente.

- 30 La unidad de circuito de descarga 45(3) está conectada a los lados positivo y negativo de la etapa sucesiva de la unidad de filtro del lado primario 40(1), y la unidad de filtro del lado secundario 60(2) no tiene una entrada de señal a la unidad de control del sistema 120(6).

La Fig. 28 es un diagrama de un ejemplo de la configuración del convertidor DC-DC 50(2) según la sexta realización de la invención.

- 35 Como se muestra en la Fig. 28, el convertidor DC-DC 50(2) incluye un circuito convertidor 51b y una unidad de control del convertidor 52b, un comando de operación S3 se introduce desde la unidad de control del sistema 120(6) a la unidad de control del convertidor 52b, y una señal de estado F3 se saca desde la unidad de control del convertidor 52b a la unidad de control del sistema 120(6).

La Fig. 29 es un diagrama de un ejemplo de la configuración del circuito convertidor 51b.

- 40 Como se muestra en la Fig. 29, el circuito está hecho de un circuito convertidor DC-DC reductor bidireccional que incluye dos elementos de conmutación 51b1 y 51b2. El circuito es capaz de controlar el flujo de energía en dos direcciones solamente si el voltaje del lado primario (en el terminal del lado izquierdo en la figura) del circuito convertidor es siempre mayor que el voltaje del lado secundario (en el terminal del lado derecho en la figura).

- 45 El número de elementos de conmutación necesarios para el circuito es la mitad del número de aquéllos necesarios para el circuito convertidor 51a según la primera realización, y por lo tanto la unidad de convertidor DC-DC puede ser compacta y de peso ligero, de manera que se puede obtener un sistema de almacenamiento de energía compacto y de peso ligero.

- 50 Como se muestra en las Fig. 28 y 29, la unidad de control del convertidor 52b se dota con un comando de operación S3 que incluye la operación, detención, o modo de control, y valores de comando (valores objetivo) para energía a ser pasada entre el lado primario y el lado secundario, la corriente del lado primario del convertidor I1P (o I1N), la corriente del lado secundario del convertidor I2P (I2N), y el voltaje del condensador del lado primario V2, y una señal de estado F3 para el convertidor DC-DC 50(2) se introduce desde la unidad de control del convertidor 52b a la unidad de control del sistema 120(6).

La señal de estado F3 es una señal de estado que incluye el voltaje, corriente, y temperatura de cada uno de los elementos del convertidor DC-DC 50(2) y el estado encendido/apagado y el estado de fallo de los elementos de conmutación. La unidad de control del convertidor 52b lleva a cabo el control PWM a los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 del circuito convertidor 51b en base al comando de operación S3.

5 La Fig. 30 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de circuito de descarga 45(3) según la sexta realización de la invención.

Como se muestra en la Fig. 30, el lado positivo de un circuito que incluye un elemento de descarga 46c y un resistor de descarga 46e conectado en serie está conectado a un led de línea desde el lado positivo en la etapa sucesiva de la unidad de filtro del lado primario 40(1), y el lado negativo está conectado a la línea del lado negativo.

10 El estado encendido/apagado del elemento de descarga 46c está controlado por un circuito de accionamiento del elemento de descarga 46d. El circuito de accionamiento del elemento de descarga 46d está dotado con un comando de descarga S4 que incluye un comando de encendido/apagado para el elemento de descarga 46c desde la unidad de control del sistema 120(6), y una señal de estado F4 que incluye el estado de operación del elemento de descarga 46c se introduce desde el circuito de accionamiento del elemento de descarga 46d a la unidad de control del sistema 120(6).

15

La Fig. 31 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de la unidad de filtro secundario 60(2) según la sexta realización de la invención.

Como se muestra en la Fig. 31, está conectado un filtro de ruido 64 y está conectado un reactor 61 en la etapa sucesiva del filtro de ruido 64.

20 El reactor 61 se usa para llevar a cabo un alisamiento de manera que la corriente de una unidad de almacenamiento de energía 110 no incluya un componente de rizado grande.

La estructura del filtro de ruido 64 es la misma que la que se describe en conjunto con la primera realización y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

El filtro de ruido 64 se proporciona preferiblemente cerca y sucesivo al condensador del lado secundario 63.

25 Ahora, se describirán los pasos de operación desde la activación a través de la operación de estado estable a la detención del sistema de almacenamiento de energía 200(6) según la sexta realización con respecto a las partes diferentes de la primera realización.

Activación del Lado Primario

Pasos 1A-6 a 2A-6

30 Los pasos son los mismos que los pasos 1A-1 a 2A-1 según la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(6) y el convertidor DC-DC 50(2) se sustituyen por la unidad de control del sistema 120(1) y la unidad de convertidor DC-DC 50(1) y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

Paso 3A-6

El paso no existe.

35 Paso 4A-6

Tras determinar que el encendido del conmutador 31a se ha completado con normalidad, la unidad de control del sistema 120(6) enciende los comandos de cierre S5 a S7 para encender los conmutadores 71a a 71c. De este modo, se accionan las bobinas de cierre 31a3 de los conmutadores 71a a 71c, y se cierran los contactos principales 31a1. Entonces, se cierran los contactos auxiliares 31a2 enlazados con los contactos principales 31a1 y las señales de contacto auxiliares F5 a F7 que indican los estados de los contactos auxiliares 31a2 se sacan a la unidad de control del sistema 120(6).

40

Si el estado en el que los comandos de cierre S5 y S7 están encendidos, los contactos auxiliares 31a2 de los conmutadores 71a a 71c están cerrados de manera segura, y las señales de contacto auxiliares F5 y F7 están encendidas continúa durante un cierto periodo, la unidad de control del sistema 120(6) reconoce que los conmutadores 71a a 71c se han encendido con normalidad.

45

Señalar que los conmutadores 71a a 71c se pueden encender simultánea o secuencialmente. Si se encienden secuencialmente, se puede reducir la potencia de pico necesaria para encenderlos, y solamente el conmutador a ser encendido el último puede servir como un conmutador capaz de abrir y cerrar la corriente. En general, un conmutador capaz de abrir y cerrar una corriente es grande en tamaño, y dado que se puede reducir el número de tales conmutadores, se puede obtener un sistema de almacenamiento de energía compacto y de peso ligero.

50

ES 2 513 140 T3

Paso 5A-6

5 Tras determinar que el encendido de los conmutadores 71a a 71c se ha completado con normalidad, la unidad de control del sistema 120(6) saca un comando de operación S3 a la unidad de control del convertidor 52b de manera que la corriente del lado primario del convertidor I1P (o I1N) se mantiene a cero o la corriente del lado secundario del convertidor I2P (o I2N) se mantiene a cero.

Señalar que el control se puede llevar a cabo de manera que la corriente del lado primario I1 detectada por el detector de corriente 11 y la corriente del lado secundario I3 detectada por el detector de corriente 91 lleguen a ser cero.

10 La operación se puede llevar a cabo de manera que la corriente del lado negativo del lado secundario I5 según el valor de detección del detector de corriente 93 llega a ser cero en lugar de la corriente del lado positivo del lado secundario I3.

La unidad de control del sistema 120(6) determina que la unidad de control del convertidor 52b es normal si el estado en el que el valor de detección de corriente a ser controlado es un valor prescrito o menor continúa durante un cierto periodo.

15 Paso 6A-6

La unidad de control del sistema 120(6) introduce un comando de operación S3 que incluye un comando de corriente I* o un comando de potencia P* a la unidad de control del convertidor 52b después de determinar que la unidad de control del convertidor 52b es normal.

20 De este modo, la unidad de control del convertidor 52b controla la corriente o la potencia entre el lado primario y el lado secundario para hacer encajar con el comando.

Señalar que la corriente a ser controlada es una de la corriente del lado primario del convertidor I1P (o I1N) y la corriente del lado secundario del convertidor I2P (o I2N).

25 Señalar que un comando de operación S3 que incluye un comando de voltaje V* se puede introducir a la unidad de control del convertidor 52b desde la unidad de control del sistema 120(6), y la unidad de control del convertidor 52b controla el circuito convertidor 51b de manera que el voltaje V2 del condensador del lado primario 43 encaja con el comando de voltaje V* en este caso.

Paso 7A-6

30 Si se introduce desde el exterior un comando de operación C1 que incluye un comando de detención, la unidad de control del sistema 120(6) introduce un comando de operación S3 para hacer a la unidad de control del convertidor 52b reducir gradualmente la corriente del convertidor a cero.

La unidad de control del convertidor 52b lleva a cabo un control de manera que la corriente del circuito convertidor 51b se reduzca gradualmente, eventualmente a cero. El tiempo requerido para reducir la corriente a cero se puede fijar arbitrariamente.

35 Si el estado en el que la corriente está en un valor prescrito o menor continúa durante un cierto periodo, la unidad de control del sistema 120(6) introduce un comando de operación S3 para detener el convertidor DC-DC 50(2), y la unidad de control del convertidor 52b apaga los elementos de conmutación 51b1 y 51b2, y saca el estado como una señal de estado F3.

La unidad de control del sistema 120(6) confirma la señal de estado F3 y confirma que el convertidor DC-DC 50(2) se ha detenido con normalidad.

40 Señalar que la corriente a ser controlada es una de la corriente del lado primario del convertidor I1P (o I1N) y la corriente del lado secundario del convertidor I2P (o I2N).

Señalar que la corriente se reduce a cero y entonces los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 se apagan, de manera que se pueda evitar el voltaje de exceso o similar causado por el cambio brusco del voltaje del condensador del lado primario V2.

45 Paso 8A-6

El paso es el mismo que el paso 8A-1 de acuerdo con la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(6) y la unidad de convertidor DC-DC 50(2) se sustituyen por la unidad de control del sistema 120(1) y la unidad de convertidor DC-DC 50(1), respectivamente, y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

Activación del Lado Secundario

50 Paso 1B-6

- 5 Si se enciende la fuente de alimentación de control para la unidad de control de sistema 120(6) y se introduce desde el exterior un comando C1 que incluye un comando de activación, la unidad de control del sistema 120(6) confirma una señal de estado F10 desde el monitor de la unidad de almacenamiento de energía 112 de la unidad de almacenamiento de energía 110 y enciende los comandos de cierre S6 y S7 para los conmutadores 71b y 71c a condición de que el estado en el que no hay ninguna anomalía y el voltaje del lado secundario V4 detectado por el detector de voltaje 81 está en un valor prescrito o más continúa durante un cierto periodo. De este modo, se accionan las bobinas de cierre 31a3 de los conmutadores 71b y 71c, y se cierran los contactos principales 31a3. Los contactos auxiliares 31a2 enlazados a los contactos principales 31a1 se cierran por consiguiente, y las señales de contacto auxiliares F6 y F7 que indican los estados de los contactos auxiliares 31a2 se sacan a la unidad de control del sistema 120(6).
- 10 La unidad de control del sistema 120(6) reconoce que los conmutadores 71b y 71c se han encendido con normalidad si el estado en el que los comandos de cierre S6 y S7 están encendidos, los contactos auxiliares 31a2 de los conmutadores 71b y 71c están cerrados de manera segura, y las señales de contacto auxiliares F6 y F7 están encendido continúa durante un cierto periodo.
- 15 Señalar que los conmutadores 71b y 71c se pueden encender simultánea o secuencialmente. Si se encienden secuencialmente, y se puede reducir la potencia de pico necesaria para encenderlos, y se puede usar una fuente de alimentación de control con solamente un voltaje de resistencia de pico pequeño, de manera que se puede obtener un sistema de almacenamiento de energía compacto y de peso ligero.
- 20 Cuando los conmutadores 71b y 71c se encienden, el condensador del lado primario 43 se carga a través del resistor de carga 72 y las unidades de diodo de los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 del convertidor DC-DC 50(2).
- 25 Después de determinar que los conmutadores 71b y 71c se han encendido con normalidad, si el estado continúa durante un cierto periodo o si la diferencia entre el voltaje del lado secundario V4 y el voltaje del condensador del lado primario V2 llega a ser un valor prescrito o menor y transcurre un periodo prescrito, la unidad de control del sistema 120(6) determina que la carga inicial del condensador del lado primario 43 está completa y saca un comando de cierre S5. Esto excita la bobina 31a3 del conmutador 71a y se cierra el contacto principal 31a1.
- La unidad de control del sistema 120(6) determina que el conmutador 71a se ha encendido con normalidad si el estado en el que el contacto auxiliar 31a2 está cerrado de forma segura y la señal de contacto auxiliar F5 está encendida continúa durante un cierto periodo.
- 30 Paso 2B-6
- Tras determinar que el conmutador 71a se ha encendido con normalidad, la unidad de control del sistema 120(6) saca un comando de operación S3 a la unidad de control del convertidor 52a. En ese momento, S3 es una señal que incluye un comando para hace al convertidor DC-DC 50(2) operar en un modo de carga aumentado a fin de cargar adicionalmente el condensador del lado primario 43, el voltaje del condensador del lado primario V2 y el voltaje del lado primario V1. Tras recibir el comando de operación S3, la unidad de control del convertidor 52b hace al circuito convertidor 51b operar para permitir que la energía necesaria sea pasada desde el lado secundario al lado primario y carga adicionalmente el condensador del lado primario 43. En ese momento, a fin de evitar que el condensador del lado primario 43 se dañe por una carga brusca, el condensador del lado primario 43 se carga mientras que la corriente en el circuito convertidor 51b se controla de manera que la corriente pasada desde el lado primario al lado secundario se restrinja a un valor prescrito.
- 35 Si la diferencia entre el voltaje del condensador del lado primario V2 y el voltaje del lado primario V1 es un valor prescrito o menor o si el voltaje del condensador del lado primario V2 alcanza un valor prescrito predeterminado, la unidad de control del convertidor 52b lleva a cabo un control de manera que se reduzca la corriente pada desde el lado secundario al lado primario y el voltaje del condensador del lado primario V2 no se eleve por encima del nivel.
- 40 La unidad de control del sistema 120(6) determina que la carga del condensador del lado primario 43 está completa si la diferencia entre el voltaje del condensador del lado primario V2 y el voltaje del lado primario V1 es el valor prescrito o menor y transcurre un cierto periodo o si el voltaje del condensador del lado primario V2 alcanza el valor prescrito predeterminado.
- Pasos 3B-6 y 4B-6
- 50 Los pasos son los mismos que los pasos 3B-1 y 4B-1 según la primera realización cuando la unidad de control del sistema 120(6) y la unidad de convertidor DC-DC 50(6) se sustituyen por la unidad de control del sistema 120(1) y la unidad de convertidor DC-DC 50(1), respectivamente y por lo tanto no se proporcionará la descripción.
- Paso 5B-6
- 55 Tras determinar que el conmutador 8a se ha encendido con normalidad, la unidad de control del sistema 120(6) saca un comando de operación S3 para hacer a la unidad de control del convertidor 52b operar mientras que mantiene la

corriente del lado secundario del convertidor I2P (o I2N) a cero.

De este modo, la unidad de control del convertidor 52b controla el circuito convertidor 51b de manera que la corriente del lado secundario del convertidor I2P (o I2N) esté a cero.

5 Señalar que el control se puede llevar a cabo de manera que la corriente del lado primario del convertidor I1P (o I1N) esté a cero, o la corriente de lado primario I1 detectada por el detector de corriente I1, la corriente del lado positivo del lado secundario I3 detectada por el detector de corriente 91, o la corriente del lado negativo del lado secundario I5 como un valor de detección por el detector de corriente 93 esté a cero.

10 Si el estado en el que el valor de detección de la corriente a ser controlada es un valor prescrito o menor continúa durante un cierto periodo, la unidad de control del sistema 120(6) determina que la unidad de control del convertidor 52b es normal.

Paso 6B-6

Después de determinar que la unidad de control del convertidor 52b es normal, la unidad de control del sistema 120(6) introduce un comando de operación S3 que incluye un comando de corriente I* o un comando de potencia P* a la unidad de control del convertidor 52b.

15 De este modo, la unidad de control del convertidor 52b lleva a cabo un control para que su corriente o la potencia entre el lado primario y el lado secundario encaje con el comando.

Señalar que la corriente a ser controlada es una de la corriente del lado primario del convertidor I1P (o I1N) y la corriente del lado secundario del convertidor I2P (o I2N).

20 Señalar que un comando de operación S3 que incluye un comando de voltaje V* se puede introducir a la unidad de control del convertidor 52b desde la unidad de control del sistema 120(6), y en este caso la unidad de control del convertidor 52b controla el circuito convertidor 51b de manera que el voltaje del condensador del lado primario V2 encaja con el comando de voltaje V*.

Paso 7B-6

25 Si se introduce desde el exterior un comando de operación C1 que incluye un comando de detención, la unidad de control del sistema 120(6) introduce un comando de operación S3 para hacer a la unidad de control del convertidor 52b reducir gradualmente la corriente del convertidor a cero.

30 La unidad de control del convertidor 52b controla el circuito convertidor 51b para reducir gradualmente la corriente, eventualmente a cero. El tiempo necesario para reducir la corriente a cero se puede fijar arbitrariamente. Si el estado en el que la corriente está en un valor prescrito o menor continúa durante un cierto periodo, la unidad de control del sistema 120(6) introduce un comando de operación S3 para detener el convertidor DC-DC 50(2), y la unidad de control del convertidor 52b apaga los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 y saca el estado como una señal de estado F3. La unidad de control del sistema 120(6) confirma que el convertidor DC-DC 50(2) se ha detenido con normalidad en base a la señal de estado F3.

35 Señalar que la corriente a ser controlada es una de la corriente del lado primario del convertidor I1P (o I1N) y la corriente del lado secundario del convertidor I2P (o I2N).

Señalar que la corriente se reduce a cero y entonces se apagan los elementos de conmutación 51b1 y 51b2, de manera que se pueda evitar un voltaje de exceso o similar causado por un cambio brusco en el voltaje del condensador del lado primario V2.

Paso 8B-6

40 El paso es el mismo que el paso 8B-1 según la primera realización cuando la unidad de control de sistema 120(6) y la unidad de convertidor DC-DC 50(2) se sustituyen por la unidad de control de sistema 120(1) y la unidad de convertidor DC-DC 50(1), respectivamente, y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

45 Mediante los pasos de operación descritos anteriormente desde la activación a través de la operación de estado estable a la detención, un sistema de almacenamiento, se puede obtener un sistema de almacenamiento de energía capaz de una operación fiable.

Señalar que si solamente es necesaria la operación mediante la activación del lado primario, el conmutador 71b de la unidad de conmutador del lado secundario 70(1) y el resistor de carga 72 no son necesarios y se pueden eliminar.

50 Mientras tanto, si solamente es necesaria la operación mediante la activación del lado secundario, el conmutador 31b de la unidad de conmutador del lado secundario 30(1) y el resistor de carga 32 no son necesarios y se pueden eliminar.

Ahora, se describirán en detalle un método de detección de anomalías y una operación que se lleva a cabo cuando se detecta una anomalía en el sistema de almacenamiento de energía según la sexta realización.

5 A fin de permitir al sistema de almacenamiento de energía operar de una manera segura y estable, se deben tomar medidas adecuadas rápidamente en respuesta al tipo de anomalía en cada elemento del sistema de almacenamiento de energía. Por lo tanto, se describirán un método de detección de anomalías y unas medidas para abordar las anomalías según los tipos de las anomalías que son cruciales.

DetECCIÓN DE ANOMALÍAS 1-6

DetECCIÓN DE ANOMALÍAS DE CORRIENTE DIFERENCIAL

10 Si el estado en el que la corriente diferencial del lado primario I2 o la corriente diferencial del lado secundario I4 según la salida del detector de corriente I2 o I4 es más que un valor prescrito continúa durante un cierto periodo, la unidad de control del sistema 120(6) determina que la corriente de fugas causada por la degradación del aislamiento aumenta en algún lugar en el circuito, apaga las señales de cierre S0 a S2 y S5 a S7 para los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, apaga los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 del convertidor DC-DC 50(2), e introduce un comando de descarga S4 a la unidad del circuito de descarga 45(3), de manera que se descarga el condensador del lado primario 43.

15 La operación permite que el aumento en la corriente de fugas sea detectado y el sistema de almacenamiento de energía sea detenido rápidamente, de manera que se puedan evitar daños adicionales.

20 Señalar que tales valores prescritos se pueden proporcionar en una pluralidad de etapas, y si la corriente diferencial es suficientemente insignificante, el valor se puede registrar o indicar por el dispositivo de almacenamiento (no mostrado) o una lámpara indicadora (no mostrada) en la unidad de control del sistema, el dispositivo, el puesto del conductor o similar para incitar a la comprobación sin detener el sistema de almacenamiento de energía.

DetECCIÓN DE ANOMALÍAS 2-6

DetECCIÓN DE ANOMALÍAS DEL CONMUTADOR

25 La unidad de control del sistema 120(6) determina que el conmutador 8a tiene una anomalía si el estado en el que el contacto principal 31a1 no está cerrado debido a un fallo o similar en la bobina de cierre 31a3 del conmutador 8a aunque el comando de cierre S0 para el conmutador 8a esté encendido, el contacto auxiliar 31a2 no está cerrado, y la señal de contacto auxiliar F0 no está encendida continúa durante un cierto periodo.

Señalar que se detectan anomalías para los conmutadores 31a, 31b, y 71a a 71c mediante el mismo método.

30 Si se detecta una anomalía en cualquiera de los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, la unidad de control del sistema 120(1) apaga los comandos de cierre S0 a S2 y S5 a S7 para todos los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, apaga los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 del convertidor DC-DC 50(2), e introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(3), de manera que se descarga el condensador del lado primario 43.

35 Mediante la operación descrita anteriormente, se detecta un fallo en un conmutador, y el sistema de almacenamiento de energía se puede detener rápidamente, de manera que se puedan evitar daños adicionales.

DetECCIÓN DE ANOMALÍAS 3-6

DetECCIÓN DE ANOMALÍAS DE CARGA DEL CONDENSADOR DEL LADO PRIMARIO (EN LA ACTIVACIÓN DEL LADO PRIMARIO)

40 Tras determinar que el conmutador 31b se ha encendido con normalidad en el paso 2A-6 antes descrito en la activación del lado primario después de que se pasa un tiempo constante, la unidad de control del sistema 120(6) determina que la carga no se puede completar debido a una anomalía tal como un fallo de tierra en el condensador del lado primario 43 si la diferencia entre el voltaje del lado primario V1 y el voltaje del condensador del lado primario V2 es un valor prescrito o más o si la corriente del lado primario I1 se pasa en una cantidad igual o mayor que un valor prescrito, apaga los comandos de cierre S0 a S2 para los conmutadores 8a, 31a, y 31b que se han encendido por entonces, e introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(3) para descargar el condensador del lado primario 43.

45 Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar una anomalía en el circuito de carga para el condensador del lado primario 43, de manera que se puede detener rápidamente el sistema de almacenamiento de energía, y se puedan evitar daños adicionales.

DetECCIÓN DE ANOMALÍAS 6-6

50 DetECCIÓN DE ANOMALÍAS DE CARGA DEL CONDENSADOR DEL LADO PRIMARIO (EN LA ACTIVACIÓN DEL LADO SECUNDARIO)

- 5 En los pasos 2B-5 y 2B-6 descritos anteriormente en la activación secundaria, si la carga inicial y la carga del condensador del lado primario 43 no está completa dentro de un periodo prescrito o una señal de estado F3 que indica un fallo en el convertidor se recibe desde la unidad de control del convertidor 52b, la unidad de control del sistema 120(6) determina que hay una anomalía en el convertidor DC-DC 50(2) o en la periferia del condensador del lado primario 43, apaga los comandos de cierre S6 y S7 para los conmutadores 71b y 71c que se han apagado por entonces, detiene los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 del convertidor DC-DC 50(2), introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(3) y descarga el condensador del lado primario 43.
- 10 Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar una anomalía en el circuito de carga para el condensador del lado primario 43, de manera que se puede detener rápidamente el sistema de almacenamiento de energía, y se puedan evitar daños adicionales.
- Detección de Anomalías 7-6
- Detección de Voltaje en Exceso del Condensador del Lado Primario
- 15 Si el voltaje del condensador del lado primario V2 detectado por el detector de voltaje 42 excede un valor prescrito, la unidad de control del sistema 120(6) detiene los elementos de conmutación 51b1 a 51b2 en el convertidor DC-DC 50(2), apaga los comandos de cierre S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 31a, 31b, y 71a a 71c, introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(3), y descarga el condensador del lado primario 43.
- Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar el voltaje en exceso para el voltaje del condensador del lado primario V2, de manera que se pueda detener rápidamente el sistema de almacenamiento de energía, y se puedan evitar daños adicionales.
- 20 Detección de Anomalías 9-6
- Detección de Corriente en Exceso del Convertidor DC-DC
- La unidad de control del sistema 120(6) apaga los elementos de conmutación 51b1 a 51b2 en el convertidor DC-DC 50(2) si la corriente en los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 en el circuito convertidor 51b está en un valor prescrito o más.
- 25 Señalar que los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 se pueden apagar si la corriente del lado secundario del convertidor I1P (o I2N) está en un valor prescrito o más en lugar de la corriente en los elementos de conmutación 51b1 y 51b2.
- 30 Señalar que los comandos de cierre S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 31a, 31b, y 71a a 71c no están apagados, el comando de descarga S4 no se introduce al circuito de descarga 45(3), y no se descarga el condensador del lado primario 43.
- 35 El condensador 43 no se descarga y solamente se apagan los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 debido a que la corriente en exceso para el convertidor DC-DC se podría generar temporalmente mediante una perturbación causada por un cambio brusco en el voltaje del condensador del lado primario V2 y el fenómeno no es directamente atribuible a una anomalía en el convertidor DC-DC en sí mismo. Hay una pequeña posibilidad de que el convertidor DC-DC sea dañado.
- Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar una corriente en exceso en el convertidor DC-DC, de manera que se pueda detener rápidamente el sistema de almacenamiento de energía y se puedan evitar daños adicionales.
- Adicionalmente, se puede acortar el tiempo requerido para la reactivación recargando los condensadores.
- 40 Detección de Anomalías 10-6
- Detección de Anomalías de Temperatura del Convertidor DC-DC
- 45 La unidad de control del sistema 120(6) apaga los elementos de conmutación 51b1 a 51b2 si la temperatura de la superficie de los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 en el circuito convertidor 51b o la temperatura de una aleta de refrigeración (no mostrada) que tiene los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 unidos a la misma es una temperatura fija o superior.
- Señalar que los comandos de cierre S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 31a, 31b, y 71a a 71c no están apagados, el comando de descarga S4 no se introduce al circuito de descarga 45(3), y no está descargado el condensador del lado primario 43.
- 50 El condensador no está descargado y solamente se apagan los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 debido a que tal elevación de temperatura en el convertidor DC-DC podría estar causada por sobrecarga temporal, el fenómeno no es directamente atribuible a una anomalía en el convertidor DC-DC en sí mismo, y hay pocas

posibilidades de que el convertidor DC-DC sea dañado.

5 Señalar que se puede proporcionar otro valor prescrito menor que el valor prescrito y si se excede este nuevo valor prescrito, la corriente en el convertidor DC-DC se puede controlar para ser reducida de manera que se reduce la elevación de temperatura, y si el valor prescrito se excede todo por igual, se pueden apagar los elementos de conmutación 51b1 y 51b2. Esto es preferible debido a que la operación se puede continuar tanto como sea posible.

Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar una anomalía de temperatura en el convertidor DC-DC, de manera que se puede detener rápidamente el sistema de almacenamiento de energía y se puedan evitar daños adicionales.

Adicionalmente, se puede acortar el tiempo requerido para la reactivación recargando los condensadores.

10 Detección de Anomalías 11-6

Detección de Anomalías del Elemento de Conmutación

15 Si se detecta una anomalía en los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 (el contenido de los cuales se detallará) en el circuito convertidor 51b mediante un circuito de detección (no mostrado) construido en cada uno de los elementos de conmutación 51b1 y 51b2, un circuito de accionamiento (no mostrado) en cada uno de los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 o la unidad de control del convertidor 52b, la unidad de control del sistema 120(6) reconoce el estado en base a una señal de estado F3, entonces detiene los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 en el convertidor DC-DC 50(2), apaga los comandos de cierre S0, S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(3) y descarga el condensador del lado primario 43.

20 Señalar que si cualquiera de los circuitos de detección integrados (no mostrado) detecta una anomalía, los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 pueden apagarse independientemente sin un comando de apagado desde la unidad de control del sistema 120(2) o la unidad de control del convertidor 52b. Un elemento de conmutación que tiene tal función ha estado disponible comercialmente y se conoce como un módulo de potencia inteligente. De este modo, la desconexión se puede llevar a cabo más rápidamente sin un retardo desde el momento de la detección de la anomalía, lo que mejora el rendimiento de protección.

25 La anomalía descrita anteriormente se refiere a casos donde la corriente pasada a los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 es excesiva con una elevación aguda, donde la temperatura en los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 está en un valor prescrito o mayor, y donde el voltaje de las señales encendido/apagado para los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 es probable que sea inestable. Estos fenómenos podrían dar lugar a daños a los elementos de conmutación 51b1 y 51b2.

30 Mediante la operación descrita anteriormente, se puede detectar una anomalía en un elemento de conmutación, de manera que se puede detener rápidamente el sistema de almacenamiento de energía y se puedan evitar daños adicionales.

Detección de Anomalías 12-6

35 Detección de Corriente en Exceso del Lado Primario

40 Si el conmutador 8a se abre por sí mismo debido a una corriente en exceso, la unidad de control del sistema 120(6) detecta el estado debido a que la señal de contacto auxiliar S0 se apaga aunque el comando de cierre S0 está encendido, detiene los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 en el convertidor DC-DC 50(2), apaga los comandos de cierre S0, S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(3) y descarga el condensador del lado primario 43.

Si el conmutador 8a se abre por sí mismo debido a una corriente en exceso, es posible que la corriente en exceso se haya pasado debido a un cortocircuito o un fallo de tierra, y por lo tanto la operación descrita anteriormente permite que el sistema de almacenamiento de energía sea detenido rápidamente, de manera que se puedan evitar daños adicionales.

45 Detección de Anomalías 13-6

Detección de Corriente en Exceso del Lado Secundario

50 Si se funde un fusible 101a o 101b, la unidad de control del sistema 120(6) detecta la fusión dado que las señales de contacto auxiliares F8 y F9 están apagadas, detiene los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 en el convertidor DC-DC 50(2), apaga los comandos de cierre S0, S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(3) y descarga el condensador del lado primario 43.

Si se considera que los fusibles 101a y 101b se funden por el paso de corriente en exceso causado por un

cortocircuito o un fallo de tierra, y por lo tanto la operación descrita anteriormente permite que el sistema de almacenamiento de energía sea detenido rápidamente, de manera que se puedan evitar daños adicionales.

Detección de Anomalías 14-6

Detección de Anomalías de la Unidad de Almacenamiento de Energía

- 5 La unidad de control del sistema 120(6) apaga los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 si la señal de estado F10 que indica una anomalía de temperatura, sobrecarga, o sobre descarga se introduce desde el monitor de la unidad de almacenamiento de energía 112.

Entonces, si se indica una anomalía de temperatura, los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 comienzan a operar cuando F10 ya no indica la anomalía de temperatura.

- 10 Si se indica una sobrecarga, solamente se permite el flujo de energía desde el lado secundario al lado primario para operar el convertidor DC-DC 50(2) a fin de descargar la unidad de almacenamiento de energía 110.

A la inversa, si se indica una sobre descarga, solamente se permite el flujo de energía desde el lado primario al lado secundario para operar el convertidor de DC-DC 50(2) a fin de cargar la unidad de almacenamiento de energía 110.

- 15 Señalar que si la señal de estado F10 continúa indicando cualquier anomalía de temperatura, sobrecarga y sobre descarga después de un periodo prescrito, la unidad de almacenamiento de energía 110 puede tener una anomalía irre recuperable, y por lo tanto la unidad de control del sistema 120(6) detiene los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 en el convertidor DC-DC 50(2), apaga los comandos de cierre S0, S1, S2, y S5 a S7 para los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c, introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(3) y descarga el condensador del lado primario 43.

- 20 Mediante la operación antes descrita, se puede detectar una anomalía en la unidad de almacenamiento de energía, de manera que el sistema de almacenamiento de energía se puede detener rápidamente y se puedan evitar daños adicionales.

- 25 Señalar que cuando se detecta cualquiera de las anomalías descritas anteriormente, la aparición de la anomalía se registra preferiblemente por la unidad de control del sistema o visualiza mediante una lámpara indicadora (no mostrada), un monitor de indicador (no mostrado) o similar proporcionado en el dispositivo, el puesto del conductor o similar.

- 30 Entre los tipos de detección de anomalías descritos anteriormente, es altamente probable que los siguientes tipos de detección de anomalías empeoren los daños si se realiza una reactivación: detección de anomalías 1-6 (la detección de anomalías de la corriente diferencial), detección de anomalías 2-6 (la detección de anomalías del conmutador), detección de anomalías 3-6 (la detección de anomalías de carga del condensador del lado primario en la activación del lado primario), detección de anomalías 6-6 (la detección de anomalías de carga del condensador del lado primario en la activación del lado secundario), detección de anomalías 11-6 (la detección de anomalías del elemento de conmutación), detección de anomalías 12-6 (la detección de corriente en exceso del lado primario), detección de anomalías 13-6 (la detección de corriente en exceso del lado secundario), y la detección de anomalías 14-6 (la detección de anomalías de la unidad de almacenamiento de energía). Por lo tanto, la unidad de control del sistema 120(6) prohíbe la activación del sistema de almacenamiento de energía tan pronto como detecta cualquiera de estas anomalías. La prohibición de activación no finaliza a menos que haya una operación manual tal como presionar un botón de reinicio proporcionado en la plataforma del conductor, la unidad de control del sistema o similares.

- 40 De este modo, se puedan evitar daños adicionales a las partes afectadas impidiendo una operación de reactivación descuidada.

- 45 Entre los tipos de detección de anomalías descritos anteriormente, se considera que los casos siguientes son fenómenos temporales causados por perturbación o similar: detección de anomalías 7-6 (la detección de voltaje en exceso del condensador del lado primario), detección de anomalías 9-6 (la detección de corriente en exceso del convertidor DC-DC), y detección de anomalías 10-6 (la detección de anomalías de temperatura del convertidor DC-DC). Por lo tanto, la unidad de control del sistema 120(6) lleva a cabo un procedimiento de detención y entonces lleva a cabo automáticamente una reactivación después de un periodo prescrito. En ese momento, la presencia/ausencia de otra anomalía se monitoriza y a menos que se detecte una anomalía del mismo tipo dentro de un cierto periodo, se continúa la operación. Si se detecta una anomalía del mismo tipo dentro de un cierto periodo, se prohíbe una reactivación del sistema de almacenamiento de energía tan pronto como se detecta la anomalía. La prohibición de activación no finaliza a menos que haya una operación manual tal como presionar un botón de reinicio proporcionado a la plataforma del conductor, la unidad de control del sistema o similar.

- 50 De este modo, se puede evitar que el sistema de almacenamiento de energía sea detenido excesivamente por anomalías temporales causadas por perturbación, mientras que se podrían evitar daños adicionales que se podrían causar de otro modo por una reactivación descuidada.

Adicionalmente, la unidad de control del sistema 120(6) lleva a cabo la siguiente operación si el voltaje de la fuente de alimentación de control es menor que un valor prescrito.

5 Si el voltaje de la fuente de alimentación de control para la unidad de control del sistema 120(6) es menor que el valor prescrito o está apagado, la unidad de control del sistema 120(6) introduce un comando de descarga S4 a la unidad de circuito de descarga 45(3) y el condensador del lado primario 43 se descarga a fin de evitar que los elementos de conmutación 51b1 y 51b2 sean dañados.

Al mismo tiempo, los comandos de cierre S0, S1, S2, y S5 a S7 se apagan a fin de abrir los conmutadores 8a, 31a, 31b, y 71a a 71c.

10 El significado de la operación descrita anteriormente es el mismo que el que se describe en la primera realización y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

Con la estructura según la sexta realización descrita anteriormente, solamente se usan dos elementos de conmutación en la unidad de convertidor DC-DC 50(2), y por lo tanto la unidad de convertidor DC-DC 50(2) puede ser compacta y de peso ligero. Por lo tanto, se puede proporcionar un sistema de almacenamiento de energía compacto y de peso ligero.

15 Séptima Realización

La Fig. 32 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de un sistema de almacenamiento de energía según una séptima realización de la invención.

20 La séptima realización es una modificación del ejemplo de la sexta realización, por lo tanto los mismos elementos que aquéllos según la sexta realización se indican por los mismos caracteres de referencia y no se describirán, y solamente se describirán los elementos diferentes.

Como se muestra en la Fig. 32, se proporciona una fuente de alimentación DC 1(2) en lugar de la fuente de alimentación DC 1(1) e introduce a un sistema de almacenamiento de energía 200(7).

El sistema de almacenamiento de energía 200(7) está dotado con una unidad de filtro del lado primario 40(2) en lugar de la unidad de filtro del lado primario 40(1).

25 Señalar que las estructuras de la fuente de alimentación DC 1(2) y la unidad de filtro del lado primario 40(2) son las mismas que aquéllas mostradas en las Fig. 19 y 20 y descritas en conjunto con la segunda realización y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

30 Los pasos de operación desde la activación a través de la operación de estado estable a la detención del sistema de almacenamiento de energía 200(7) y un método de detección de anomalías según la séptima realización se describen por el contenido de la sexta realización, y por lo tanto no se proporcionará la descripción.

Con la estructura según la séptima realización, si se usa el sistema de almacenamiento de energía en combinación con el controlador de accionamiento 1j, se puede compartir el reactor 1e del controlador de accionamiento 1j, y se puede omitir el reactor 41 en la sexta realización de manera que se puede obtener un sistema de almacenamiento de energía compacto y de peso ligero.

35 Cuando se omite la unidad de corte 8 y el conmutador 1d en el controlador de accionamiento 1j se hace que sirva a la función, se puede obtener un sistema de almacenamiento de energía incluso más compacto y de peso ligero.

Señalar que en la primera a séptima realizaciones, el conmutador 71c se proporciona para abrir el lado negativo de la unidad de almacenamiento de energía 110, mientras que la condición mínima necesaria es que se pueda abrir el lado positivo, y por lo tanto se puede omitir el conmutador 71c en este caso.

40 En la primera a séptima realizaciones descritas anteriormente, la unidad de control del sistema y la unidad de control del convertidor pueden estar formadas como una única unidad integral. A la inversa, la unidad de control se puede dividir en secciones funcionales arbitrarias.

45 En la primera a séptima realizaciones descritas anteriormente, el sistema de almacenamiento de energía está conectado a la fuente de alimentación DC, mientras que se entiende que se puede conectar a la salida de un circuito convertidor que rectifica una fuente de alimentación AC.

La primera a séptima realizaciones descritas anteriormente son ejemplos de la invención, y no hace falta decir que algunas de estas realizaciones se puedan combinar, cualquiera de ellas se puede combinar con otra técnica conocida, o se pueden omitir o cambiar parcialmente para modificación sin apartarse del alcance de la invención.

50 Adicionalmente, se debería señalar que la invención es aplicable no solamente a tal sistema de almacenamiento de energía para uso en material rodante eléctrico o similar, pero también a dispositivos de diversos tipos de campos relacionados incluyendo los campos de un automóvil, un elevador, un sistema de almacenamiento de energía y

similares.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de un sistema de almacenamiento de energía según una primera realización de la invención;

5 La Fig. 2 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una fuente de alimentación DC 1(1) según la primera realización;

La Fig. 3 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de corte 8 según la primera realización;

La Fig. 4 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de detección de corriente primaria 10 según la primera realización;

10 La Fig. 5 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de detección de voltaje primaria 20 según la primera realización;

La Fig. 6 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de conmutador del lado primario 30(1) según la primera realización;

15 La Fig. 7 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de conmutadores según la primera a séptima realizaciones;

La Fig. 8 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de filtro del lado primario 40(1) según la primera realización;

La Fig. 9 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de convertidor DC-DC 50(1) según la primera realización;

20 La Fig. 10 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de un circuito convertidor 51a según la primera realización;

La Fig. 11 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de circuito de descarga 45(1) según la primera realización;

25 La Fig. 12 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de filtro secundario 60(1) según la primera realización;

La Fig. 13 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de conmutador del lado secundario 70(1) según la primera realización;

La Fig. 14 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de detección de voltaje del lado secundario 80 según la primera realización;

30 La Fig. 15 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de detección de corriente del lado secundario 90 según la primera realización;

La Fig. 16 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de protección 100 según la primera realización;

35 La Fig. 17 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de almacenamiento de energía 110 según la primera realización;

La Fig. 18 es un diagrama de la configuración de un sistema de almacenamiento de energía según una segunda realización;

La Fig. 19 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una fuente de alimentación DC 1(2) según la segunda realización;

40 La Fig. 20 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de filtro del lado primario 40(2) según la segunda realización;

La Fig. 21 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de un sistema de almacenamiento de energía según una tercera realización;

45 La Fig. 22 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de circuito de descarga 45(2) según la tercera realización;

La Fig. 23 es un diagrama de un sistema de almacenamiento de energía según una cuarta realización;

La Fig. 24 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de conmutador del lado primario 30(2) según la cuarta realización;

La Fig. 25 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de un sistema de almacenamiento de energía según una quinta realización;

5 La Fig. 26 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de conmutador del lado secundario 70(2) según la quinta realización;

La Fig. 27 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de un sistema de almacenamiento de energía según una sexta realización;

10 La Fig. 28 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de un convertidor DC-DC 50(2) según la sexta realización;

La Fig. 29 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de un circuito convertidor 51b según la sexta realización;

La Fig. 30 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de circuito de descarga 45(3) según la sexta realización;

15 La Fig. 31 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de una unidad de filtro secundario 60(2) según la sexta realización; y

La Fig. 32 es un diagrama de un ejemplo de la configuración de un sistema de almacenamiento de energía según una séptima realización.

Descripción de los números de referencia y signos

- 20 1 fuente de alimentación DC
- 1a fuente de voltaje DC
- 1b línea de contacto aérea
- 1c pantógrafo
- 1d conmutador
- 25 1e reactor
- 1f condensador
- 1g inversor
- 1h generador eléctrico o carga
- 1i raíl
- 30 8 unidad de corte
- 8a conmutador
- 10 unidad de detección de corriente del lado primario
- 11 detector de corriente
- 12 detector de corriente
- 35 20 detector de voltaje del lado primario
- 21 detector de voltaje
- 30(1), 30(2) unidad de conmutador del lado primario
- 31a, 31b conmutador
- 32 resistor de carga
- 40 31a1 contacto principal
- 31a2 contacto auxiliar

- 31a3 bobina de cierre
- 40(1), 40(2) unidad de filtro del lado primario
- 41 reactor
- 42 detector de voltaje
- 5 43 condensador del lado primario
- 44 filtro de ruido
- 45(1) a 45(3) unidad de circuito de descarga
- 46a diodo del lado primario
- 46b diodo del lado secundario
- 10 46c, 46c1, 46c2 elemento de descarga
- 46d, 46d1, 46d2 circuito de accionamiento de elemento de descarga
- 46e, 46e1, 46e2 resistor de descarga
- 50(1), 50(2) unidad de convertidor DC-DC
- 51a, 51b circuito convertidor
- 15 52a, 52b unidad de control de convertidor
- 51a1 a 51a4 elemento de conmutación
- 51b1, 51b2 elemento de conmutación
- 51a5 reactor de acoplamiento
- 60(1), 60(2) unidad de filtro del lado secundario
- 20 61 reactor
- 62 detector de voltaje
- 63 condensador del lado secundario
- 64 filtro de ruido
- 70(1), 70(2) unidad de conmutador del lado secundario
- 25 71a a 71b conmutador
- 72 resistor de carga
- 80 unidad de detección de voltaje del lado secundario
- 81 detector de voltaje
- 90 unidad de detección de corriente del lado secundario
- 30 91 a 93 detector de corriente
- 100 unidad de protección
- 101a, 101b fusible
- 102a, 102b contacto auxiliar
- 110 unidad de almacenamiento de energía
- 35 111 celda
- 112 monitor de unidad de almacenamiento de energía
- 200(1) a 200(8) sistema de almacenamiento de energía

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de almacenamiento de energía que comprende:
 - una unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) que regula la potencia DC desde una fuente de alimentación DC (1(1), 1(2)) en un voltaje y corriente prescritos; y
- 5 - una unidad de almacenamiento de energía (110) que almacena energía DC regulada por la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)),
 - en donde el sistema de almacenamiento de energía, en el lado de la fuente de alimentación DC (el lado primario) de la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)), incluye:
 - una unidad de detección de corriente del lado primario (10) para detectar una corriente de un circuito principal;
- 10 - una unidad de detección de voltaje del lado primario (20) para detectar un voltaje del circuito principal;
 - una unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)) para abrir y cerrar el circuito principal; y
 - una unidad de filtro de lado primario (40(1), 40(2)) para reducir armónicos del circuito principal,
 - en donde el sistema de almacenamiento de energía, en el lado de la unidad de almacenamiento de energía (el lado secundario) de la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)), incluye:
 - una unidad de filtro del lado secundario (60(1), 60(2)) para reducir armónicos del circuito principal;
 - una unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) para abrir y cerrar el circuito principal;
 - una unidad de detección de voltaje del lado secundario (80) para detectar un voltaje del circuito principal; y
 - una unidad de detección de corriente del lado secundario (90) para detectar una corriente del circuito principal; y
- 15 - en donde el sistema de almacenamiento de energía incluye una unidad de control del sistema, a la que se introduce una señal de estado obtenida desde la unidad de detección de corriente del lado primario (10), la unidad de detección de voltaje del lado primario (20), la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)), la unidad de filtro del lado primario (40(1), 40(2)), la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)), la unidad de filtro del lado secundario (60(1), 60(2)), la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)), la unidad de detección de voltaje del lado secundario (80), la unidad de detección de corriente del lado secundario (90) y la unidad de almacenamiento de energía (110), y
- 20 en donde la unidad de control del sistema está adaptada para detectar anomalías sobre la base de la señal de estado de entrada, y para controlar cualquiera de al menos la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)), la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)), y la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)), para detener individualmente según el contenido de la anomalía.
- 25
- 30 2. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1,
 - en donde la unidad de filtro del lado primario (40(1), 40(2)) incluye un reactor (41) conectado en serie con el circuito principal y un condensador del lado primario (43) conectado entre los lados positivo y negativo del circuito principal,
 - en donde la unidad de filtro del lado secundario (60(1), 60(2)) incluye un reactor (61) conectado en serie con el circuito principal y un condensador del lado secundario (63) conectado entre los lados positivo y negativo del circuito principal, y
 - 35 en donde el sistema de almacenamiento de energía además comprende una unidad de circuito de descarga (45(1), 45(2)) para descargar el condensador del lado primario (43) y el condensador del lado secundario (63) separada o simultáneamente en respuesta a un comando desde la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)).
3. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1 o 2,
- 40 en donde la unidad de detección de corriente del lado primario (10), la unidad de detección de voltaje del lado primario (20), la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)) y la unidad de filtro del lado primario (40(1), 40(2)) se disponen en serie, el sistema de almacenamiento de energía además comprende una unidad de corte (8) que tiene medios de corte de corriente (8a) entre la fuente de alimentación DC 1(1), 1(2) y la unidad de detección de corriente del lado primario (10),
- 45 en donde la unidad de filtro del lado secundario (60(1), 60(2)), la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)), la unidad de detección de voltaje del lado secundario (80), la unidad de detección de corriente del lado secundario (90) y la unidad de almacenamiento de energía (110) se disponen en serie, y

en donde el sistema de almacenamiento de energía además comprende una unidad de protección (100) que tiene unos medios de corte de corriente (101a, 101b) entre la unidad de detección de corriente del lado secundario (90) y la unidad de almacenamiento de energía (110).

4. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 2,
- 5 en donde, en caso de activar el sistema de almacenamiento de energía, la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) se opera, y el condensador del lado secundario (63) construido en la unidad de filtro del lado secundario (60(1), 60(2)) se carga por la salida de la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)), o el condensador del lado primario (43) construido en la unidad de filtro del lado primario (40(1), 40(2)) se carga mediante la energía de la unidad de almacenamiento de energía (110).
- 10 5. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 3,
- en donde la unidad de corte (8) incluye un conmutador (31a, 31b) que tiene un contacto principal (31a1) y un contacto auxiliar (31a2) acoplado mecánicamente al mismo del contacto principal.
6. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1,
- 15 en donde la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)) tiene unos medios (31a) para abrir y cerrar el lado positivo del circuito principal.
7. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 6,
- en donde la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)) incluye un conmutador que tiene un contacto principal (31a1) y un contacto auxiliar (31a2) acoplado mecánicamente al mismo del contacto principal.
8. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 7,
- 20 en donde la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)) incluye un circuito que tiene el conmutador (31a, 31b) y un resistor de carga (32) conectado al conmutador.
9. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1,
- en donde la unidad de detección de corriente del lado primario (10) incluye medios (12) para detectar la diferencia entre flujos de corriente a través de una línea del lado positivo y flujos de corriente a través de una línea del lado negativo.
- 25 10. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 2,
- en donde cada una de la unidad de filtro del lado primario (40(1), 40(2)) y la unidad de filtro del lado secundario (60(1), 60(2)) tiene un filtro de ruido (44, 64).
11. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1,
- 30 en donde la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) incluye un circuito convertidor reductor-elevador bidireccional (51a).
12. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1,
- en donde la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) incluye un circuito convertidor de reductor bidireccional (51b).
- 35 13. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1,
- en donde la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) incluye unos medios (71a-71e) para abrir y cerrar solamente el lado positivo o tanto el lado positivo como el lado negativo del circuito principal.
14. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 13,
- 40 en donde la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) incluye un conmutador (71a, 71b, 71c) que tiene un contacto principal (31a1) y un contacto auxiliar (31a1) acoplado mecánicamente al mismo del contacto principal.
15. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 14,
- en donde la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) incluye un circuito que tiene el conmutador (71b) y un resistor de carga (72) conectado al conmutador.
- 45 16. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1,

en donde la unidad de detección de corriente del lado secundario (90) incluye unos medios (92) para detectar la diferencia entre flujos de corriente a través de una línea del lado positivo y flujos de corriente a través de una línea del lado negativo.

17. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 4,

5 en donde la unidad de protección (100) incluye unos medios (102a, 102b) para detectar el estado de los medios de corte de corriente (101a, 101b).

18. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1,

10 en donde la unidad de almacenamiento de energía (110) incluye una pluralidad de celdas (111) conectadas en serie-paralelo y una señal de estado (F10) desde un dispositivo monitor (112) para detectar el estado de la pluralidad de celdas (111) se introduce a la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)).

19. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 5,

en donde la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) determina que la unidad de corte (8) se enciende normalmente recibiendo una señal de contacto auxiliar (F0) desde la unidad de corte (8) después de que la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) haya sacado un comando de cierre (S0) a la unidad de corte (8).

15 20. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 7,

en donde la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) determina que la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)) se enciende normalmente recibiendo una señal de contacto auxiliar (F1, F2) desde la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)) después de que la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) haya sacado un comando de cierre (S1, S2) a la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)).

20 21. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 2,

en donde la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) reconoce la terminación de la carga del condensador del lado primario (43) cuando ha transcurrido un periodo prescrito después de que una diferencia entre un valor detectado por la unidad de detección de voltaje del lado primario (20) y un voltaje del condensador del lado primario (43) llega a ser un valor prescrito o menor.

25 22. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 2,

en donde la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) reconoce la terminación de la carga del condensador del lado secundario (63) cuando ha transcurrido un periodo prescrito después de que una diferencia entre un valor detectado por la unidad de detección de voltaje del lado secundario (80) y un voltaje del condensador del lado secundario (63) llega a ser un valor prescrito o menor.

30 23. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 14,

en donde la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) determina que la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) se enciende normalmente recibiendo una señal de contacto auxiliar (F5-F7) desde el conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) después de que la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) ha sacado un comando de cierre (S5-S7) a la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)).

35 24. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1,

40 en donde la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) se dota con un paso de control de la corriente de la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) para ser cero después de determinar que la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)) y la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) se enciende normalmente, y determinar que una unidad de convertidor, con la que se proporciona la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)), es normal cuando el valor de detección de corriente es el valor prescrito o menor.

25. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1,

45 en donde a fin de detener el sistema de almacenamiento de energía, la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) está adaptada para controlar la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) de manera que la corriente de la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) se reduce gradualmente en una tasa prescrita para ser cero o casi cero y que elementos de conmutación (51b1-51b4) construidos en la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) se apagan después de que la corriente llega a ser cero.

26. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1,

50 en donde la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) está adaptada para apagar la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)) y la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) después de que se apagan los elementos de conmutación construidos en la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)).

27. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 3,
 en donde la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) está adaptada para detectar anomalías basadas en las señales de estado desde la unidad de corte (8), la unidad de detección de corriente del lado primario (10), la unidad de detección de voltaje del lado primario (20), la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)), la unidad de filtro del lado primario (40(1), 40(2)), la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)), la unidad de filtro del lado secundario (60(1), 60(2)), el circuito de descarga (45(1)-45(3)), la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)), la unidad de detección de voltaje del lado secundario (80), la unidad de detección de corriente del lado secundario (90), la unidad de protección (100) y la unidad de almacenamiento de energía (110), y
- 5 en donde la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)), según el contenido de anomalía, está adaptada para controlar al menos una de la unidad de corte (8), la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)), la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)), la unidad de circuito de descarga (45(1)-45(3)) y la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)).
- 10 28. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 27,
 en donde cuando el contenido de la anomalía indica que la unidad de detección de corriente del lado primario (10) detecta la diferencia entre flujos de corriente a través de una línea del lado positivo y flujos de corriente a través de una línea del lado negativo es un valor prescrito o más, o cuando la unidad de detección de corriente del lado secundario (90) detecta la diferencia entre flujos de corriente a través de una línea del lado positivo y flujos de corriente a través de una línea del lado negativo es un valor prescrito o más, la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) está adaptada para apagar al menos la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)), la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) y la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) y para encender la unidad de circuito de descarga (45(1)-45(3)) conectada a la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)) y la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)).
- 15 29. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 27,
 en donde cuando existe la anomalía en cualquier de la unidad de corte (8), la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)) y la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)), la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) está adaptada para apagar al menos la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)), la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) y la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) y para encender la unidad de circuito de descarga (45(1)-45(3)).
- 20 30. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 27,
 en donde cuando el contenido de la anomalía indica una anomalía de carga en el condensador del lado primario (43) o el condensador del lado secundario (63), la unidad de control de sistema (120(1)-120(6)) está adaptada para apagar al menos la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)), la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) y la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) y para encender la unidad de circuito de descarga (45(1)-45(3)).
- 25 31. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 27,
 en donde cuando el contenido de la anomalía indica que ocurre un sobre voltaje en el condensador del lado primario (43) o el condensador del lado secundario (63), la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) está adaptada para apagar al menos la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)), la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) y la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) y para encender la unidad de circuito de descarga (45(1)-45(3)).
- 30 32. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 27,
 en donde cuando el contenido de la anomalía indica que fluye una sobre corriente a través de la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)), la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) está adaptada para apagar la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)).
- 35 33. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 27,
 en donde cuando el contenido de la anomalía indica que es anormal la temperatura de la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)), la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) está adaptada para apagar la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)).
- 40 34. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 27,
 en donde cuando ocurre la anomalía en un elemento de conmutación (51b1-51b4) en la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)), la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) está adaptada para apagar al menos la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)), la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) y la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) y para encender la unidad de circuito de descarga (45(1)-45(3)).
- 45 50

35. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 27,
 en donde cuando el contenido de la anomalía indica un corte de circuito automático de la unidad de corte (8) sin pasar a través de la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)), la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) está adaptada para apagar al menos la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)), la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) y la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) y para encender la unidad de circuito de descarga (45(1)-45(3)).
36. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 27,
 en donde cuando el contenido de la anomalía indica un corte de circuito automático de la unidad de protección (100) sin pasar a través de la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)), la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) está adaptada para apagar al menos la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)), la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) y la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)), y para encender la unidad de circuito de descarga (45(1)-45(3)).
37. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 27,
 en donde cuando ocurre la anomalía en la unidad de almacenamiento de energía (110), la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) está adaptada para apagar al menos la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)), la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)) y la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)) y para encender la unidad de circuito de descarga (45(1)-45(3)).
38. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1 o 27,
 en donde cuando la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) detecta una anomalía, la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) está adaptada para almacenar el contenido de la anomalía y para notificar a un dispositivo externo la anomalía.
39. El sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1 o 27,
 en donde la unidad de control del sistema (120(1)-120(6)) divide las anomalías, en base a sus contenidos, en una pluralidad de categorías, las anomalías se dividen al menos en aquéllas que permiten que una reactivación automática sea llevada a cabo después de la detención causada por la detección de anomalía y aquéllas que permiten que una reactivación sea llevada a cabo solamente después de que se realice una operación de reinicio manual.
40. El sistema de almacenamiento de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 hasta 39,
 en donde la unidad de control del sistema es una y la única señal de control, a la que se introducen todas las señales de estado obtenidas a partir de los comandos de operación desde fuera, la unidad de detección de corriente del lado primario (10), la unidad de detección de voltaje del lado primario (20), la unidad de conmutador del lado primario (30(1), 30(2)), la unidad de filtro del lado primario (40(1), 40(2)), la unidad de convertidor DC-DC (50(1), 50(2)), la unidad de filtro del lado secundario (60(1), 60(2)), la unidad de conmutador del lado secundario (70(1), 70(2)), la unidad de detección de voltaje del lado secundario (80), la unidad de detección de corriente del lado secundario (90) y la unidad de almacenamiento de energía (110).

FIG. 1

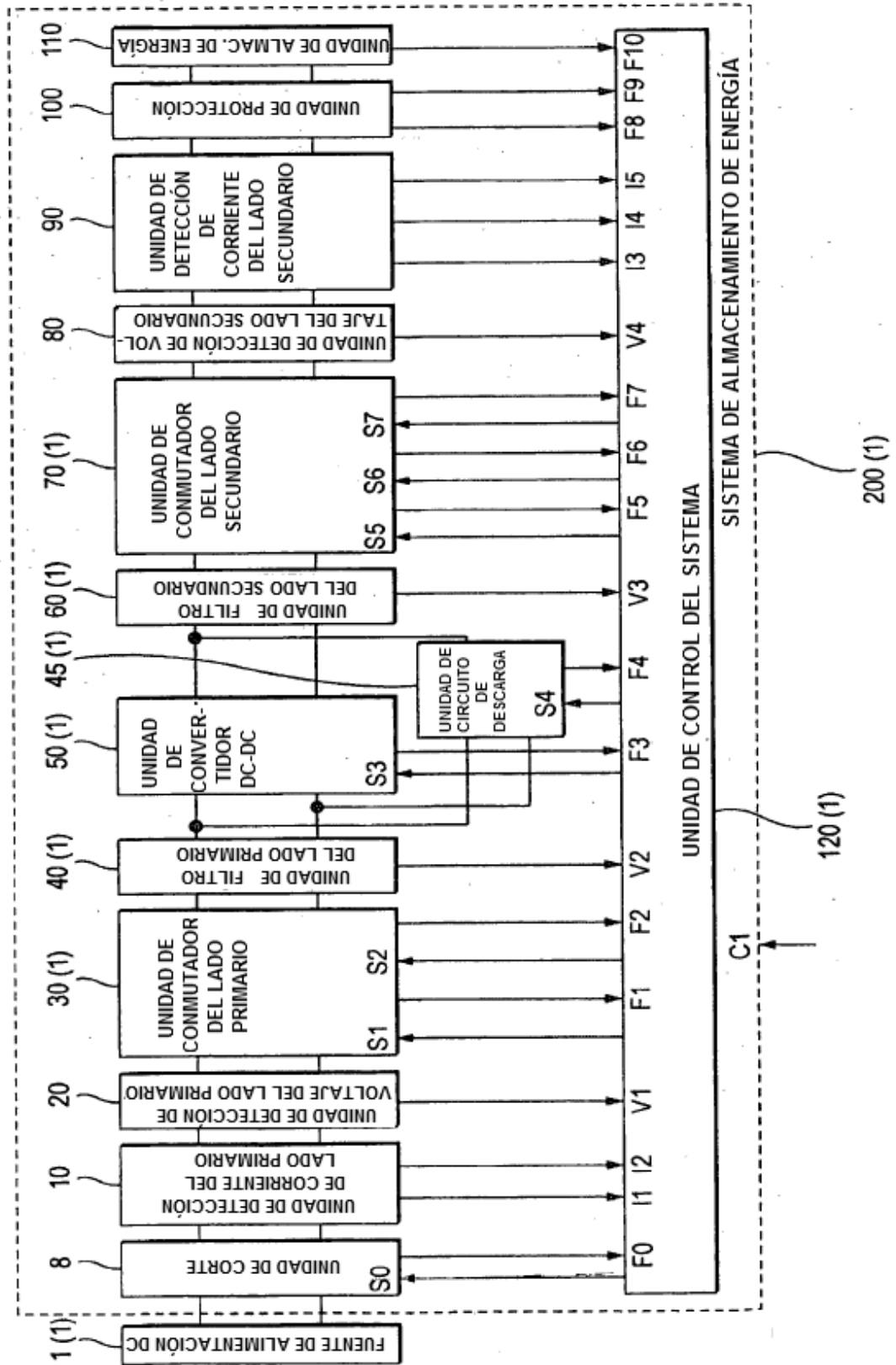


FIG. 2

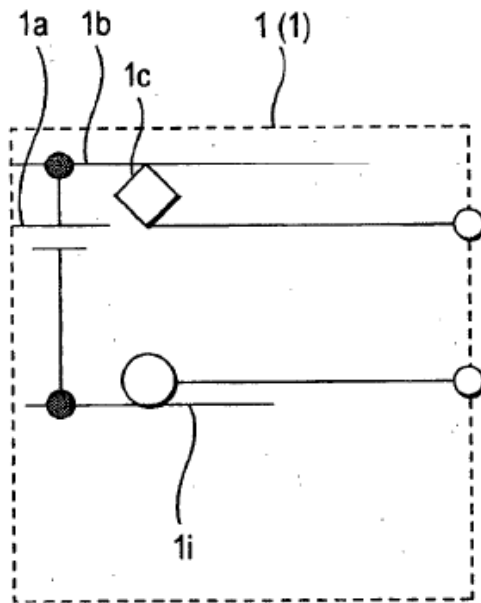


FIG. 3

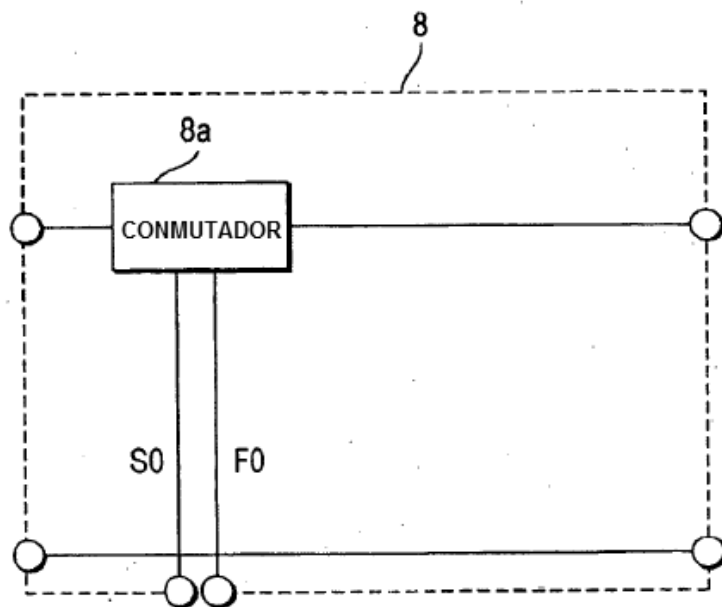


FIG. 4

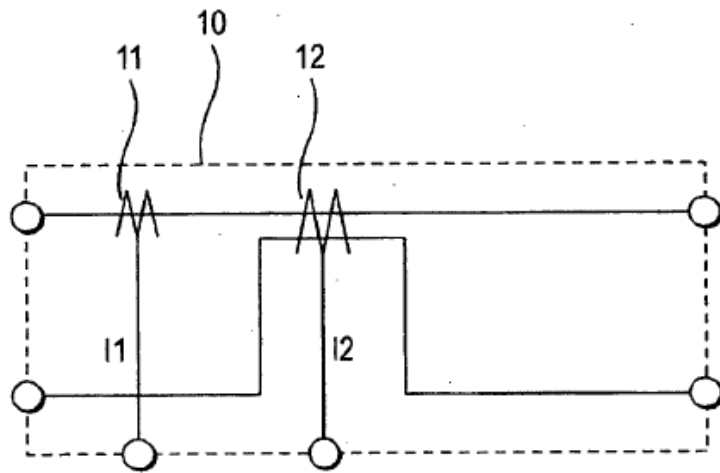


FIG. 5

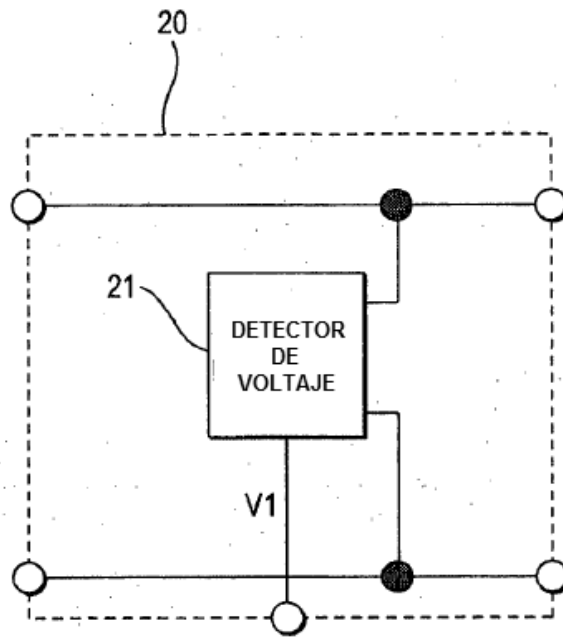


FIG. 6

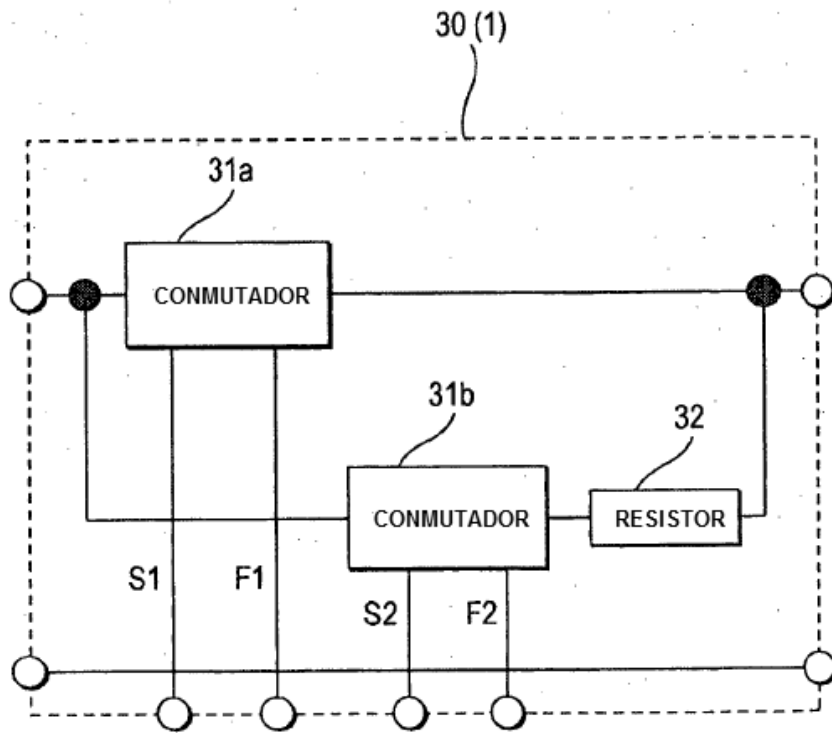


FIG. 7

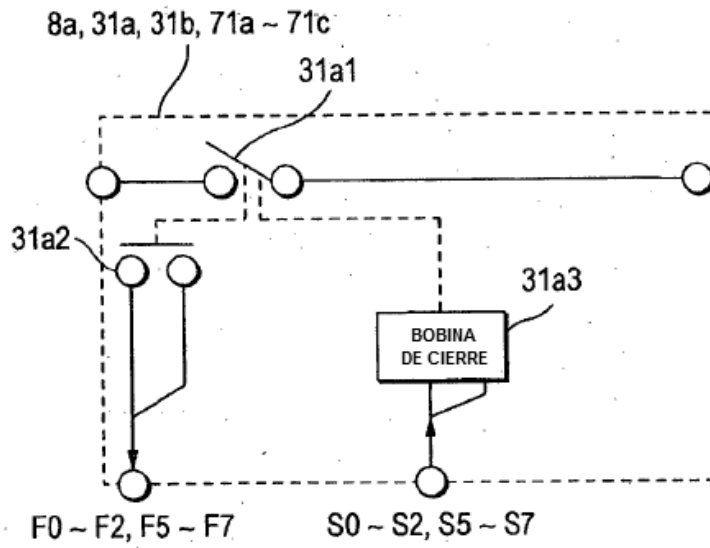


FIG. 8

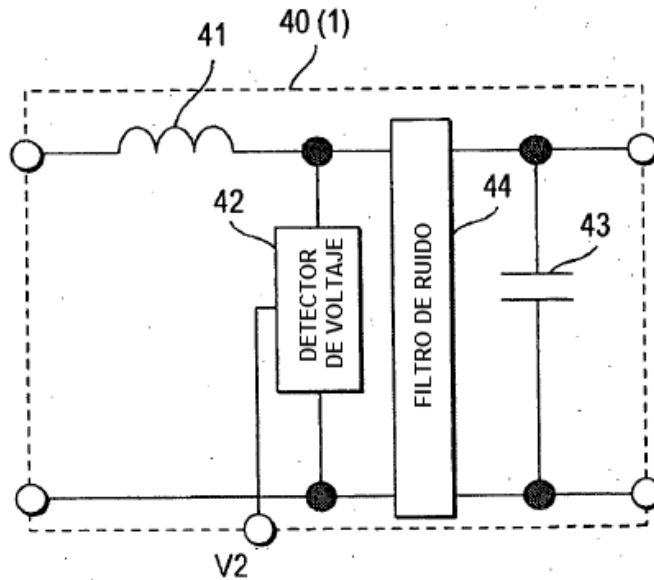


FIG. 9

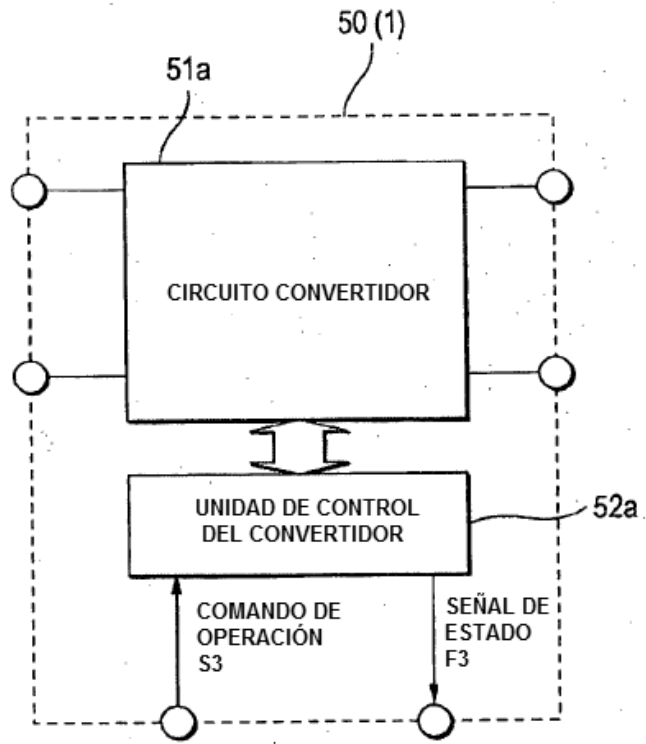


FIG. 10

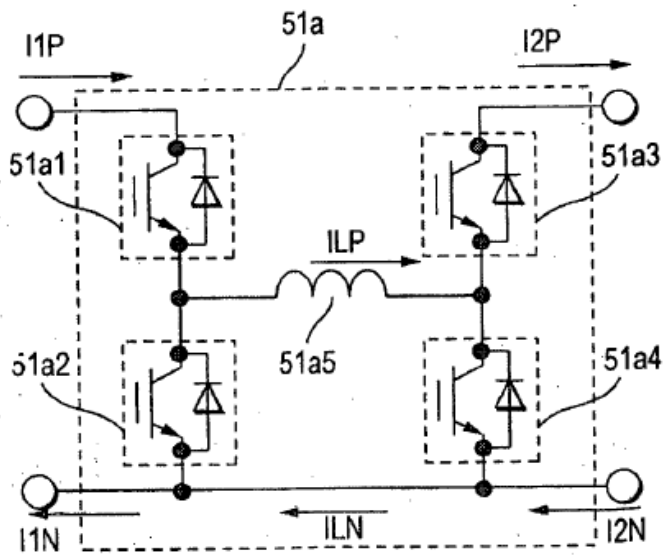


FIG. 11

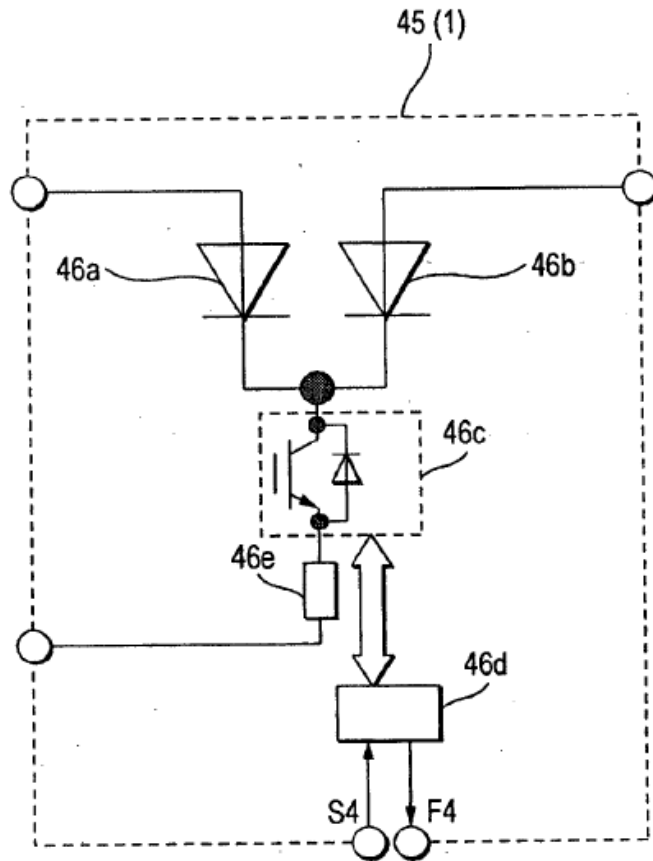


FIG. 12

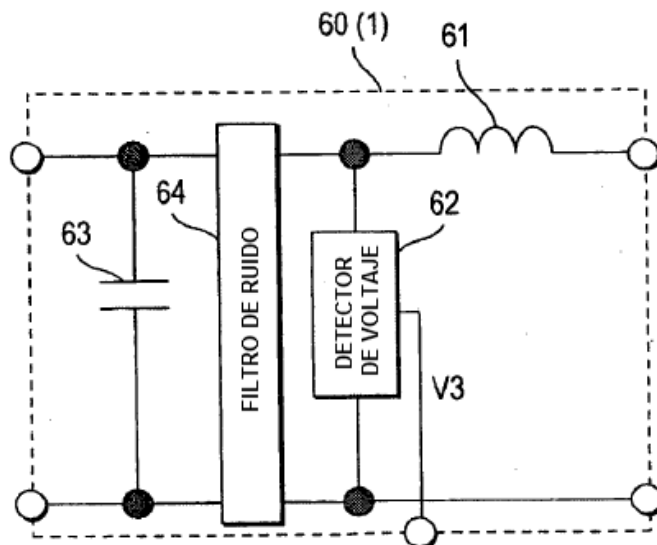


FIG. 13

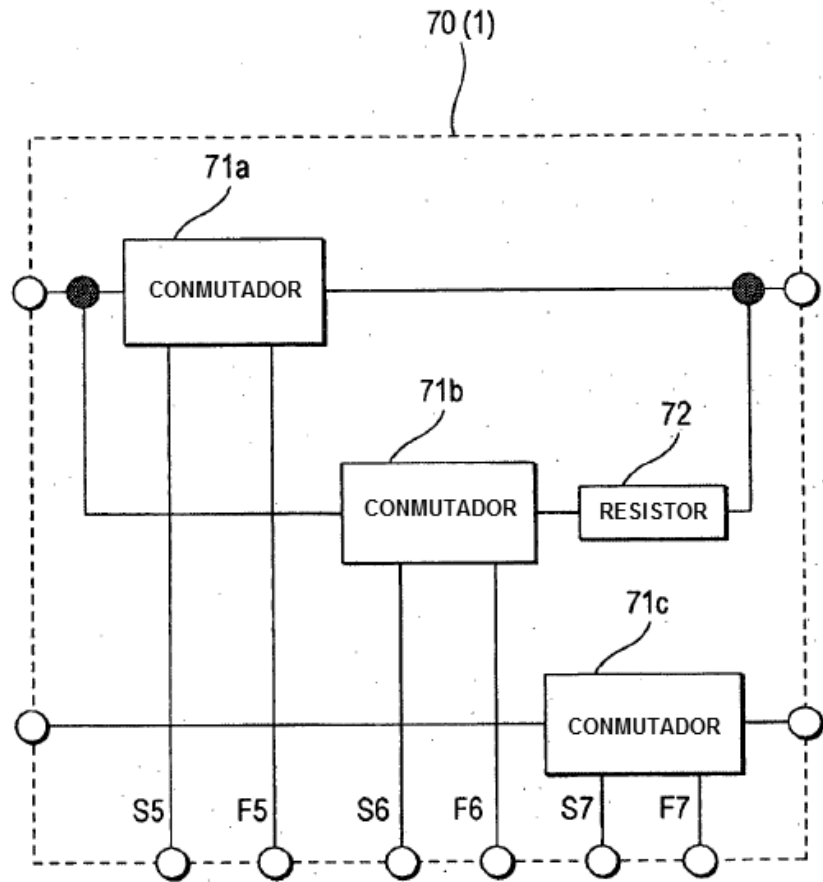


FIG. 14

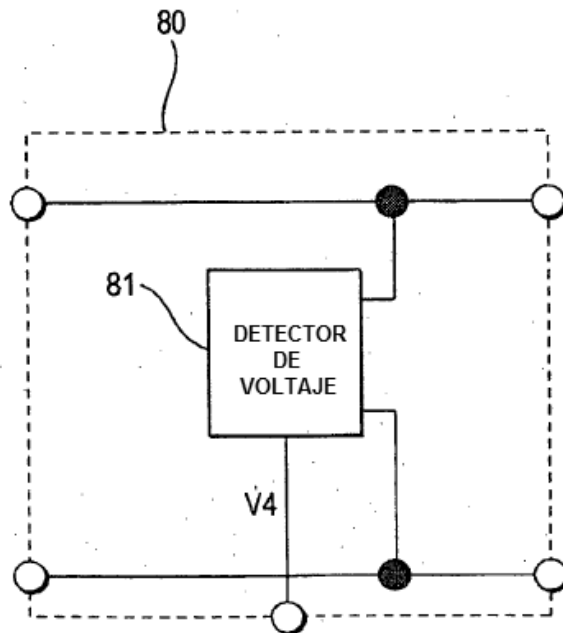


FIG. 15

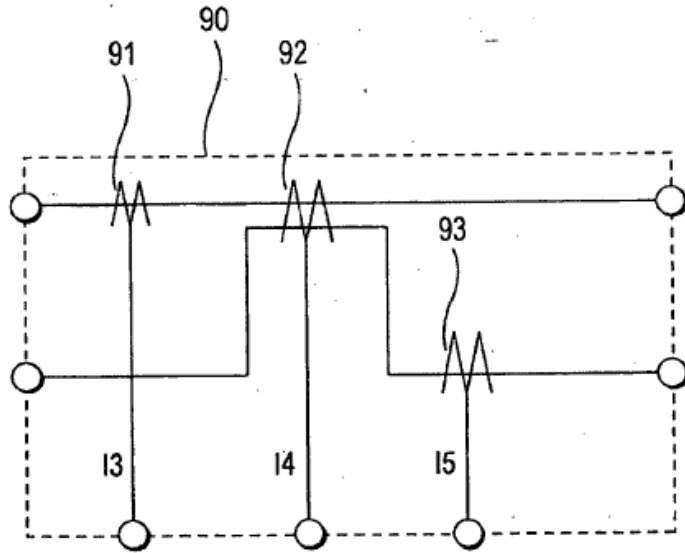


FIG. 16

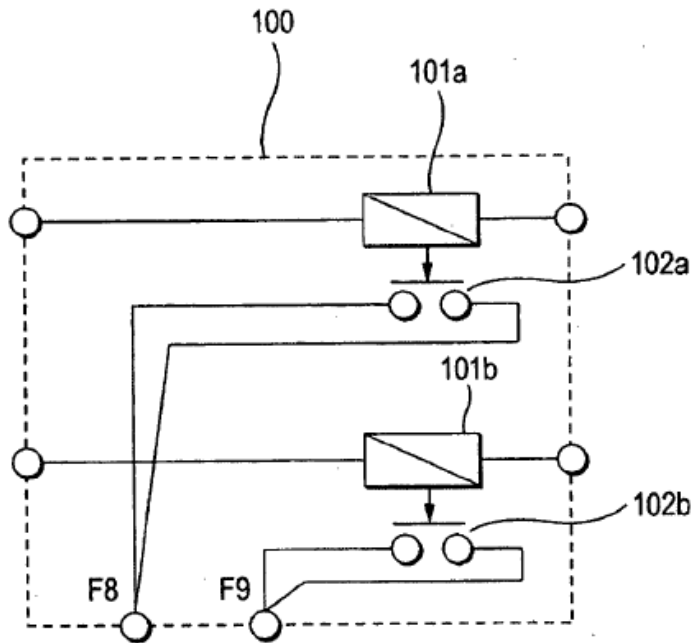


FIG. 17

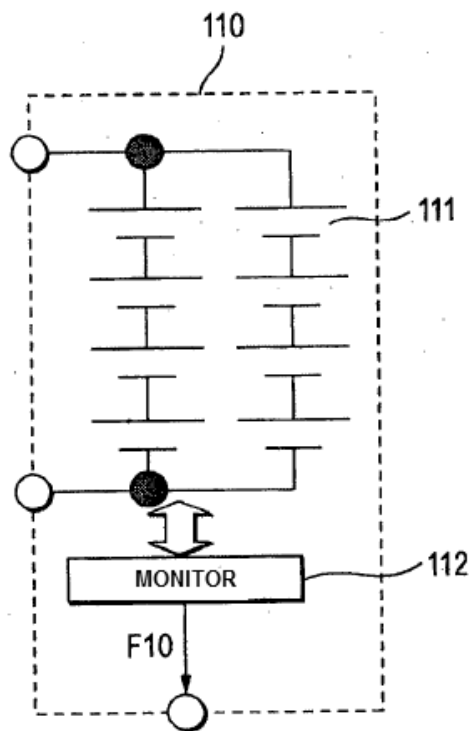


FIG. 18

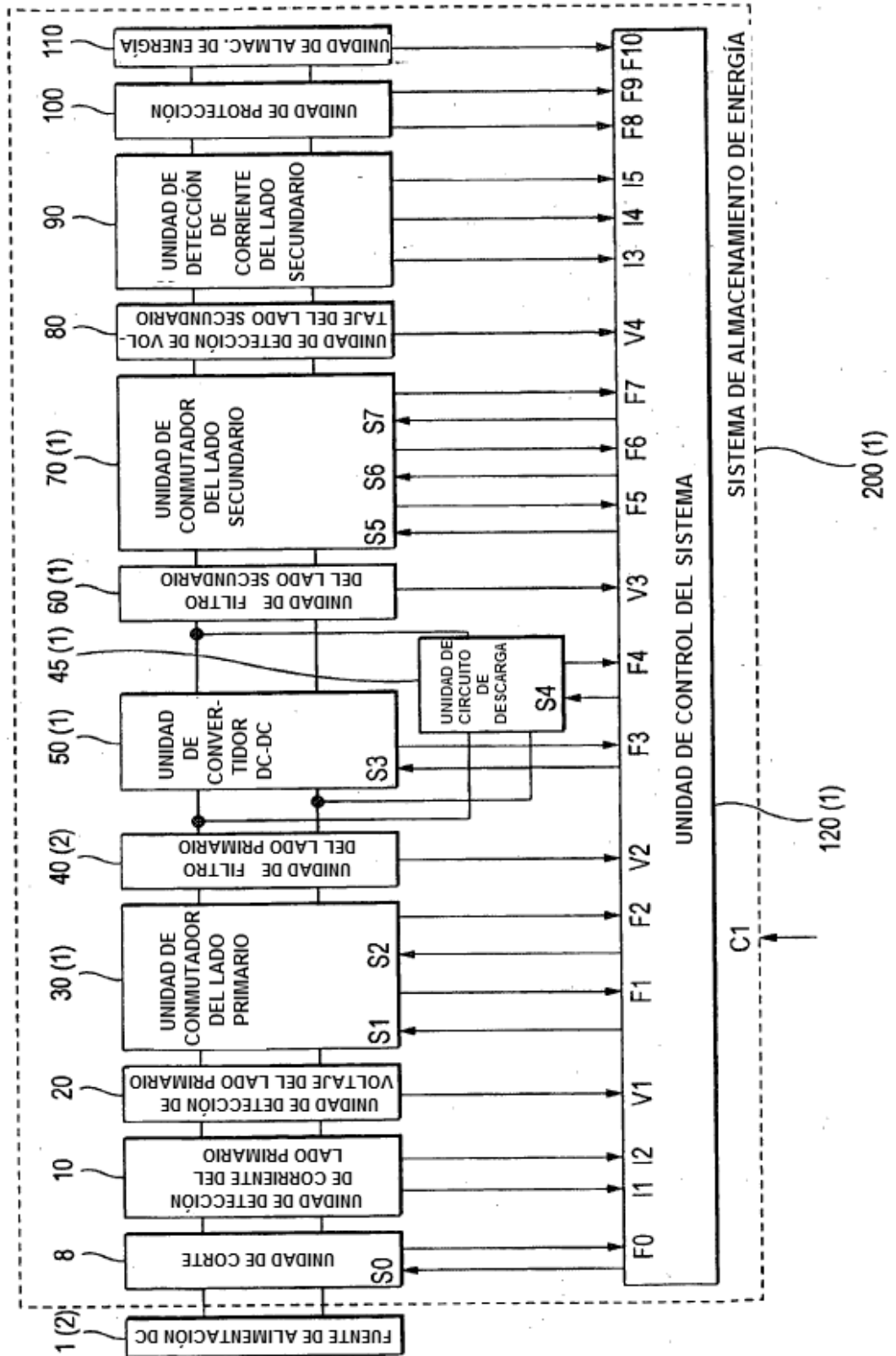


FIG. 19

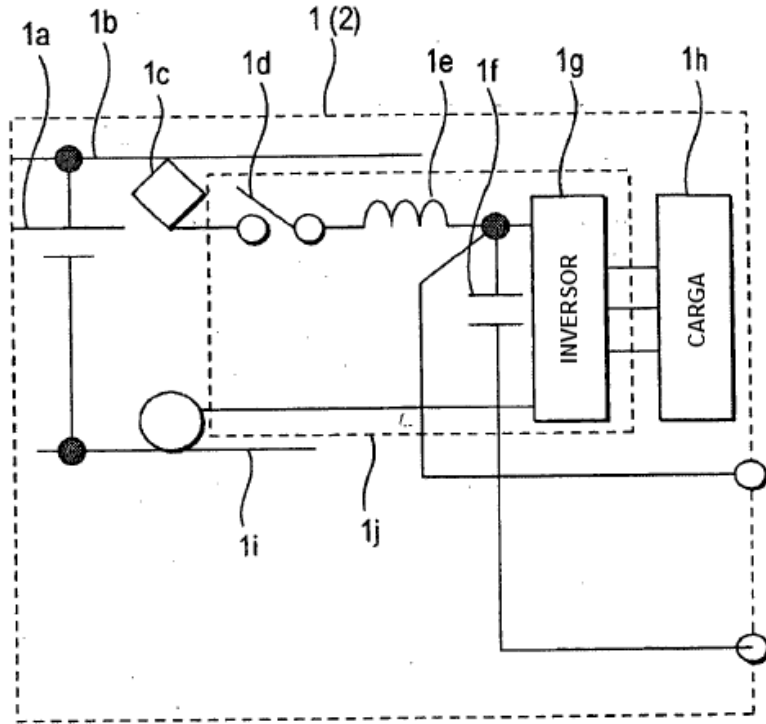


FIG. 20

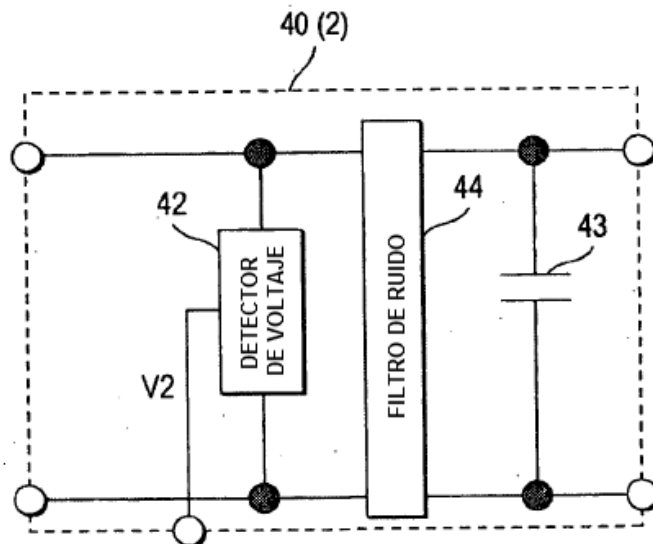


FIG. 21

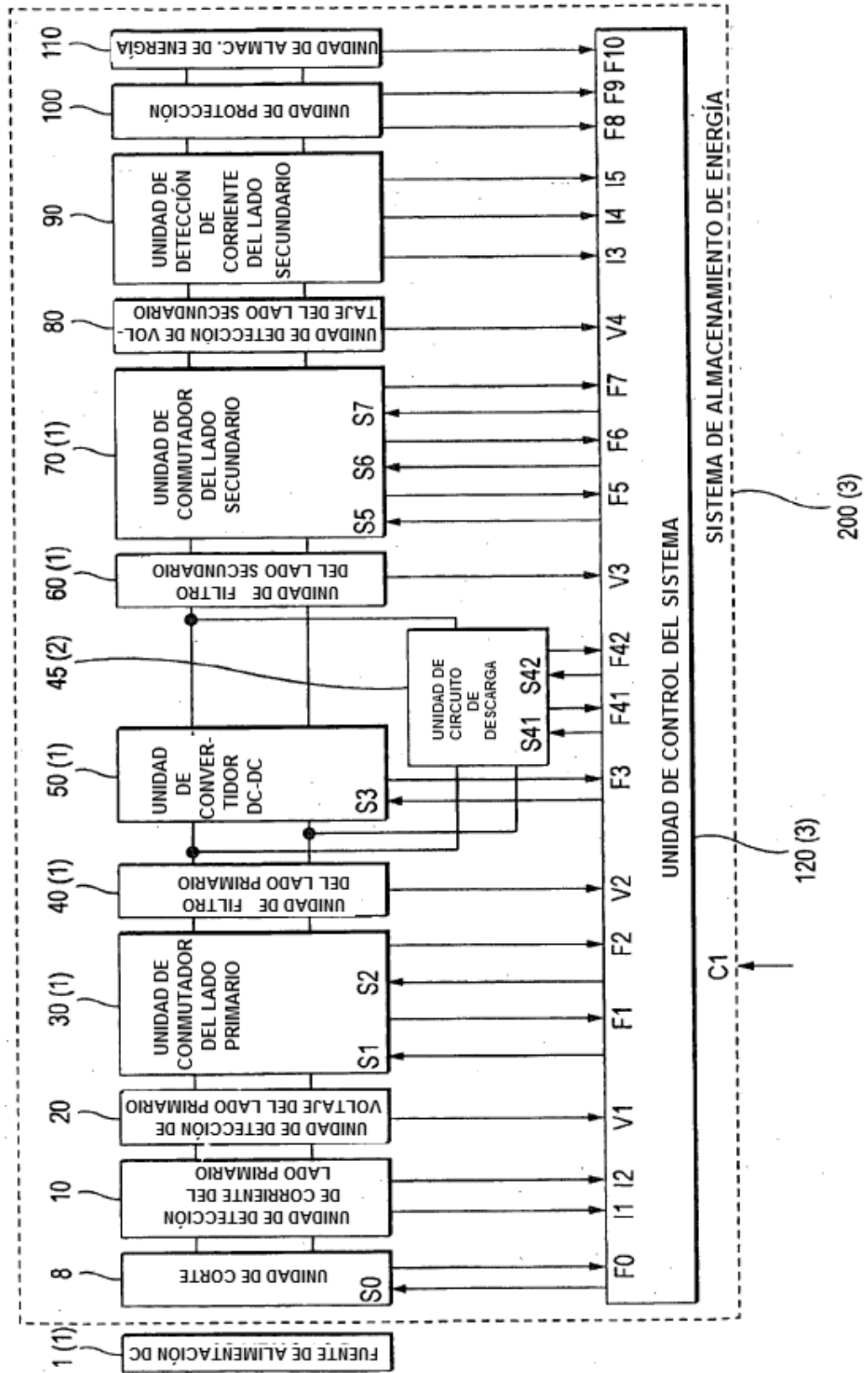


FIG. 22

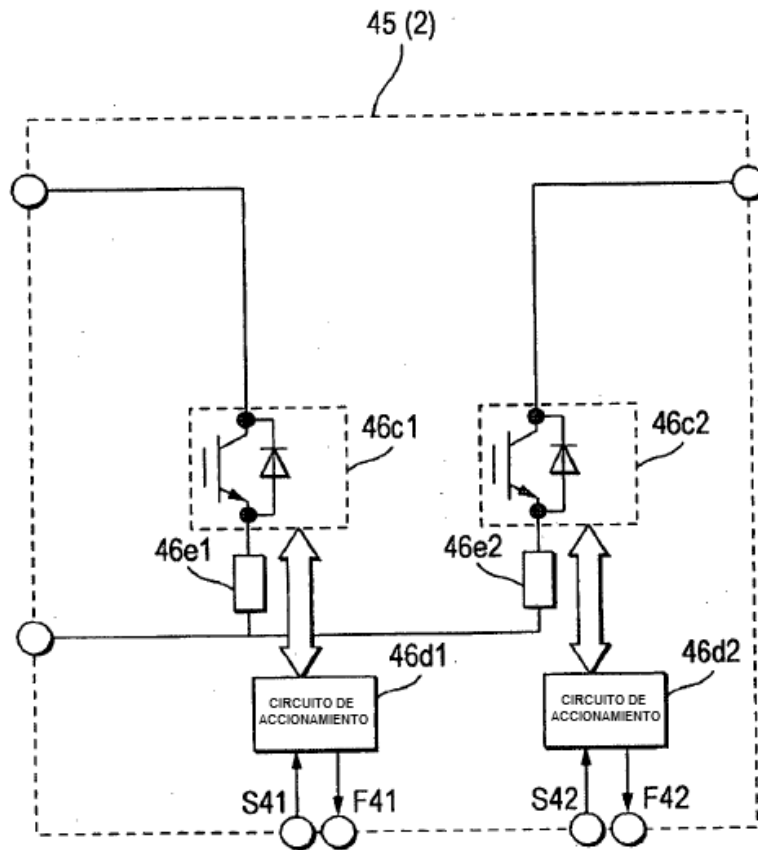


FIG. 23

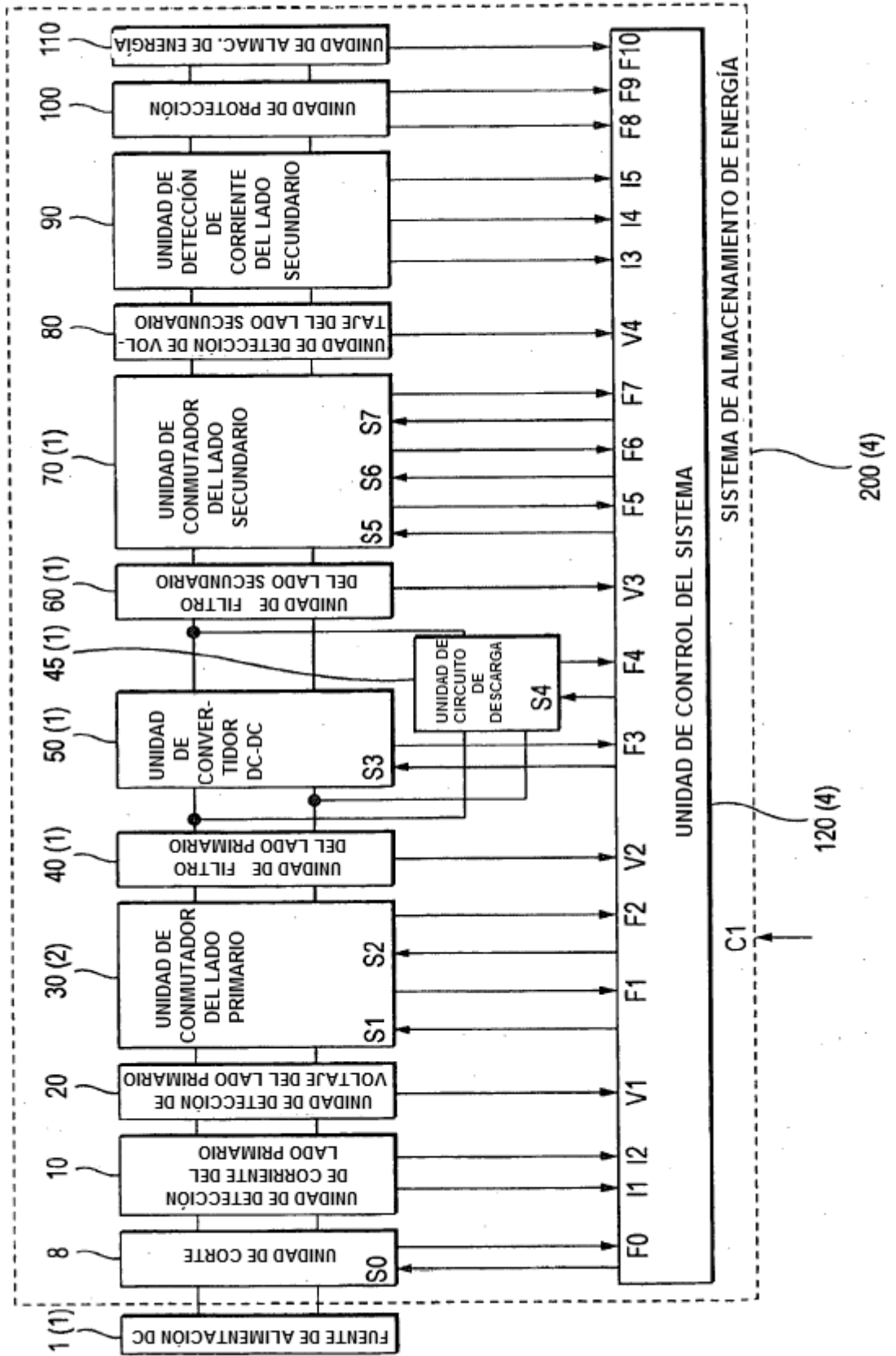


FIG. 24

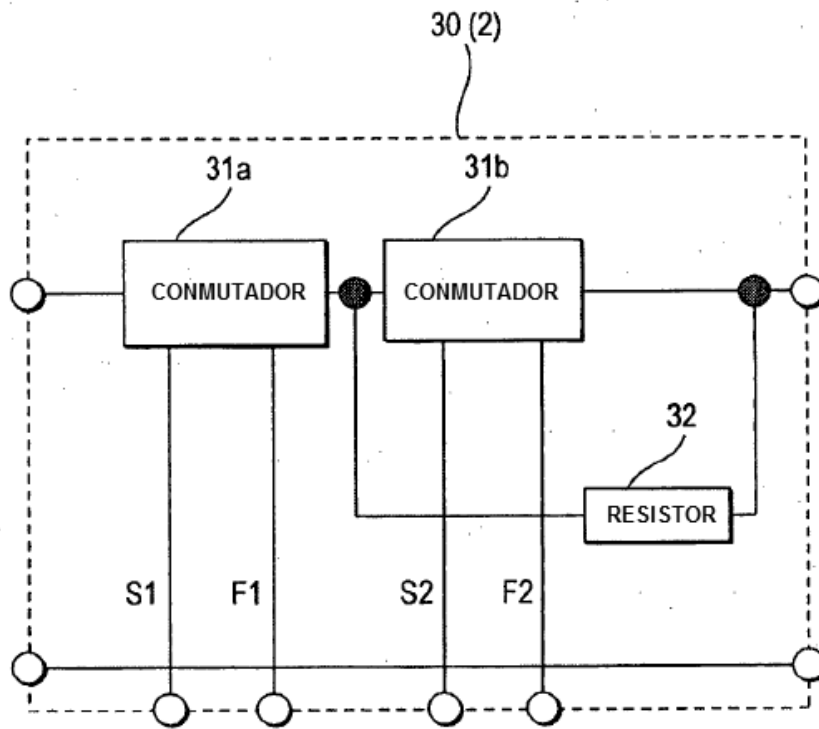


FIG. 25

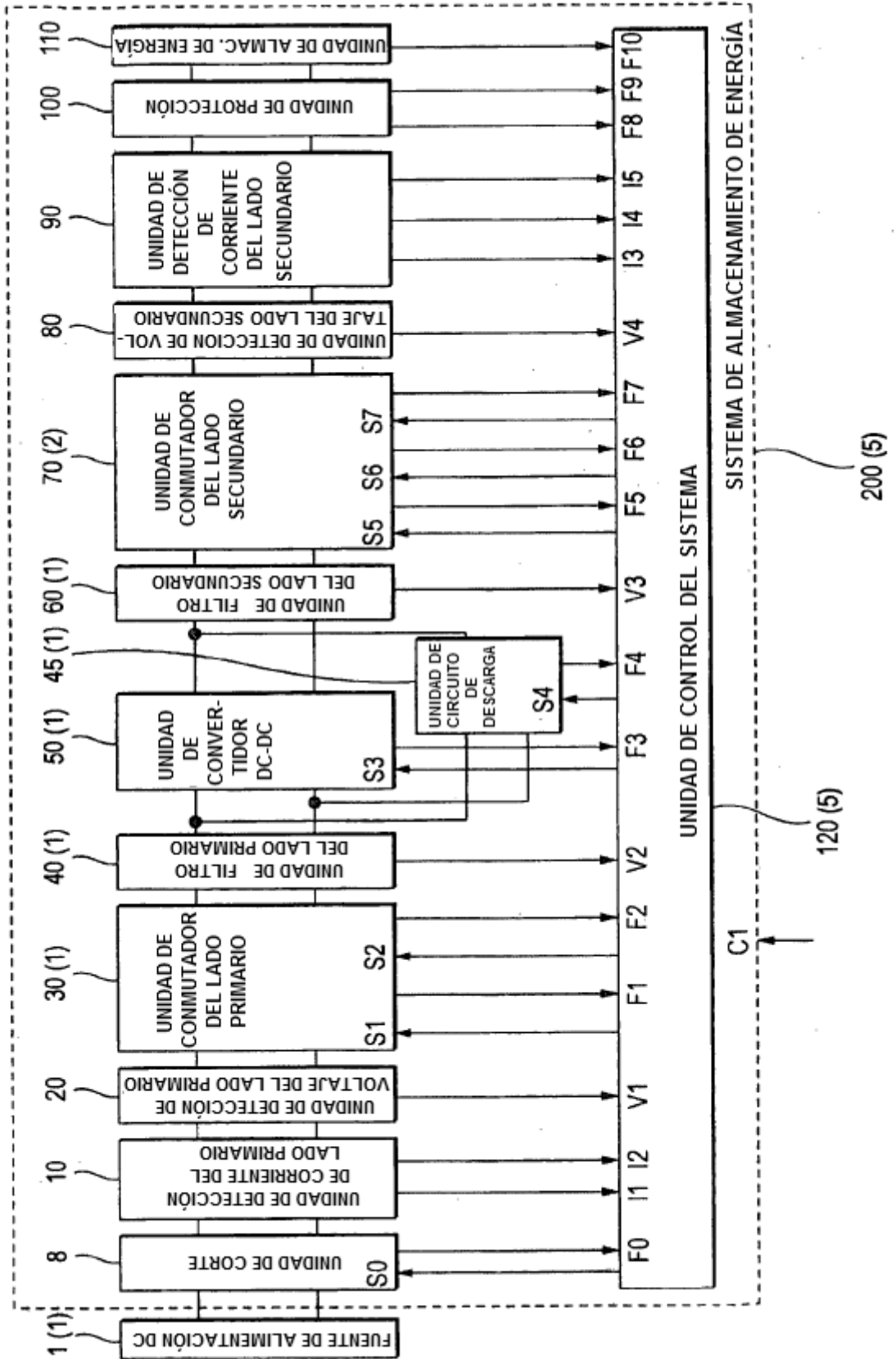


FIG. 26

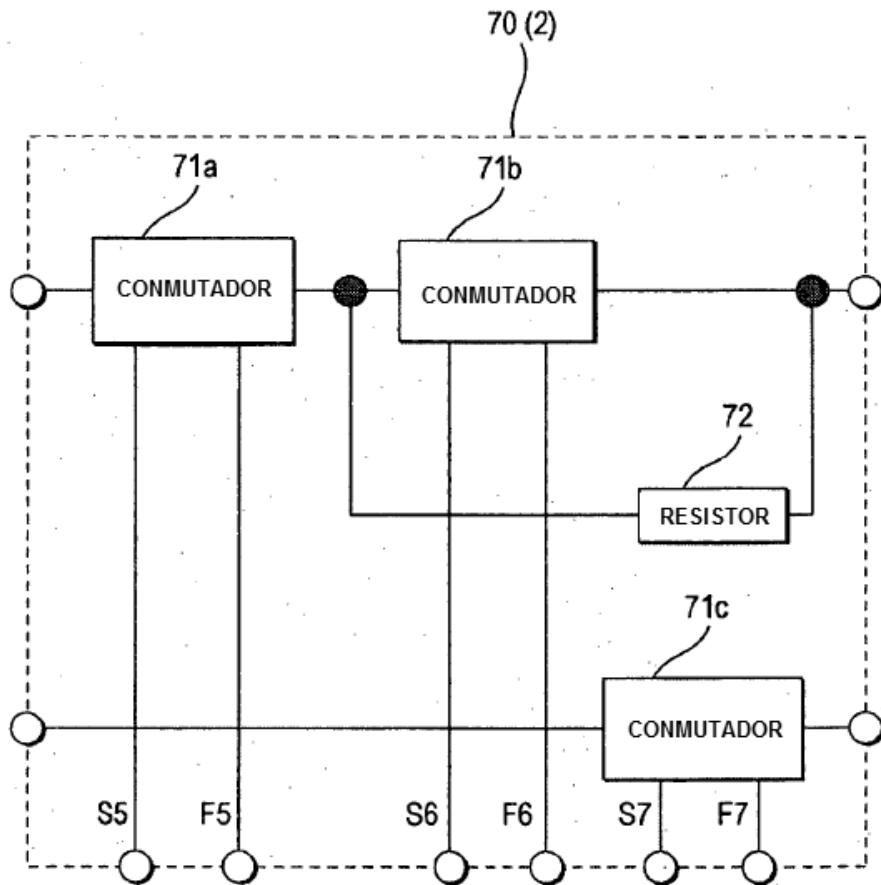


FIG. 27

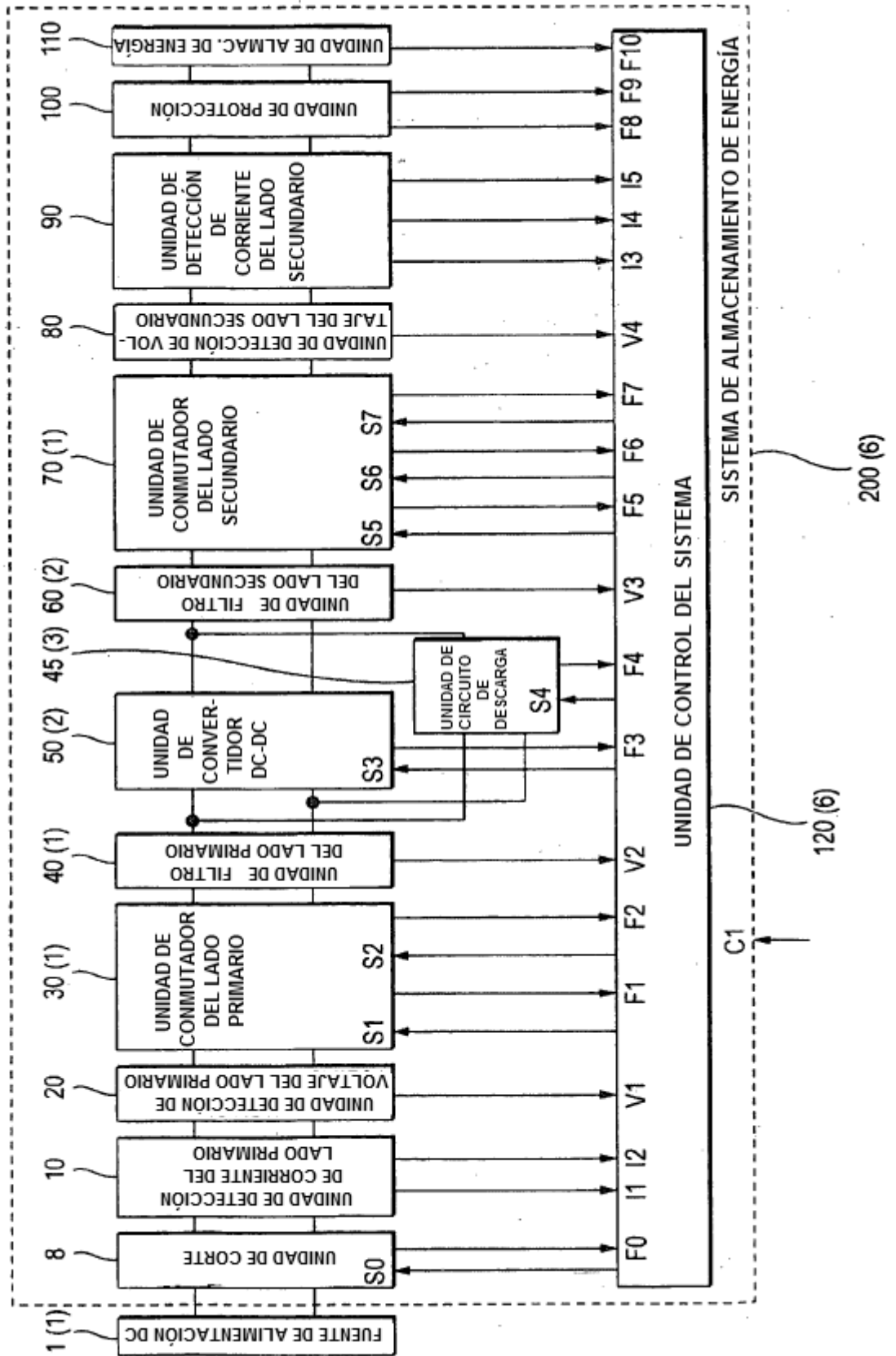


FIG. 28

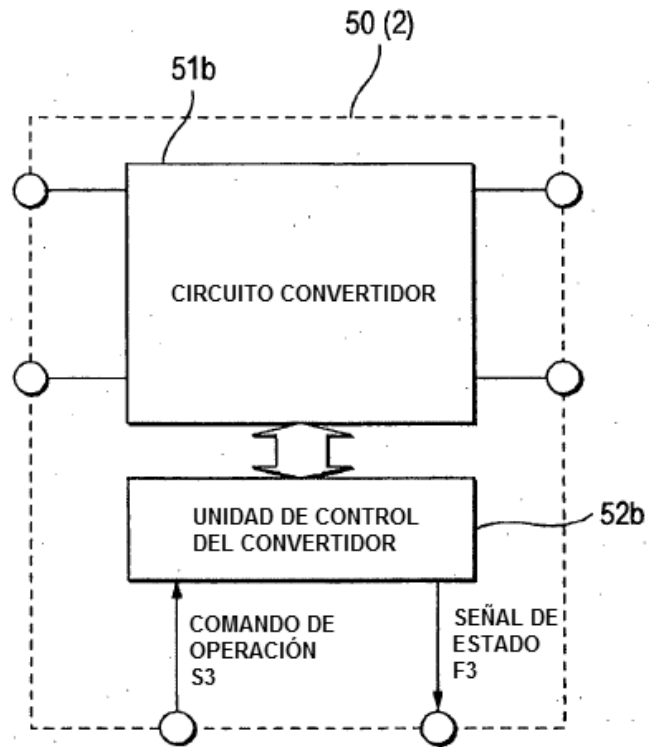


FIG. 29

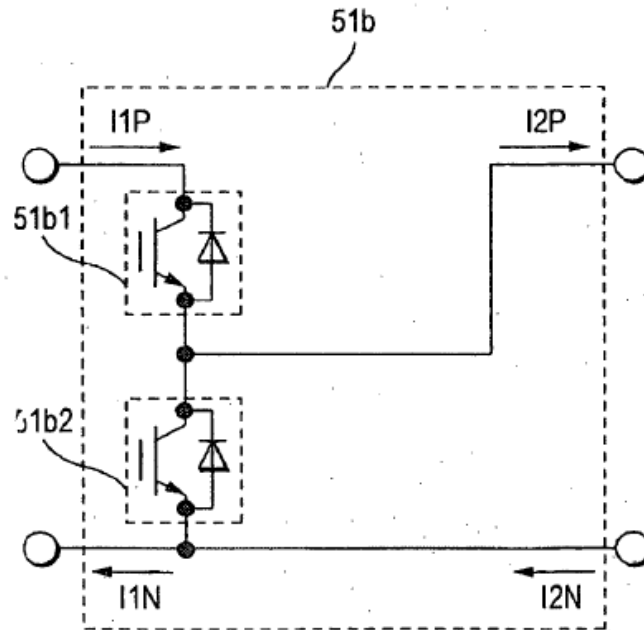


FIG. 30

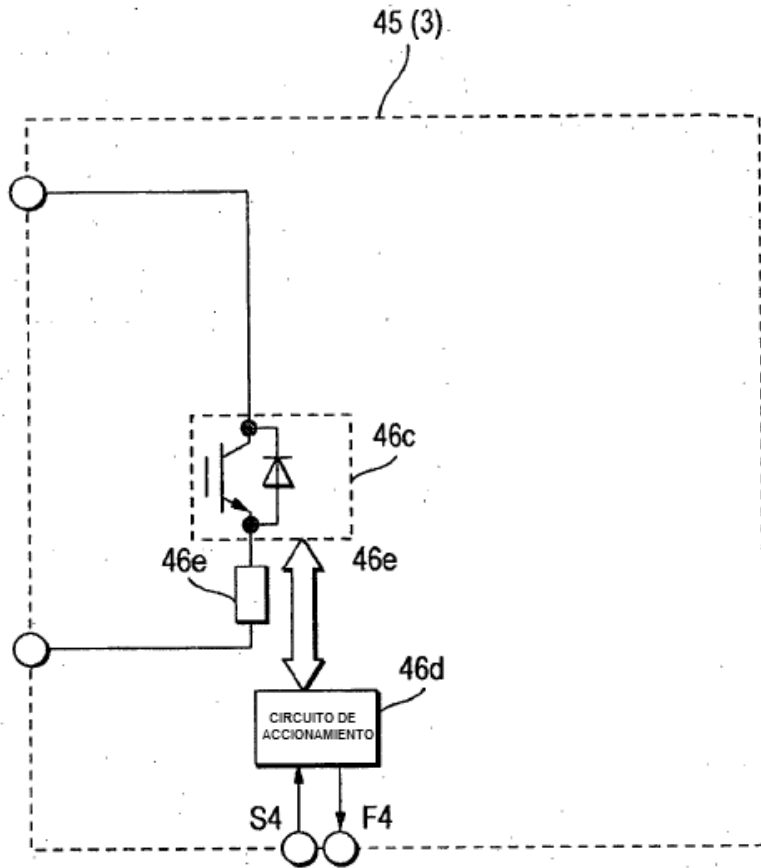


FIG. 31

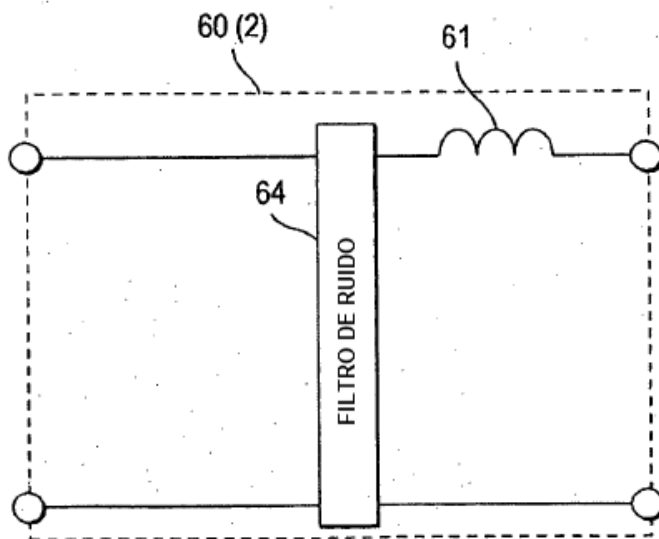


FIG. 32

