

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 977 754**

51 Int. Cl.:

H02J 7/00 (2006.01)

H02J 7/02 (2006.01)

H01M 10/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2022** **E 22175813 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2024** **EP 4135153**

54 Título: **Circuito de equilibrado de células de batería y método para su funcionamiento**

30 Prioridad:

13.08.2021 US 202163232925 P
22.12.2021 CN 202111579357

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
29.08.2024

73 Titular/es:

DELTA ELECTRONICS, INC. (100.0%)
No. 16, Tungyuan Road, Chungli Dist.
Taoyuan City 320023, TW

72 Inventor/es:

LI, SHENG-HUA;
WANG, HUNG-CHANG y
AI, TSU-HUA

74 Agente/Representante:

ÁLVAREZ LÓPEZ, Sonia

ES 2 977 754 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

Circuito de equilibrado de células de batería y método para su funcionamiento

5 Antecedentes

Campo técnico

10 La presente divulgación se refiere a un circuito de equilibrado de células de batería que comprende una pluralidad de células de batería y una pluralidad de interruptores, cada uno de los interruptores conectado correspondientemente a cada una de las células de batería, un convertidor de CA/CC, configurado para recibir una alimentación de CA y convertirla en una alimentación de CC, según se conoce en CN 113 078 714 A. La presente divulgación también se refiere a un método de operación del mismo, y más particularmente a un circuito de equilibrado activo de células de batería y un método de operación del mismo. Otros circuitos y métodos similares son conocidos por CN 110 752 635 A.

15 Descripción relacionada del arte

20 Las afirmaciones en esta sección simplemente proporcionan información de antecedentes relacionada con la presente divulgación y no necesariamente constituyen el estado de la técnica.

25 En la aplicación de sistemas de almacenamiento de energía de alta energía (alta potencia), de alta tensión, generalmente no se opera con una sola batería. En otras palabras, para lograr aplicaciones de almacenamiento de energía de alta energía (alta potencia) y alta tensión, el empaquetado de múltiples células de batería se modularizará. La FIG. 1 muestra un diagrama en perspectiva de un módulo de batería con una pluralidad de células de batería en el arte relacionado. Cada módulo de batería 100 tiene 18 células de batería 101-10N dispuestas en dos filas y conectadas en serie. Por lo tanto, en la aplicación del sistema de almacenamiento de energía, se puede proporcionar una conexión en paralelo a través de múltiples grupos de módulos de batería 100 al mismo tiempo para lograr aplicaciones de suministro de energía de alta energía (alta potencia) y alta tensión.

30 Para una sola célula de batería 101-10N, cuando la célula de batería 101-10N envejece, ocurrirán fenómenos anormales como la facilidad para cargarse por completo y la facilidad para descargarse. Para el módulo de batería único 100 mostrado en la FIG. 1, tiene 18 células de batería 101-10N. Una vez que una de las células de batería envejece prematuramente, el efecto de carga y descarga de la célula de batería más gravemente envejecida en las otras 17 células de batería será el siguiente: durante la carga, el voltaje de carga de la célula de batería más gravemente envejecida aumenta rápidamente. Por lo tanto, para el módulo de batería en su conjunto 100, durante el proceso de carga normal, la célula de batería más gravemente envejecida puede ser sobrecargada (otras células de batería pueden no estar completamente cargadas), o incluso dañada. Por el contrario, durante la descarga, el voltaje de las células de batería más gravemente envejecidas disminuye rápidamente. Por lo tanto, para el módulo de batería en su conjunto 100, durante el proceso de descarga normal, la célula de batería más gravemente envejecida puede ser sobre descargada (otras células de batería pueden no estar completamente descargadas), o incluso dañada.

40 Resumen

45 Un objetivo de la presente divulgación es proporcionar un circuito de equilibrado de células de batería para resolver los problemas de la tecnología existente.

50 Para lograr el objetivo mencionado anteriormente, el circuito de equilibrado de células de batería comprende un convertidor CC/CC aislado, cuyo lado de entrada está conectado en paralelo con el lado de entrada de cada uno de los interruptores, y cuyo lado de salida está acoplado al enlace de la batería, donde la pluralidad de células de batería están conectadas en serie para formar un enlace de batería, un interruptor de circuito, acoplado entre el convertidor CA/CC, el convertidor CC/CC aislado y la pluralidad de interruptores, y una unidad de control, configurada para proporcionar una pluralidad de señales de control para controlar correspondientemente la pluralidad de interruptores y el interruptor de circuito.

55 Otro objetivo de la presente divulgación es proporcionar un método de operación de un circuito de equilibrado de células de batería para resolver los problemas de la tecnología existente.

60 Para lograr el objetivo mencionado anteriormente, el circuito de equilibrado de células de batería incluye una pluralidad de células de batería conectadas en serie para formar un enlace de batería, una pluralidad de interruptores, cada uno de los interruptores conectados correspondientemente a cada una de las células de batería, y un interruptor de circuito acoplado entre una alimentación de CC y los interruptores. El método incluye los pasos de: controlar el interruptor correspondiente a la célula de batería para que se encienda cuando se detecta que el voltaje de una de las células de batería es mayor que un voltaje umbral superior, liberar la energía eléctrica de la célula de batería al enlace de la batería, controlar el interruptor de circuito para que se encienda y controlar el interruptor correspondiente a la célula de batería para que se encienda cuando se detecta que el voltaje de una de las células de batería es menor que un voltaje umbral inferior, y recibir, por parte de la célula de batería, la energía eléctrica de la alimentación de CC.

Las realizaciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

En consecuencia, el voltaje de la batería se ajusta mediante la liberación y el suministro de energía eléctrica para las células de batería más seriamente envejecidas, es decir, cuando el voltaje de la batería de la célula de batería es demasiado alto, la energía eléctrica se transmite al enlace de la batería, y cuando el voltaje de la batería de la célula de batería es demasiado bajo, la energía eléctrica se complementa con la energía eléctrica de CA. Por lo tanto, el voltaje de la batería de las células de batería más seriamente envejecidas durante los procesos de carga y descarga puede mantenerse aproximadamente igual al voltaje de la batería de otras células de batería para garantizar el funcionamiento normal del módulo de batería en su totalidad. En consecuencia, en la aplicación del sistema de almacenamiento de energía, el funcionamiento del módulo de batería puede mantenerse continuamente sin necesidad de reemplazar frecuentemente las células de batería. Hasta el mantenimiento anual, las células de batería seriamente envejecidas serán reemplazadas para mejorar los beneficios económicos de la aplicación del sistema de almacenamiento de energía.

Se entiende que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son ejemplares, y tienen la intención de proporcionar una explicación adicional de la presente divulgación tal como se reclama. Otras ventajas y características de la presente divulgación serán evidentes a partir de la siguiente descripción, dibujos y reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La presente divulgación puede entenderse más completamente leyendo la siguiente descripción detallada del ejemplo de realización, con referencia a los dibujos que acompaña y se indican a continuación:

FIG. 1 es un diagrama en perspectiva de un módulo de batería con una pluralidad de células de batería en el arte relacionado.

FIG. 2 es un diagrama de circuito en bloque de una unidad de interruptor de un circuito de balance de células de batería según un primer ejemplo de realización de la presente divulgación.

FIG. 3 es un diagrama de circuito en bloque de la unidad de interruptor del circuito de balance de células de batería según un segundo ejemplo de realización de la presente divulgación.

FIG. 4 es un diagrama de circuito en bloque de la unidad de interruptor del circuito de balance de células de batería según un tercer ejemplo de realización de la presente divulgación.

FIG. 5 es un diagrama de circuito en bloque del circuito de balance de células de batería según una realización preferida de la presente divulgación.

FIG. 6 es un diagrama de circuito en bloque detallado del circuito de balance de células de batería según la realización preferida de la presente divulgación.

FIG. 7 es un diagrama de flujo de un método de operación del circuito de balance de células de batería según la presente divulgación.

Descripción detallada

A continuación, se hará referencia a las figuras del dibujo para describir la presente divulgación en detalle. Se entenderá que las figuras del dibujo y los ejemplos de realización de la presente divulgación no se limitan a los detalles expuestos.

Antes de describir detalladamente las características técnicas del circuito de balance de células de batería y el método de operación del mismo, se describen brevemente la tecnología de balance de células de batería pasiva y la tecnología de balance de células de batería activa. La tecnología de balance de células de batería pasiva se refiere al consumo de energía de las células de batería con voltaje más alto a través de componentes que consumen energía. La práctica común es: cada célula de batería se conecta en paralelo con componentes de resistencia a través del circuito de interruptores, y la energía de las células de batería con voltaje más alto se consume controlando la conducción (encendido) del interruptor y los componentes de resistencia en paralelo, reduciendo así el voltaje de la batería de las células para lograr un equilibrio de voltaje entre ellas.

En comparación con la tecnología de balance de células de batería pasiva, la tecnología de balance de células de batería activa se refiere a la redistribución de energía entre las células. Por ejemplo, utilizando componentes de almacenamiento de energía (como inductores o capacitores) para almacenar temporalmente la energía de las células de batería con voltaje más alto, y luego liberar la energía almacenada temporalmente a las células de batería con voltaje más bajo para lograr el efecto de balance de voltaje entre las células de la batería.

Sin embargo, en comparación con la tecnología de balance de células de batería activa existente descrita anteriormente, la presente divulgación propone diferentes medios técnicos para lograr el efecto de balance de células de batería activa.

Por favor, consulte la FIG. 2, que muestra un diagrama de circuito en bloque de una unidad de interruptor de un circuito de balance de células de batería según una primera realización de la presente divulgación. En la FIG. 2, el circuito de balance de células de batería incluye una pluralidad de (m) células de batería Celda 1-Celda m, y las células de batería Celda 1-Celda m están conectadas en serie para formar un enlace de batería LCELL. En la estructura de configuración

de esta realización, dado que un extremo positivo y un extremo negativo de cada célula de batería Celda 1-Celda m están conectados respectivamente a una unidad de interruptor, es decir, un extremo positivo de una primera célula de batería Celda 1 está conectado a una unidad de interruptor S1A y un extremo negativo de la primera célula de batería Celda 1 está conectado a una unidad de interruptor S1B, y un extremo positivo de una segunda célula de batería Celda 2 está conectado a una unidad de interruptor S2A y un extremo negativo de la segunda célula de batería Celda 2 está conectado a una unidad de interruptor S2B, y así sucesivamente, el número de unidades de interruptor es el doble del número de células de batería. Por ejemplo, si el número de células de batería Celda 1-Celda m es 18, el número de unidades de interruptor es 36. En la FIG. 2, las células de batería Celda 1-Celda m están conectadas a un circuito de carga y descarga 200. En particular, los extremos positivos de las células de batería Celda 1-Celda m están conectados respectivamente a extremos de suministro positivos o extremos de recepción positivos del circuito de carga y descarga 200 a través de las unidades de interruptor S1A-SmA. De manera similar, los extremos negativos de las células de batería Celda 1-Celda m están conectados respectivamente a extremos de suministro negativos o extremos de recepción negativos del circuito de carga y descarga 200 a través de las unidades de interruptor S1B-SmB.

Por cierto, el circuito de carga y descarga 200 mostrado en la FIG. 2 se utiliza para proporcionar una operación de carga cuando el voltaje de las células de batería Celda 1-Celda m (al menos una de ellas) es demasiado bajo para ser cargado, o una operación de descarga cuando el voltaje es demasiado alto para ser descargado. Es decir, el circuito de carga y descarga 200 puede ser, por ejemplo, pero no limitado a, un circuito que tenga tanto funciones de carga como de descarga, o dos conjuntos de circuitos con funciones de carga y descarga separadas.

Por favor, consulte la FIG. 3, que muestra un diagrama de circuito en bloque de la unidad de interruptor del circuito de balance de células de batería según una segunda realización de la presente divulgación. En la FIG. 3, el circuito de balance de células de batería incluye una pluralidad de (m) células de batería Celda 1-Celda m, y las células de batería Celda 1-Celda m están conectadas en serie para formar un enlace de batería LCELL. En la estructura de configuración de esta realización, dado que un extremo positivo de la primera célula de batería Celda 1 está conectado a una unidad de interruptor S1, un extremo negativo de la última célula de batería Celda m está conectado a una unidad de interruptor Sm+1, y el extremo positivo y el extremo negativo de las células de batería intermedias (las restantes) Celda 2 a Celda m-1 están conectados conjuntamente a una unidad de interruptor S2-Sm. Además, un conjunto de interruptores Sa compuesto por cuatro unidades de interruptor (descritas en detalle más adelante), se realizan las operaciones de carga y descarga de las células de batería Celda 1-Celda m. Por lo tanto, el número de unidades de interruptor es cinco más que el número de células de batería. Por ejemplo, si el número de células de batería Celda 1-Celda m es 18, el número de unidades de interruptor es 23.

Por favor, consulte la FIG. 4, que muestra un diagrama de circuito en bloque de la unidad de interruptor del circuito de balance de células de batería según una tercera realización de la presente divulgación. En comparación con las realizaciones anteriores de la FIG. 2 y la FIG. 3, las unidades de interruptor mostradas en la FIG. 4 se realizan mediante relés electromagnéticos RL1-RL6 (tomando como ejemplo el enlace de batería LCELL con 6 células de batería). En otras palabras, se utiliza el control de excitación de los relés electromagnéticos RL1-RL6 para implementar el efecto de encendido y apagado, y se proporciona un camino para las operaciones de carga y descarga de las células de batería Celda 1-Celda 6.

Específicamente, tomando la realización de la FIG. 4 como ejemplo, el circuito de balance de células de batería incluye principalmente un convertidor AC/DC 300, una pluralidad de células de batería Celda 1-Celda 6, una pluralidad de unidades de interruptor RL1-RL6, un convertidor DC/DC aislado 400 y una unidad de control 500. El convertidor AC/DC 300 recibe una corriente alterna VAC y convierte la corriente alterna VAC en una corriente continua. Las células de batería Celda 1-Celda 6 están conectadas en serie para formar un enlace de batería LCELL. Cada una de las unidades de interruptor RL1-RL6 está conectada correspondientemente a cada una de las células de batería Celda 1-Celda 6. En la realización mostrada en la FIG. 4, cada unidad de interruptor RL1 - RL6 es un relé electromagnético, que utiliza el principio del efecto electromagnético para excitar la bobina y cambiar los estados del contacto para implementar las funciones de encendido y apagado. Además, el número de unidades de interruptor RL1-RL6 es el mismo que el de las células de batería Celda 1-Celda 6, es decir, la primera célula de batería Celda 1 está conectada a la primera unidad de interruptor RL1, la segunda célula de batería Celda 2 está conectada a la segunda unidad de interruptor RL2, y así sucesivamente.

Un lado de entrada del convertidor DC/DC aislado 400 está conectado en paralelo con un lado de entrada de cada uno de los interruptores RL1-RL6. Específicamente, el lado de entrada del convertidor DC/DC aislado 400 tiene un extremo positivo y un extremo negativo, y el extremo positivo está conectado a un extremo positivo de la corriente continua convertida del convertidor AC/DC 300, mientras que el extremo negativo está conectado a un extremo negativo de la corriente continua. Cada relé electromagnético tiene un primer lado y un segundo lado, y el primer lado y el segundo lado tienen respectivamente un extremo positivo y un extremo negativo. El extremo positivo del primer lado está acoplado al extremo positivo de la corriente continua y al extremo positivo del lado de entrada del convertidor DC/DC aislado 400, mientras que el extremo negativo del primer lado está acoplado al extremo negativo de la corriente continua y al extremo negativo del lado de entrada del convertidor DC/DC aislado 400. El extremo positivo y el extremo negativo del segundo lado están conectados correspondientemente a los extremos positivos y negativos de las células de batería, respectivamente. En otras palabras, los extremos positivos de los primeros lados de todos los relés electromagnéticos están acoplados conjuntamente y luego acoplados al extremo positivo de la corriente continua y al extremo positivo del

lado de entrada del convertidor DC/DC aislado 400. De manera similar, los extremos negativos de los primeros lados de todos los relés electromagnéticos están acoplados conjuntamente y luego acoplados al extremo negativo de la corriente continua y al extremo negativo del lado de entrada del convertidor DC/DC aislado 400.

Además, un lado de salida del convertidor DC/DC aislado 400 está conectado en serie al enlace de batería LCELL. El lado de salida del convertidor DC/DC aislado 400 tiene un extremo positivo y un extremo negativo, y el extremo positivo está conectado a un extremo positivo del enlace de batería LCELL (es decir, un extremo positivo de la primera célula de batería Celda 1) y el extremo negativo está conectado a un extremo negativo del enlace de batería LCELL (es decir, un extremo negativo de la sexta célula de batería Celda 6) para que el lado de salida del convertidor DC/DC aislado 400 esté conectado en serie al enlace de batería LCELL.

El interruptor de circuito Sc está acoplado entre el convertidor AC/DC 300 y el convertidor DC/DC aislado 400, es decir, entre el convertidor AC/DC 300 y los interruptores RL1-RL6. En una realización, el interruptor de circuito Sc puede ser, por ejemplo, pero no limitado a, un relé electromagnético o un interruptor transistorizado, como un MOSFET.

Durante el proceso de carga de la pluralidad de células de batería Celda 1-Celda 6, si todas las células de batería Celda 1-Celda 6 están normales, las tensiones de las células de batería Celda 1-Celda 6 no serán anormalmente altas cuando estén completamente cargadas. De manera similar, durante el proceso de descarga de la pluralidad de células de batería Celda 1-Celda 6, si todas las células de batería Celda 1-Celda 6 están normales, las tensiones de las células de batería Celda 1-Celda 6 no serán anormalmente bajas cuando estén completamente descargadas.

Una vez que la tensión de la batería de cualquiera de las células de batería Celda 1-Celda 6 es demasiado alta (anormalmente alta) durante el proceso de carga, la energía eléctrica de la célula de batería con la tensión de batería demasiado alta se libera al enlace de batería LCELL para que la tensión de la batería de la célula de batería se reduzca y la célula de batería no se sobrecargue. Además, una vez que la tensión de la batería de cualquiera de las células de batería Celda 1-Celda 6 es demasiado baja (anormalmente baja) durante el proceso de descarga, la corriente alterna VAC proporciona energía eléctrica a la célula de batería con la tensión de batería demasiado baja para que la tensión de la batería de la célula de batería aumente y la célula de batería no se descargue demasiado.

Específicamente, durante el proceso de carga de las células de batería Celda 1-Celda 6, cuando la unidad de control 500 detecta que la tensión de la batería de cualquiera de las células de batería Celda 1-Celda 6 es mayor que la tensión de umbral superior, la unidad de control 500 proporciona señales de control de interruptor SRL1-SRL6 para activar el interruptor RL1-RL6 correspondiente a la célula de batería con la tensión de batería demasiado alta para que la energía eléctrica de la célula de batería Celda 1-Celda 6 con la tensión de batería demasiado alta se libere al enlace de batería LCELL a través del convertidor DC/DC aislado 400. Por ejemplo, cuando la unidad de control 500 detecta que la tensión de la batería de la primera célula de batería Celda 1 es demasiado alta (es decir, la tensión de la batería es mayor que la tensión de umbral superior), la unidad de control 500 activa el primer interruptor RL1 mediante la primera señal de control de interruptor SRL1 para que la energía eléctrica de la primera célula de batería se libere al enlace de batería LCELL a través del primer interruptor RL1 y el convertidor DC/DC aislado 400. Además de reducir la tensión de la batería de la primera célula de batería Celda 1 para evitar la sobre carga, la energía eléctrica de la primera célula de batería Celda 1 también se puede utilizar como la energía eléctrica para cargar el enlace de batería LCELL sin desperdicio. De manera similar, los principios de funcionamiento de otras células de batería son los mismos que los descritos anteriormente, y se omite la descripción detallada aquí por concisión.

Durante el proceso de descarga de las células de batería Celda 1-Celda 6, cuando la unidad de control 500 detecta que la tensión de la batería de cualquiera de las células de batería Celda 1-Celda 6 es menor que la tensión de umbral inferior, la unidad de control 500 proporciona una señal de control de interruptor Sc para activar el interruptor de circuito Sc, y proporciona señales de control de interruptor SRL1-SRL6 para activar el interruptor RL1-RL6 correspondiente a la célula de batería con la tensión de batería demasiado baja para que la célula de batería Celda 1-Celda 6 con la tensión de batería demasiado baja reciba energía eléctrica proporcionada desde la corriente alterna VAC. En particular, la tensión de umbral inferior es menor que la tensión de umbral superior. Por ejemplo, cuando la unidad de control 500 detecta que la tensión de la batería de la primera célula de batería Celda 1 es demasiado baja (es decir, la tensión de la batería es menor que la tensión de umbral inferior), la unidad de control 500 activa el interruptor de circuito Sc mediante la señal de control de interruptor Sc, y activa el primer interruptor RL1 mediante la primera señal de control de interruptor SRL1 para que la corriente alterna VAC suministre energía a la primera célula de batería Celda 1 (es decir, proporcione la energía eléctrica a la primera célula de batería Celda 1) a través del interruptor de circuito Sc y el primer interruptor RL1, aumentando así la tensión de la batería de la primera célula de batería Celda 1 para evitar la sobre descarga. De manera similar, los principios de funcionamiento de otras células de batería son los mismos que los descritos anteriormente, y se omite la descripción detallada aquí por concisión.

En consecuencia, la tensión de la batería se ajusta mediante la liberación y el suministro de energía eléctrica para las células de batería más seriamente envejecidas, es decir, cuando la tensión de la batería de la célula de batería es demasiado alta, la energía eléctrica se transmite al enlace de batería, y cuando la tensión de la batería de la célula de batería es demasiado baja, la energía eléctrica se complementa con la corriente alterna. Por lo tanto, la tensión de la batería de las células de batería más gravemente envejecidas durante los procesos de carga y descarga se puede

mantener aproximadamente igual que la tensión de la batería de otras células de batería para asegurar el funcionamiento normal del módulo de batería en general. En consecuencia, en la aplicación del sistema de almacenamiento de energía, el funcionamiento del módulo de batería se puede mantener continuamente sin requerir el reemplazo frecuente de las células de batería. Hasta la reparación anual, las células de batería gravemente envejecidas serán reemplazadas para mejorar los beneficios económicos de la aplicación del sistema de almacenamiento de energía.

Por favor, refiérase nuevamente a la FIG. 4, el circuito de equilibrio de células de batería incluye además una pluralidad de componentes de protección contra sobre corriente acoplados correspondientemente a las células de batería Celda 1-Celda 6. En una realización, los componentes de protección contra sobre corriente son fusibles F1-F7. Durante el proceso de carga y descarga, si ocurre una anomalía de sobre corriente, se puede proporcionar una protección contra sobre corriente a través de los fusibles correspondientes F1-F7 para proteger las células de batería Celda 1-Celda 6.

Por favor, refiérase a la FIG. 5, que muestra un diagrama de circuito en bloque del circuito de equilibrio de células de batería según una realización preferida de la presente divulgación, y la FIG. 5 coopera con la realización mostrada en la FIG. 3 (es decir, la segunda realización de la unidad de interruptor). Tomando el enlace de batería LCELL con 6 células de batería como ejemplo, el circuito de equilibrio de células de batería incluye principalmente un convertidor AC/DC 300, un convertidor DC/DC aislado 400, una unidad de control 500, una pluralidad de (6) células de batería Celda 1-Celda 6 (conectadas en serie para formar un enlace de batería LCELL), una pluralidad de (7) unidades de interruptor S1-S7 y un conjunto de interruptores Sa que tiene una pluralidad de unidades de interruptor Sa1, Sa2, Sb1, Sb2. La unidad de control 500 proporciona señales de control de interruptor S1c-S7c para controlar correspondientemente las unidades de interruptor S1-S7, proporciona señales de control de interruptor de conmutación Sa1c-Sb2c para controlar correspondientemente las unidades de interruptor Sa1, Sa2, Sb1, Sb2, y proporciona una señal de control de interruptor SCC para controlar el interruptor de circuito SC. En esta realización, debido al diseño de configuración (relación de conexión) de las unidades de interruptor S1-S7, para un módulo de batería con más células de batería, el número de unidades de interruptor puede reducirse significativamente (como se describe en la FIG. 3 anteriormente). Por lo tanto, con el encendido y apagado de las unidades de interruptor Sa1, Sa2, Sb1, Sb2, se puede implementar un camino para proporcionar las operaciones de carga y descarga de las células de batería Celda 1-Celda 6.

Específicamente, durante el proceso de carga de las células de batería Celda 1-Celda 6, cuando la unidad de control 500 detecta que la tensión de la batería de cualquiera de las células de batería Celda 1-Celda 6 es mayor que el umbral superior de tensión, la unidad de control 500 proporciona señales de control de interruptor S1c-S7c para activar la unidad de interruptor S1-S7 correspondiente a la célula de batería con la tensión de batería demasiado alta para que la energía eléctrica de la célula de batería Celda 1-Celda 6 con la tensión de batería demasiado alta se libere al enlace de batería LCELL a través del convertidor DC/DC aislado 400. Por ejemplo, cuando la unidad de control 500 detecta que la tensión de la batería de la primera célula de batería Cell 1 es demasiado alta (es decir, la tensión de la batería es mayor que el umbral superior de tensión), la unidad de control 500 activa la primera unidad de interruptor Sa1 mediante la primera señal de control de interruptor de conmutación Sa1c, activa la segunda unidad de interruptor Sa2 mediante las segundas señales de control de interruptor de conmutación Sa2c, activa la primera unidad de interruptor S1 mediante la primera señal de control de interruptor S1c y activa la segunda unidad de interruptor S2 mediante la segunda señal de control de interruptor S2c para que la energía eléctrica de la primera célula de batería se libere al enlace de batería LCELL a través de la primera unidad de interruptor S1, la segunda unidad de interruptor S2, la primera unidad de interruptor de conmutación Sa1, la segunda unidad de interruptor de conmutación Sa2 y el convertidor DC/DC aislado 400. Además de reducir la tensión de la batería de la primera célula de batería Cell 1 para prevenir la sobre carga, la energía eléctrica de la primera célula de batería Cell 1 también puede usarse como la energía eléctrica para cargar el enlace de batería LCELL sin desperdicio.

Por ejemplo, cuando la unidad de control 500 detecta que la tensión de la batería de la segunda célula de batería Cell 2 es demasiado alta (es decir, la tensión de la batería es mayor que el umbral superior de tensión), la unidad de control 500 activa la tercera unidad de interruptor de conmutación Sb1 mediante la tercera señal de control de interruptor de conmutación Sb1c, activa la cuarta unidad de interruptor de conmutación Sb2 mediante las cuartas señales de control de interruptor de conmutación Sb2c, activa la segunda unidad de interruptor S2 mediante la segunda señal de control de interruptor S2c y activa la tercera unidad de interruptor S3 mediante la tercera señal de control de interruptor S3c para que la energía eléctrica de la segunda célula de batería se libere al enlace de batería LCELL a través de la segunda unidad de interruptor S2, la tercera unidad de interruptor S3, la tercera unidad de interruptor de conmutación Sb1, la cuarta unidad de interruptor de conmutación Sb2 y el convertidor DC/DC aislado 400. Además de reducir la tensión de la batería de la segunda célula de batería Cell 2 para prevenir la sobre carga, la energía eléctrica de la segunda célula de batería Cell 2 también puede usarse como la energía eléctrica para cargar el enlace de batería LCELL sin desperdicio.

Durante el proceso de descarga de las células de batería Celda 1-Celda 6, cuando la unidad de control 500 detecta que la tensión de la batería de cualquiera de las células de batería Celda 1-Celda 6 es menor que el umbral inferior de tensión, la unidad de control 500 proporciona una señal de control de interruptor SCC para activar el interruptor de circuito SC, y proporciona señales de control de interruptor S1c-S7c para activar la unidad de interruptor S1-S7 correspondiente a la célula de batería con la tensión de batería demasiado baja para que la célula de batería Celda 1-Celda 6 con la tensión de batería demasiado baja reciba energía eléctrica proporcionada por la energía eléctrica alterna VAC. Por ejemplo, cuando la unidad de control 500 detecta que la tensión de la batería de la primera célula de batería Cell 1 es demasiado

baja (es decir, la tensión de la batería es menor que el umbral inferior de tensión), la unidad de control 500 activa el interruptor de circuito Sc mediante la señal de control de interruptor Sc, activa la primera unidad de interruptor de conmutación Sa1 mediante la primera señal de control de interruptor de conmutación Sa1c, activa la segunda unidad de interruptor de conmutación Sa2 mediante la segunda señal de control de interruptor de conmutación Sa2c, activa la primera unidad de interruptor S1 mediante la primera señal de control de interruptor S1c y activa la segunda unidad de interruptor S2 mediante la segunda señal de control de interruptor S2c para que la energía eléctrica alterna VAC suministre energía a la primera célula de batería Cell 1 (es decir, proporcione la energía eléctrica a la primera célula de batería Cell 1) a través del interruptor de circuito SC, la primera unidad de interruptor de conmutación Sa1, la segunda unidad de interruptor de conmutación Sa2, la primera unidad de interruptor S1 y la segunda unidad de interruptor S2, aumentando así la tensión de la batería de la primera célula de batería Cell 1 para prevenir la sobre descarga.

Por ejemplo, cuando la unidad de control 500 detecta que la tensión de la batería de la segunda célula de batería Cell 2 es demasiado baja (es decir, la tensión de la batería es menor que el umbral inferior de tensión), la unidad de control 500 activa el interruptor de circuito Sc mediante la señal de control de interruptor SCC, activa la tercera unidad de interruptor de conmutación Sb1 mediante la tercera señal de control de interruptor de conmutación Sb1c, activa la cuarta unidad de interruptor de conmutación Sb2 mediante la cuarta señal de control de interruptor de conmutación Sb2c, activa la segunda unidad de interruptor S2 mediante la segunda señal de control de interruptor S2c y activa la tercera unidad de interruptor S3 mediante la tercera señal de control de interruptor S3c para que la energía eléctrica alterna VAC suministre energía a la segunda célula de batería Cell 2 (es decir, proporcione la energía eléctrica a la segunda célula de batería Cell 2) a través del interruptor de circuito SC, la tercera unidad de interruptor de conmutación Sb1, la cuarta unidad de interruptor de conmutación Sb2, la segunda unidad de interruptor S2 y la tercera unidad de interruptor S3, aumentando así la tensión de la batería de la segunda célula de batería Cell 2 para prevenir la sobre descarga.

En consecuencia, el principio de control del conjunto de interruptores Sa (que incluye las unidades de interruptor de conmutación Sa1, Sa2, Sb1, Sb2) y las unidades de interruptor S1-S7 del circuito de equilibrio de células de batería mostrado en la FIG. 5 es el siguiente: de acuerdo con el extremo positivo y el extremo negativo de la energía convertida y emitida por el convertidor AC/DC 300, el extremo positivo y el extremo negativo de las células de batería Cell 1-Cell 6 con la tensión de batería demasiado alta (o demasiado baja) son consistentes para implementar el ajuste de la tensión de la batería mediante la liberación de energía y el reabastecimiento de energía para las células de batería seriamente envejecidas.

Del mismo modo, el primer ejemplo de la unidad de interruptor mostrado en la FIG. 2 también puede aplicarse a la estructura de la FIG. 5, y el principio de control de la unidad de interruptor es similar al de la FIG. 5, y se omite la descripción detallada aquí por concisión.

Por favor, consulte la FIG. 6, que muestra un diagrama de circuito detallado del circuito de equilibrio de células de batería según la realización preferida de la presente divulgación. La FIG. 6 revela más específicamente que el convertidor AC/DC 300 incluye un circuito de conversión AC/DC 301 y una conversión DC/DC no aislada. En esta realización, el circuito de conversión DC/DC no aislado es un circuito de conversión de reducción de paso, que incluye un interruptor S1, un interruptor S2, una bobina de inductancia L1, un capacitor C1 y una resistencia R1. La unidad de control 500 incluye una unidad de control de carga 501 y un controlador 502 para controlar las operaciones de carga y descarga de las células de batería Celda 1-Celda 6. Además, el circuito de equilibrio de células de batería incluye un bus de área de controlador (CAN) que involucra un IC CAN y un bus CAN. Por lo tanto, los resultados de la detección y control del circuito global por parte de la unidad de control 500 se transmiten al exterior (sistema externo) a través del CAN para facilitar a los operadores remotos adquirir monitoreo y control, realizando así un mantenimiento inmediato para mantener la operación normal del sistema.

Por favor, consulte la FIG. 7, que muestra un diagrama de flujo de un método de operación del circuito de equilibrio de células de batería según la presente divulgación. El circuito de equilibrio de células de batería incluye una pluralidad de células de batería conectadas en serie para formar un enlace de batería, una pluralidad de interruptores, cada uno de los interruptores conectados correspondientemente a cada una de las células de batería, y un interruptor de circuito acoplado entre una fuente de alimentación de corriente continua y los interruptores. La estructura específica del circuito de equilibrio de células de batería se puede encontrar en la divulgación anterior, y se omite la descripción detallada aquí por concisión. El método de operación del circuito de equilibrio de células de batería de la presente divulgación incluye pasos de carga de las células de batería (S11) y descarga de las células de batería (S21). Cuando se detecta que la tensión de una célula de batería es mayor que un umbral superior durante la carga de las células de batería, se controla el interruptor correspondiente a la célula de batería para que se active (S12). Además, se libera la energía eléctrica de la célula de batería al enlace de batería (S13). Cuando se detecta que la tensión de una célula de batería es menor que un umbral inferior durante la descarga de las células de batería, se controla el interruptor de circuito para que se active y se controla el interruptor correspondiente a la célula de batería para que se active (S22). Además, la célula de batería recibe la energía eléctrica proporcionada por la energía eléctrica alterna (S23).

En resumen, las ventajas y características de la presente divulgación son:

1.El circuito de equilibrio de células de batería de la presente divulgación ajusta la tensión de la batería mediante la liberación y el suministro de energía eléctrica para las células de batería más envejecidas. Es decir, cuando la tensión de

- la célula de batería es demasiado alta, la energía eléctrica se transmite al enlace de batería, y cuando la tensión de la célula de batería es demasiado baja, la energía eléctrica se complementa con la energía eléctrica alterna. Por lo tanto, la tensión de las células de batería más gravemente envejecidas durante los procesos de carga y descarga se puede mantener aproximadamente igual que la tensión de las otras células de batería para garantizar el funcionamiento normal del módulo de batería en su conjunto. En consecuencia, en la aplicación del sistema de almacenamiento de energía, la operación del módulo de batería se puede mantener continuamente sin necesidad de reemplazar frecuentemente las células de batería. Hasta la reparación anual, las células de batería gravemente envejecidas se reemplazarán para mejorar los beneficios económicos de la aplicación del sistema de almacenamiento de energía.
- 5
- 2.Los módulos de batería seleccionados están acoplados al circuito de equilibrio de células de batería a través de interruptores de estado sólido. En esta configuración de circuito, los interruptores pueden utilizar interruptores de estado sólido en lugar de interruptores de válvula solenoide de polo doble (interruptores de válvula solenoide tradicionales), lo que aumenta la vida útil del interruptor en el circuito de equilibrio de células de batería y optimiza las diferencias de voltaje entre los módulos de batería.
- 10
- 3.Para la carga del enlace de batería: se selecciona la célula de batería con la tensión de batería más alta, se recupera su energía y se devuelve al enlace de batería para extender el tiempo de carga del enlace de batería.
- 15
- 4.Para la descarga del enlace de batería: se selecciona la célula de batería con la tensión de batería más baja y se carga desde la energía eléctrica alterna para extender el tiempo de descarga del enlace de batería.

REIVINDICACIONES

- 1.Un circuito de balance de celdas de batería, que comprende:
Una pluralidad de celdas de batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6), una pluralidad de interruptores (S1A-SmB, S1-Sm+1, RL1-RL6), cada uno de los interruptores (S1A-SmB, S1-Sm+1, RL1-RL6) conectado correspondientemente a cada una de las celdas de batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6), y un convertidor AC/DC (300), configurado para recibir una corriente alterna (VAC) y convertirla en una corriente continua (DC), caracterizado por que el circuito de balance de celdas de batería además comprende:
un convertidor DC/DC aislado (400), un lado de entrada del convertidor DC/DC aislado (400) acoplado en paralelo a un lado de entrada de cada uno de los interruptores (S1A-SmB, S1-Sm+1, RL1-RL6), y un lado de salida del convertidor DC/DC aislado (400) acoplado a un enlace de batería (LCELL), donde la pluralidad de celdas de batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) están conectadas en serie para formar un enlace de batería (LCELL), un interruptor de circuito (SC), acoplado entre el convertidor AC/DC (300), el convertidor DC/DC aislado (400), y la pluralidad de interruptores (S1A-SmB, S1-Sm+1, RL1-RL6), y una unidad de control (500), configurada para proporcionar una pluralidad de señales de control (SRL1-SRL6, S1c-S7c, SCC) para controlar correspondientemente la pluralidad de interruptores (S1A-SmB, S1-Sm+1, RL1-RL6) y el interruptor de circuito (SC).
- 2.El circuito de balance de celdas de batería según la reivindicación 1, en el que cuando la unidad de control (500) detecta que el voltaje de una cualquiera de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) es mayor que un umbral de voltaje superior, la unidad de control (500) activa el interruptor (S1A-SmB, S1-Sm+1, RL1-RL6) correspondiente a la celda de la batería para que la energía eléctrica de la celda de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) se libere al enlace de batería (LCELL) a través del convertidor DC/DC aislado (400).
- 3.El circuito de balance de celdas de batería según la reivindicación 1, en el que cuando la unidad de control (500) detecta que el voltaje de una cualquiera de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) es menor que un umbral de voltaje inferior, la unidad de control (500) activa el interruptor de circuito (SC) y activa el interruptor (S1A-SmB, S1-Sm+1, RL1-RL6) correspondiente a la celda de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) para que la celda de la batería reciba la energía eléctrica de la corriente alterna (VAC).
- 4.El circuito de balance de celdas de batería según la reivindicación 1, en el que los interruptores (RL1-RL6) son relés electromagnéticos (RL1-RL6), un primer extremo positivo de cada uno de los interruptores (RL1-RL6) conectado a un extremo positivo de la corriente continua, y un primer extremo negativo de cada uno de los interruptores (RL1-RL6) conectado a un extremo negativo de la corriente continua, un segundo extremo positivo de cada uno de los interruptores (RL1-RL6) conectado correspondientemente a un extremo positivo de la celda de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6), y un segundo extremo negativo de los interruptores (RL1-RL6) conectado correspondientemente a un extremo negativo de la celda de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6).
- 5.El circuito de balance de celdas de batería según la reivindicación 1, en el que los interruptores (S1A-SmB) comprenden una pluralidad de unidades de interruptor (S1A-SmB), el extremo positivo de cada una de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) respectivamente conectado a un primer extremo de una unidad de interruptor (S1A-SmB), y los segundos extremos de las unidades de interruptor (S1A-SmB) conectados conjuntamente a un extremo positivo de la corriente continua, el extremo negativo de cada una de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) respectivamente conectado a un primer extremo de una unidad de interruptor (S1A-SmB), y los segundos extremos de las unidades de interruptor (S1A-SmB) conectados conjuntamente a un extremo negativo de la corriente continua.
- 6.El circuito de balance de celdas de batería según la reivindicación 1, en el que los interruptores (S1-Sm+1, Sa, Sa1-Sb2) comprenden una pluralidad de unidades de interruptor (S1-Sm+1) y un conjunto de interruptor (Sa, Sa1-Sb2), un extremo positivo de una primera celda de batería de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) conectado a un primer extremo de una unidad de interruptor (S1-Sm+1), un extremo negativo de una última celda de batería de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) conectado a un primer extremo de una unidad de interruptor (S1-Sm+1), y los extremos positivos y negativos de las celdas de batería intermedias (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) conectados conjuntamente a un primer extremo de una unidad de interruptor (S1-Sm+1), el conjunto de interruptor (Sa, Sa1-Sb2) comprende una pluralidad de unidades de interruptor de conmutación (Sa1-Sb2), donde los segundos extremos de las unidades de interruptor (S1-Sm+1) están conectados correspondientemente a las unidades de interruptor de conmutación (Sa1-Sb2) de modo que los extremos positivos de las celdas de batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) están conectados correspondientemente a un extremo positivo de la corriente continua y los extremos negativos de las celdas de batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) están conectados correspondientemente a un extremo negativo de la corriente continua.
- 7.El circuito de balance de celdas de batería según la reivindicación 1, en el que el convertidor AC/DC (300) comprende un circuito de conversión AC/DC y un circuito de conversión DC/DC no aislado; el circuito de conversión DC/DC no aislado es un circuito de conversión reductor que comprende dos interruptores (S1, S2) y una inductancia (L1).

8.El circuito de balance de celdas de batería según la reivindicación 1, en el que la unidad de control (500) comprende una unidad de control de carga de batería (500) y un controlador configurado para controlar las operaciones de carga y descarga de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6).

5 9.El circuito de balance de celdas de batería según la reivindicación 1, que además comprende: una pluralidad de componentes de protección contra sobre corriente (F1-F7) conectados correspondientemente entre los interruptores y las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6).

10 10.Un método de operación de un circuito de balance de celdas de batería, el circuito de balance de celdas de batería que comprende una pluralidad de celdas de batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) conectadas en serie para formar un enlace de batería (LCELL), una pluralidad de interruptores (S1A-SmB, S1-Sm+1, RL1-RL6), cada uno de los interruptores (S1A-SmB, S1-Sm+1, RL1-RL6) conectado correspondientemente a cada una de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6), y un interruptor de circuito (SC) conectado entre una fuente de energía continua y los interruptores (S1A-SmB, S1-Sm+1, RL1-RL6), caracterizado por que el método comprende los pasos de:
15 controlar el interruptor (S1A-SmB, S1-Sm+1, RL1-RL6) correspondiente a la celda de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) para que se active cuando se detecta que un voltaje de batería de cualquiera de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) es mayor que un umbral de voltaje superior, liberar la energía eléctrica de la celda de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) al enlace de batería (LCELL), controlar el interruptor de circuito (SC) para que se active y controlar el interruptor (S1A-SmB, S1-Sm+1, RL1-RL6) correspondiente a la celda de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) para que se active cuando se detecta que el voltaje de la batería de cualquiera de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) es menor que un umbral de voltaje inferior, y recibir, por parte de la celda de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6), la energía eléctrica de la fuente de energía continua.

25 11.El método de operación del circuito de balance de celdas de batería según la reivindicación 10, en el que el circuito de balance de celdas de batería además comprende: Un convertidor DC/DC aislado (400), un lado de entrada del convertidor DC/DC aislado (400) acoplado en paralelo a un lado de entrada de cada uno de los interruptores (S1A-SmB, S1-Sm+1, RL1-RL6), y un lado de salida del convertidor DC/DC aislado (400) acoplado al enlace de batería (LCELL), donde la energía eléctrica de la celda de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) se libera al enlace de batería (LCELL) a través del convertidor DC/DC aislado (400).

30 12.El método de operación del circuito de balance de celdas de batería según la reivindicación 10, en el que el circuito de balance de celdas de batería además comprende: Un convertidor AC/DC (300), configurado para recibir una energía AC (VAC) y convertir la energía AC (VAC) en energía DC, donde el interruptor de circuito (SC) está acoplado a la energía AC (VAC) a través del convertidor AC/DC (300).

35 13.El método de operación del circuito de balance de celdas de batería según la reivindicación 10, en el que los interruptores (RL1-RL6) son relés electromagnéticos (RL1-RL6), un primer extremo positivo de cada uno de los interruptores (RL1-RL6) conectado a un extremo positivo de la energía DC, y un primer extremo negativo de cada uno de los interruptores (RL1-RL6) conectado a un extremo negativo de la energía DC, un segundo extremo positivo de cada uno de los interruptores (RL1-RL6) conectado correspondientemente a un extremo positivo de la celda de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6), y un segundo extremo negativo de los interruptores (RL1-RL6) conectado correspondientemente a un extremo negativo de la celda de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6).

45 14.El método de operación del circuito de balance de celdas de batería según la reivindicación 10, en el que los interruptores (S1A-SmB) comprenden una pluralidad de unidades de interruptor (S1A-SmB), el extremo positivo de cada una de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) conectado respectivamente a un primer extremo de una unidad de interruptor (S1A-SmB), y los segundos extremos de las unidades de interruptor (S1A-SmB) conectados conjuntamente a un extremo positivo de la energía DC, el extremo negativo de cada una de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) conectado respectivamente a un primer extremo de una unidad de interruptor (S1A-SmB), y los segundos extremos de las unidades de interruptor (S1A-SmB) conectados conjuntamente a un extremo negativo de la energía DC.

50 15.El método de operación del circuito de balance de celdas de batería según la reivindicación 10, en el que los interruptores (S1-Sm+1, Sa1-Sb2) comprenden una pluralidad de unidades de interruptor (S1-Sm+1) y un conjunto de interruptores (Sa, Sa1-Sb2), un extremo positivo de una primera celda de la batería de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) conectado a un primer extremo de una unidad de interruptor (S1-Sm+1), un extremo negativo de una última celda de la batería de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) conectado a un primer extremo de una unidad de interruptor (S1-Sm+1), y el extremo positivo y el extremo negativo de las celdas de la batería intermedias (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) conectados conjuntamente a un primer extremo de una unidad de interruptor (S1-Sm+1), el conjunto de interruptores (Sa, Sa1-Sb2) comprende una pluralidad de unidades de interruptor de conmutación (Sa1-Sb2), donde los segundos extremos de las unidades de interruptor (S1-Sm+1) están conectados correspondientemente a las unidades de interruptor de conmutación (Sa1-Sb2) para que los extremos positivos de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) estén conectados correspondientemente a un extremo positivo de la energía DC y los extremos negativos de las celdas de la batería (Celda 1-Celda m, Celda 1-Celda 6) estén conectados correspondientemente a un extremo negativo de la energía DC.

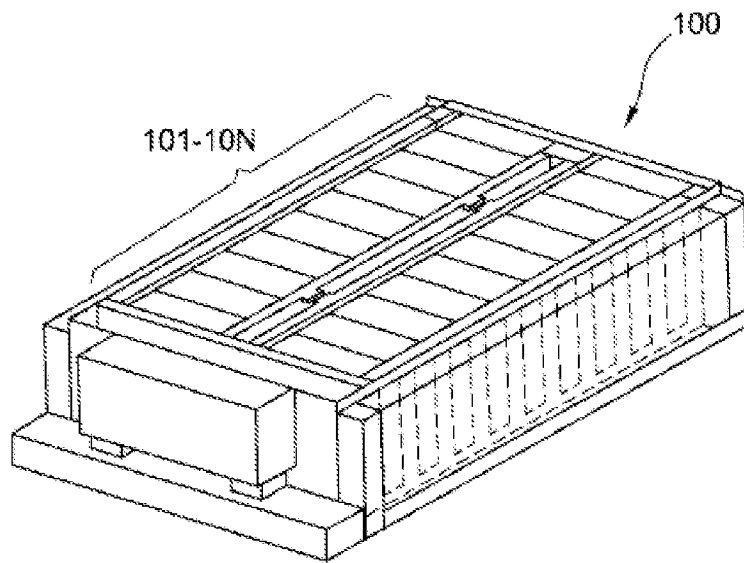


FIG.1
(Arte Relacionado)

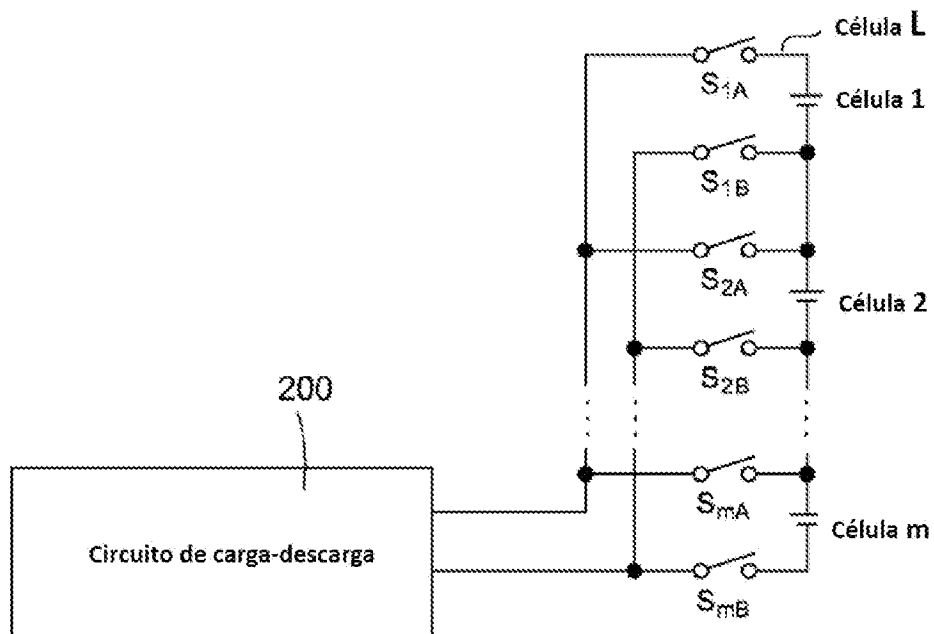


FIG.2

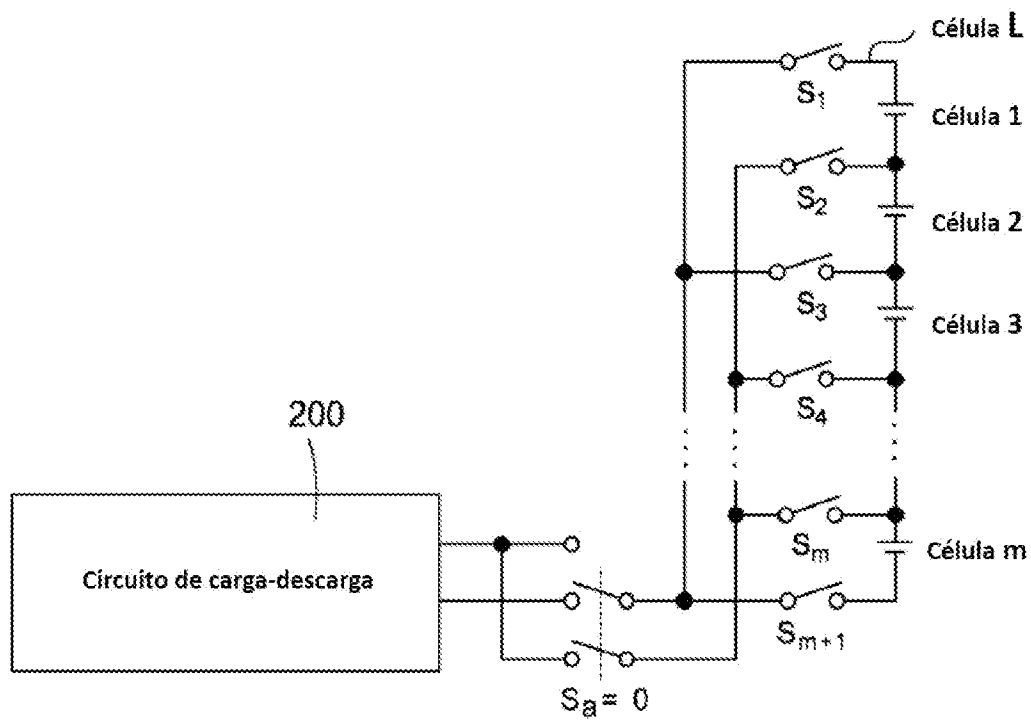


FIG.3

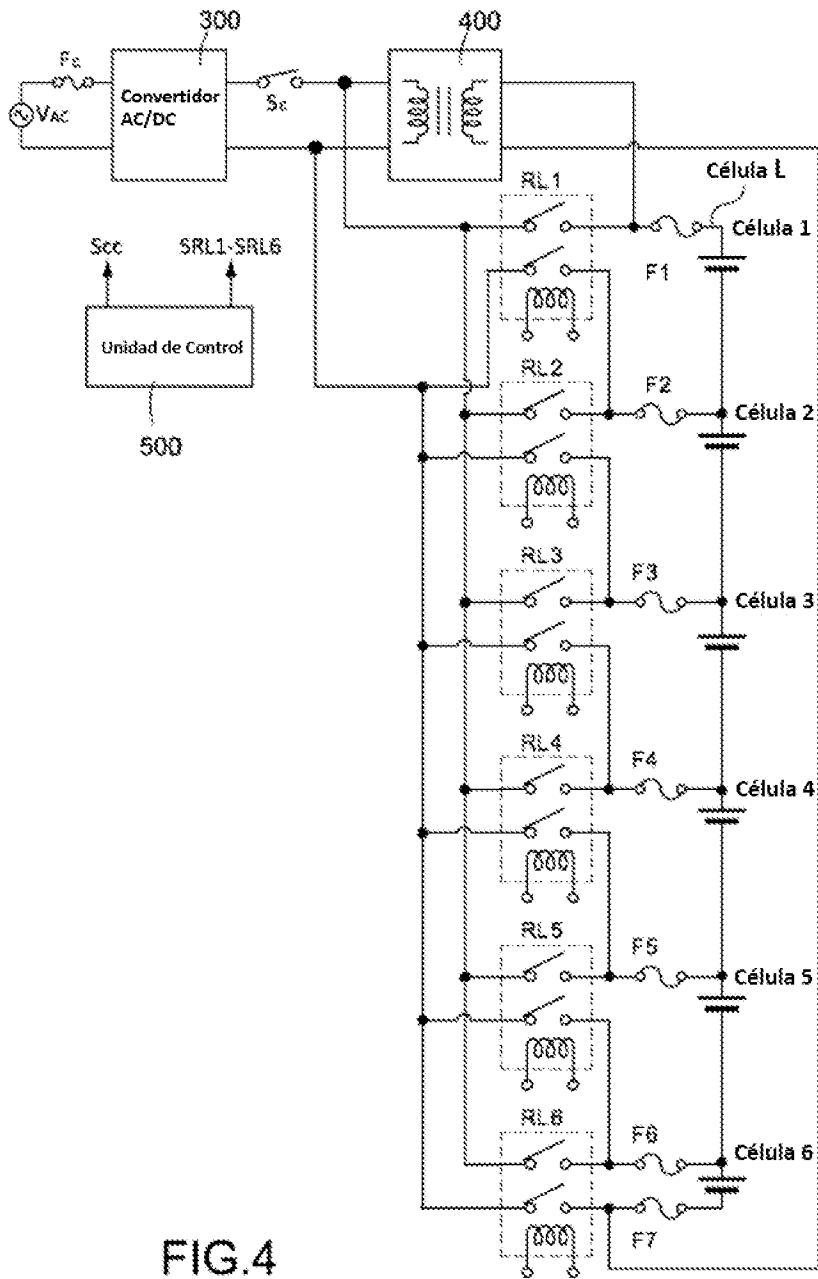


FIG.4

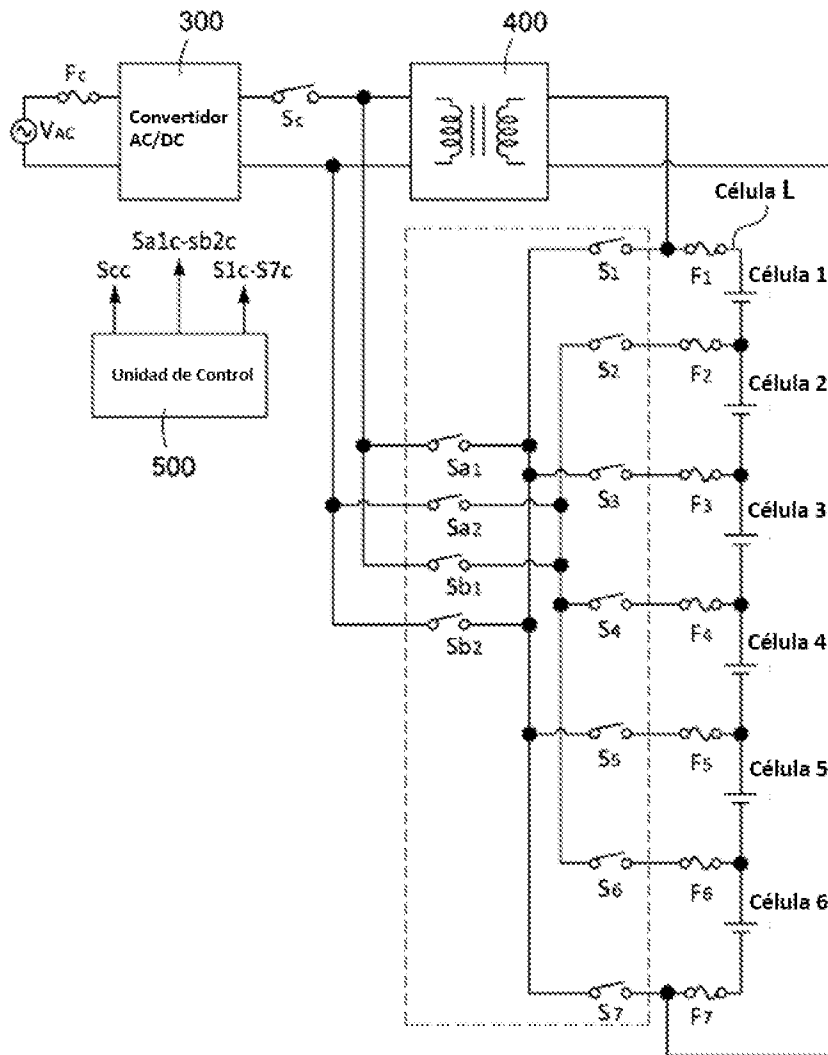


FIG.5

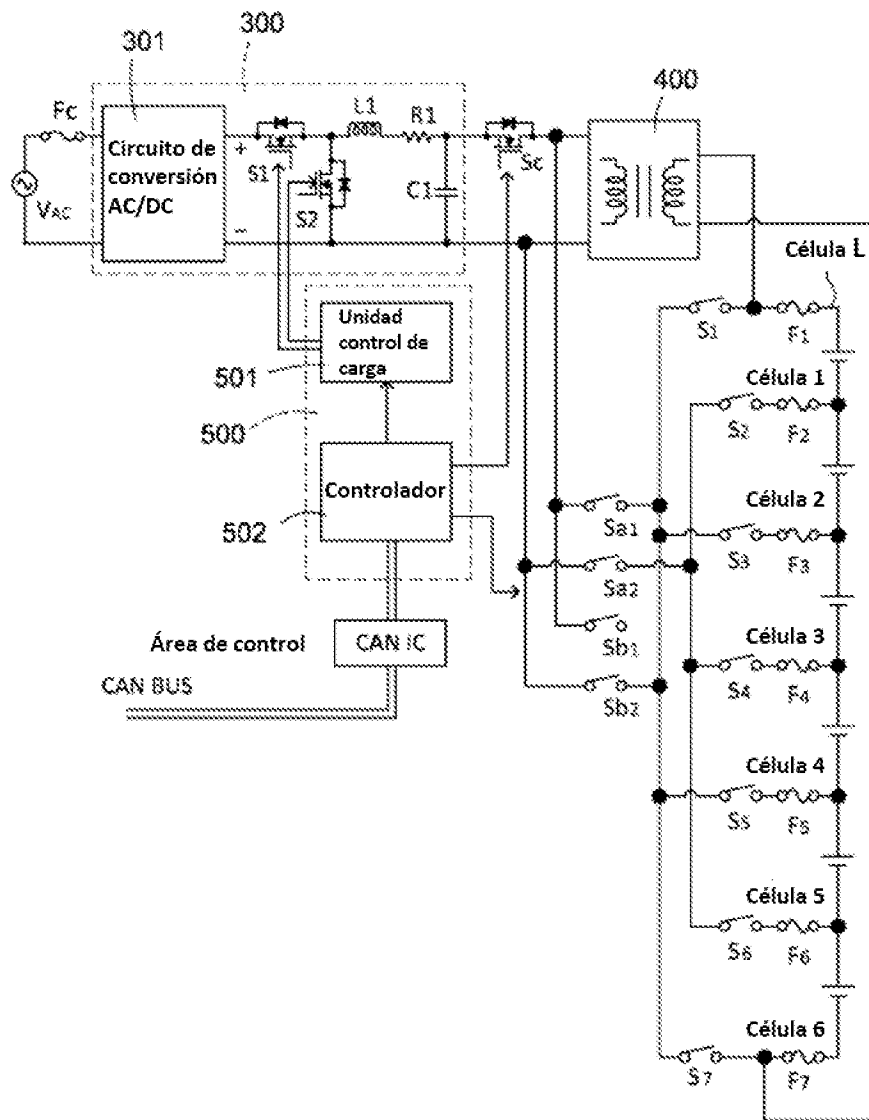


FIG.6

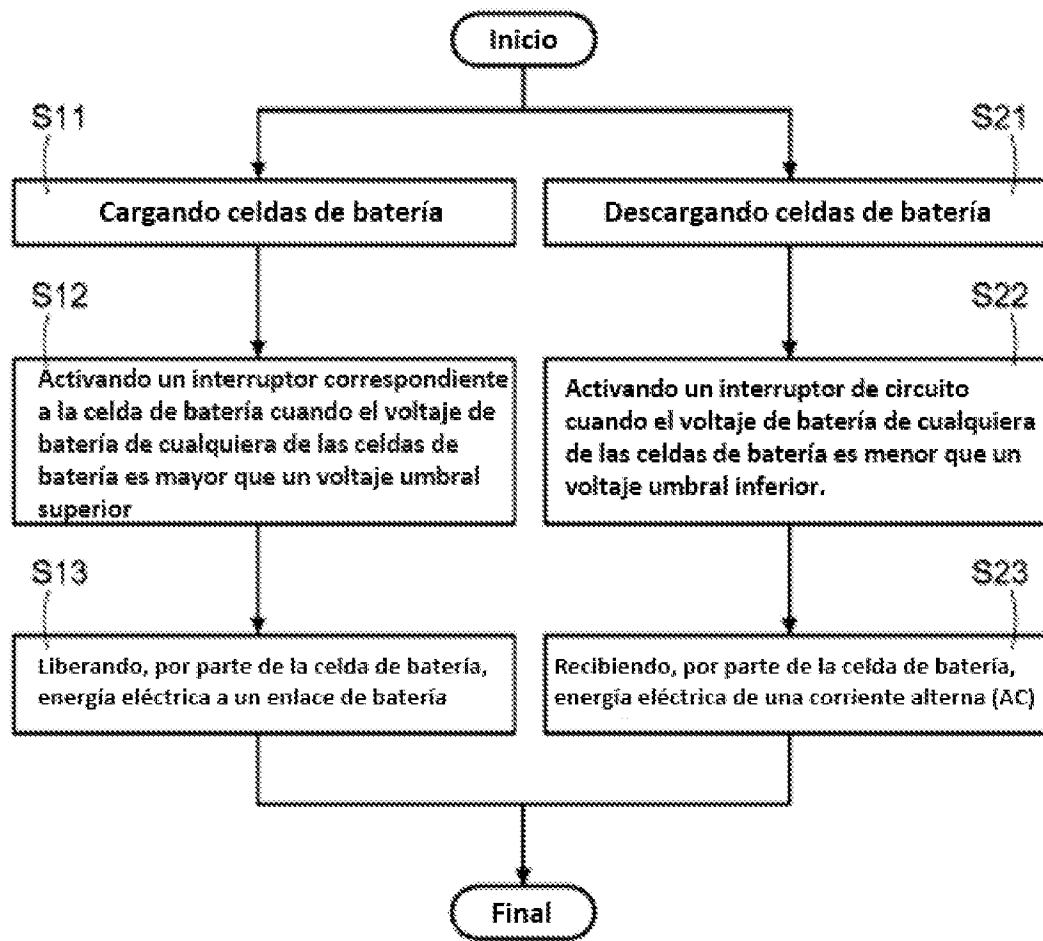


FIG.7