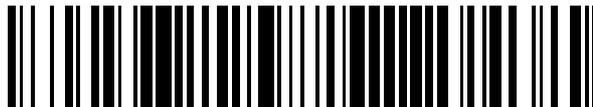


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 786 057**

51 Int. Cl.:

H02J 7/14 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

B60L 53/22 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2013 E 13189743 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020 EP 2797205**

54 Título: **Aparato cargador matricial y procedimiento de carga**

30 Prioridad:

25.04.2013 US 201361815732 P
16.07.2013 TW 102125447

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.10.2020

73 Titular/es:

KWANG YANG MOTOR CO., LTD. (100.0%)
No. 35, Wan-Hsing St., Sanmin District
Kaohsiung City, TW

72 Inventor/es:

LING, SHOU-HUNG;
LIANG, SHIH-HAO y
HSU, YING-HAO

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 786 057 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

Aparato cargador matricial y procedimiento de carga

Campo técnico

El campo técnico se refiere a un aparato cargador de matrices y a un procedimiento de carga.

5 **Antecedentes**

Existen muchos aparatos eléctricos suministrados mediante baterías, tales como dispositivos electrónicos de mano, vehículos impulsados mediante celdas y otros aparatos con baterías integradas; en general, las baterías pueden conectar en serie módulos de batería para formar al menos una serie de módulos de batería para suministrar el nivel de tensión que requiere el aparato eléctrico mencionado anteriormente. Después de que el aparato eléctrico mencionado anteriormente consume la electricidad suministrada por la serie de módulos de batería, el aparato cargador convencional carga la serie de módulos de batería utilizando un cargador; sin embargo, las diferencias en las características de módulos de batería diferentes de la serie de módulos de batería a menudo provocan diferencias en la carga y la descarga de estos módulos de batería, tal como su infracarga o sobrecarga.

Por lo tanto, el aparato cargador no solo carga la serie de módulos de batería, sino que también ecualiza las baterías. El aparato cargador convencional no solo incluye el cargador, sino también un circuito de monitoreo/ecualización (lógica de ajuste) instalado en cada módulo de batería de la serie de módulos de batería para monitorear/ecualizar la condición de carga de cada módulo de batería y para controlar la concordancia o ecualización de la serie de módulos de batería. El circuito de monitoreo/ecualización adicional a menudo aumenta el coste del aparato cargador convencional; así mismo, el coste del cargador es bastante alto debido al suministro de tensión de alta carga del cargador para cargar la serie de módulos de batería.

El documento US 2005/269988 A1 desvela un módulo de almacenamiento de energía que incluye un número de celdas acopladas en serie entre dos terminales de extremo y un terminal o terminales intermedios que proporcionan acceso a una o más uniones entre las celdas individuales del módulo. Las tensiones de las celdas del módulo son equilibradas mediante un equilibrador de tensión intramodular. Dos o más de tales módulos están conectados en serie. Para equilibrar las tensiones de los módulos, se utilizan equilibradores de tensión intramodulares.

El documento JP 2009 261134 A desvela un ecualizador de tensión que incluye un par de terminales, una pluralidad de piezas de regulación de tensión para cargar una pluralidad de dispositivos de almacenamiento conectados en serie entre los terminales y una pieza de control para controlar las tres piezas de regulación de tensión. Mediante la ecualización de una tensión a través de un par de dos dispositivos de almacenamiento de esta manera, se evitan principalmente los fallos como consecuencia de variaciones en la tensión a través del dispositivo de almacenamiento.

El documento US 2013/043842 A1 desvela un sistema de ecualización de batería que tiene dos etapas de acumulador en serie, incluyendo cada una un acumulador, y polos \pm , un generador de tensión para cada etapa de acumulador, y un dispositivo de carga asociado que recibe potencia de un generador. El dispositivo de carga incluye un inductor y condensadores.

El documento US 2011/254502 A1 desvela un sistema de gestión de batería tolerante a fallas que incluye redundancia, con aplicaciones que incluyen vehículos eléctricos. Porciones de su circuitería están constituidas en dominios de fallas distintos con control, monitoreo y equilibrado de la circuitería de las celdas aislada a prueba de los efectos de las fallas de la circuitería asociada con pruebas en tiempo real integradas. Las pruebas en tiempo real están orquestadas en dominios de fallas aislados de la circuitería funcional que se está verificando.

40 **Sumario**

La presente invención se proporciona en las reivindicaciones adjuntas 1 y 11. Las realizaciones beneficiosas se proporcionan en las reivindicaciones dependientes. Por consiguiente, la divulgación está dirigida a un aparato cargador y a un procedimiento de carga utilizando una pluralidad de cargadores que cargan/descargan simultáneamente y ecualizar módulos de batería que están conectados en serie.

Una realización de la divulgación proporciona un aparato cargador que se aplica para cargar/descargar la serie de módulos de batería. La serie de módulos de batería comprende al menos tres módulos de batería conectados mutuamente en serie, un módulo de batería j-th de los módulos de batería conectado entre un módulo de batería i-th y un módulo de batería k-th de los módulos de batería. El aparato cargador comprende una pluralidad de cargadores, estando los cargadores al menos agrupados en un primer grupo de cargadores y un segundo grupo de cargadores, y los cargadores comprenden el primer cargador y el segundo cargador. El primer cargador está agrupado en el primer grupo de cargadores, en el que un terminal de salida de corriente de carga del primer cargador está acoplado a un terminal positivo del módulo de batería i-th, y un terminal de entrada de corriente de carga del primer cargador está acoplado a un primer nodo que está entre el módulo de batería j-th y el módulo de batería k-th. El segundo cargador está agrupado en el segundo grupo de cargadores, en el que un terminal de salida de corriente de carga del segundo cargador está acoplado a un segundo nodo que está entre el módulo de batería i-th y el módulo de batería j-th, y un

terminal de entrada de corriente de carga del segundo cargador está acoplado a un terminal negativo del módulo de batería k-th. El aparato cargador es, si una matriz de configuración A representa una relación de carga entre los cargadores y los módulos de batería, la matriz de configuración A no es una matriz identidad, en la que una operación de carga y descarga llevada a cabo mediante cada uno de los cargadores es independiente de la operación de carga y descarga llevada a cabo mediante otro de los cargadores.

Una realización de la divulgación proporciona un procedimiento de carga. El procedimiento de carga incluye las siguientes etapas: Agrupar una pluralidad de cargadores al menos en un primer grupo de cargadores y un segundo grupo de cargadores, en los que el primer grupo de cargadores al menos comprende un primer cargador, y el segundo grupo de cargadores al menos comprende un segundo cargador. Acoplar el primer grupo de cargadores y el segundo grupo de cargadores a una serie de módulos de batería, en la que la serie de módulos de batería comprende al menos tres módulos de batería conectados mutuamente en serie, y un módulo de batería j-th de los módulos de batería conectado entre un módulo de batería i-th y un módulo de batería k-th de los módulos de batería. El procedimiento de carga comprende representar la relación de carga entre los cargadores y los módulos de batería mediante una matriz de configuración A, en la que la matriz de configuración A no es una matriz identidad, en la que un terminal de salida de corriente de carga del primer cargador está acoplado a un terminal positivo del módulo de batería i-th, y un terminal de entrada de corriente de carga del primer cargador está acoplado a un primer nodo que está entre el módulo de batería j-th y el módulo de batería k-th, en los que un terminal de entrada de corriente de carga del segundo cargador está acoplado a un segundo nodo que está entre el módulo de batería i-th y el módulo de batería j-th, y un terminal de entrada de corriente de carga del segundo cargador está conectado a un terminal negativo del módulo de batería k-th, y en el que la operación de carga y descarga llevada a cabo mediante cada uno de los cargadores es independiente de la operación de carga y descarga llevada a cabo mediante otro de los cargadores.

Como se ha descrito anteriormente, en las realizaciones de la divulgación, el aparato cargador y el procedimiento de carga puede proporcionar una estructura de carga que carga/descarga módulos de batería conectados en serie por medio de los cargadores y simultáneamente completa la equalización de batería. Por lo tanto, el aparato cargador y el procedimiento de carga descritos en las realizaciones de la divulgación no necesitan ningún circuito de monitoreo/igualización adicional.

A continuación, se describen varias realizaciones a modo de ejemplo acompañadas de figuras para describir la divulgación más en detalle.

Breve descripción de los dibujos

La divulgación se entenderá de manera más completa a partir de la descripción detallada que se proporciona a continuación en el presente documento únicamente a modo de ilustración, por lo que no limita la divulgación, en la que:

La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un circuito de un aparato cargador de acuerdo con una realización de la divulgación.

La figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de un circuito de un aparato cargador de acuerdo con otra realización de la divulgación.

La figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra todos los patrones de conexión que pueden ser seleccionados por un cargador para conectar una serie de módulos de batería que, a modo de ejemplo, tiene cuatro módulos de batería.

La figura 4 es un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento de carga de acuerdo con una realización de la divulgación.

La figura 5 es un diagrama de bloques esquemático de un circuito de un aparato cargador de acuerdo con aún otra realización de la divulgación.

La figura 6 es un diagrama esquemático que ilustra resultados de experimentos de un aparato cargador que se muestra en la figura 5 de acuerdo con una realización de la divulgación.

La figura 7 es un diagrama de bloques esquemático de un circuito de un aparato cargador de acuerdo con aún otra realización de la divulgación.

Descripción detallada de las realizaciones desveladas

En la siguiente descripción detallada, para fines de explicación, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión profunda de las realizaciones desveladas. Resultará aparente, sin embargo, que una o más realizaciones se pueden practicar sin estos detalles específicos. En otros casos, estructuras y dispositivos bien conocidos se muestran esquemáticamente con el fin de simplificar el dibujo.

"Acoplamiento", utilizado a lo largo de toda la divulgación (incluso en las reivindicaciones), puede referirse a cualquier medio de conexión directa o indirecta. Por ejemplo, en la divulgación, si el primer aparato está acoplado al segundo aparato, debería interpretarse que el primer aparato puede estar conectado directamente al segundo aparato, o que el primer aparato puede estar conectado indirectamente al segundo aparato a través de otro aparato o de un medio de conexión concreto. Además, cuando sea posible, los componentes / los elementos / las etapas en los dibujos y en las realizaciones en el presente documento compartirán números de referencia iguales o similares. En realizaciones

diferentes, los componentes / los elementos / las etapas que tienen números de referencia iguales o que utilizan palabras iguales pueden hacer referencias cruzadas a descripciones relacionadas.

La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un circuito de un aparato cargador de acuerdo con una realización de la divulgación. El aparato cargador que se muestra en la figura 1 puede cargar y descargar la serie de módulos de batería 10. La serie de módulos de batería 10 incluye n módulos de batería 10_1, 10_2, ..., 10_i, ..., 10_j, ..., 10_k, ..., y 10_n conectados en serie, como se muestra en la figura 1. En este caso, i , j , k y n son números enteros, i , j y k son menores que n , y j se encuentra entre i y k . Los módulos de batería 10_1 a 10_n pueden ser una celda de batería única (es decir, un monómero de celda de batería) o un grupo de celdas de batería compuesto por una pluralidad de celdas de batería. Además, los módulos de batería 10_1 a 10_n pueden no tener ningún circuito de monitoreo de batería o cada módulo de batería 10_1 a 10_n puede contener individualmente un circuito de monitoreo de batería dedicado. Si los módulos de batería 10_1 a 10_n contienen cada uno un circuito de monitoreo de batería dedicado, los circuitos de monitoreo de batería pueden hacerse funcionar independientemente unos de otros.

Si se supone que el aparato cargador que se muestra en la figura 1 utiliza un único cargador, entonces el terminal de salida de corriente de carga y el terminal de entrada de corriente de carga del cargador están acoplados por separado al terminal positivo (ánodo) del primer módulo de batería 10_1 y al terminal negativo (cátodo) del último módulo de batería 10_n. Por lo tanto, la tensión de carga del cargador único puede establecerse para que sea mayor que o igual a la suma de las tensiones nominales de los módulos de batería nth 10_1 a 10_n. Aparentemente, el cargador único que suministra tensiones tan altas puede ser caro.

El aparato cargador que se muestra en la figura 1 tiene una pluralidad de cargadores. Específicamente, el aparato cargador que se muestra en la figura 1 incluye m cargadores 100_1, ..., 100_a, ..., 100_b, ..., 100_c, ..., 100_d, ... y 100_m. En este caso, a , b , c , d y m son números enteros, y a , b , c y d son todos menores que m ; estos cargadores 100_1 a 100_m pueden estar divididos en dos o más grupos de cargadores. Por ejemplo, en la realización, los cargadores 100_1 a 100_m están agrupados en el primer grupo de cargadores 110 y en el segundo grupo de cargadores 120. Los cargadores 100_1 ~ 100_a ~ 100_b están agrupados en el primer grupo de cargadores 110, mientras que los cargadores 100_c ~ 100_d ~ 100_m están agrupados en el segundo grupo de cargadores 120. El número real de cargadores en el primer grupo de cargadores 110 y en el segundo grupo de cargadores 120 no debería limitarse al que se representa en la figura 1. Por ejemplo, si hay cuatro cargadores, el número respectivo de cargadores en el primer grupo de cargadores 110 y en el segundo grupo de cargadores 120 puede ser uno y tres o dos y dos.

Los terminales de salida de corriente de carga y los terminales de entrada de corriente de carga de los cargadores 100_1 a 100_m están acoplados por separado a los módulos de batería correspondientes de los módulos de batería 10_1 a 10_n. Por ejemplo, el terminal de salida de corriente de carga del cargador 100_a está acoplado al terminal positivo (ánodo) del módulo de batería i -th (10_i de los módulos de batería 10_1 a 10_n, el terminal de entrada de corriente de carga del cargador 100_a está acoplado al primer nodo N1 que está entre el módulo de batería j -th 10_j y el módulo de batería k -th 10_k de los módulos de batería 10_1 a 10_n. El terminal de salida de corriente de carga del cargador 100_d está acoplado al segundo nodo N2 que está entre el módulo de batería i -th 10_i y el módulo de batería j -th 10_j, y el terminal de entrada de corriente de carga del cargador 100_d está acoplado al terminal negativo (cátodo) del módulo de batería k -th 10_k.

La cantidad m de los cargadores 100_1 a 100_m es mayor que o igual a la cantidad n de los módulos de batería 10_1 a 10_n. Las operaciones de carga y descarga en los módulos de batería 10_1 a 10_n mediante los cargadores 100_1 a 100_m son independientes entre sí. Los cargadores 100_1 a 100_m aplican cada uno un procedimiento de corriente constante (CC) y / o un procedimiento de tensión constante (CV) para cargar o descargar los módulos de batería correspondientes de los módulos de batería 10_1 a 10_n, mientras que la manera de implementación de los cargadores 100_1 a 100_m no está limitada en la realización. Por ejemplo, uno cualquiera de los cargadores 100_1 a 100_m puede ser una unidad de suministro de potencia, una unidad de suministro de potencia bipolar, un convertidor CC-CC, un convertidor CA-CC, un regulador de tensión o cualquier otro circuito de carga/descarga. En algunas realizaciones, la estructura de circuito interna de los cargadores 100_1 a 100_m puede ser la misma. En otras realizaciones, alguna o todas las estructuras de circuito internas de los cargadores 100_1 a 100_m pueden ser diferentes.

La relación de disposición (la relación de carga) entre los cargadores 100_1 a 100_m y los módulos de batería 10_1 a 10_n pueden representarse mediante una matriz de configuración A. Por lo tanto, la matriz de configuración A no es una matriz $m \times n$, en la que m es la cantidad de cargadores 100_1 a 100_m y n es la cantidad de módulos de batería 10_1 a 10_n. En este caso, la columna x -th de la matriz de configuración A representa los módulos de batería cargados y descargados mediante el cargador x -th 100_x y la fila y -th de la matriz de configuración A representa los cargadores que cargan y descargan el módulo de batería y -th 10_y. Si la matriz de configuración A representa la relación de carga entre los cargadores 100_1 a 100_m y los módulos de batería 10_1 a 10_n, la matriz de configuración A es una matriz de rango completo. Por ejemplo, la matriz de configuración A puede ser una matriz identidad o cualquier otra matriz de rango completo. La matriz de configuración A satisface la ecuación (1), en la que X es el vector de cantidad eléctrica instantánea de los cargadores 100_1 a 100_m e Y es el vector de cantidad de variación de tensión instantánea de los módulos de batería 10_1 a 10_n. Los ejemplos de la matriz A y de los vectores X e Y se describirán en detalle más adelante.

$$AX = Y$$

(1)

La figura 1 muestra que los cargadores 100_1 a 100_m del aparato de carga pueden estar conectados a los módulos de batería 10_1 a 10_n de manera dispersa y entrelazada (es decir, en forma de matriz) y tanto la operación de carga como la ecualización de batería son completadas simultáneamente. Cada cargador gestiona su funcionamiento sin cooperar con los otros cargadores y el aparato de carga representado en la figura 1 se puede regular intelectualmente dado su diseño estructural de matriz.

Se toma como ejemplo una estructura de carga de matriz de combinación de batería de cuatro en serie y una en paralelo (4S1P). La figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de un circuito de un aparato cargador de acuerdo con otra realización de la divulgación. Se pueden hacer referencias cruzadas de la realización que se muestra en la figura 2 y la realización que se muestra en la figura 1. Con referencia a la figura 2, en esta realización, el aparato de carga incluye cuatro cargadores 100_1, 100_2, 100_3 y 100_4 (es decir, m = 4) y la serie de módulos de batería 10 comprende cuatro módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3 y 10_4 (es decir, n = 4) conectados en serie. Los cargadores 100_1 a 100_m pueden estar agrupados en el primer grupo de cargadores 110 y en el segundo grupo de cargadores 120. En este caso, por ejemplo, los cargadores 100_1 y 100_2 están agrupados en el primer grupo 110 y los cargadores 100_3 y 100_4 están agrupados en el segundo grupo de cargadores 120.

La figura 2 muestra la relación de disposición entre los cargadores 100_1 a 100_4 y los módulos de batería 10_1 a 10_4 y la tensión de carga del cargador 100_1 puede establecerse para que sea mayor que o igual a la suma de las tensiones nominales de los dos módulos de batería 10_1 y 10_2. La tensión de carga del cargador 100_2 puede establecerse para que sea mayor que o igual a la suma de las tensiones nominales de los dos módulos de batería 10_3 y 10_4. La tensión de carga del cargador 100_3 puede establecerse para que sea mayor que o igual a la suma de tres tensiones nominales de los módulos de batería 10_1, 10_2 y 10_3. La tensión de carga del cargador 100_4 puede establecerse para que sea mayor que o igual a la suma de tres tensiones nominales de los módulos de batería 10_2, 10_3 y 10_4. Los cargadores 100_1 a 100_4 cargan y descargan independientemente los módulos de batería 10_1 a 10_4 los unos a partir de los otros sin tener que cooperar con otros cargadores. Por ejemplo, el cargador de batería 100_1 puede medir la tensión de la serie de batería (midiendo las tensiones de los módulos de batería 10_1 y 10_2). Cuando la tensión de la serie de batería (los módulos de batería 10_1 y 10_2) es demasiado baja, el cargador 100_1 puede cargar la serie de batería (los módulos de batería 10_1 y 10_2); cuando la tensión de la serie de batería (los módulos de batería 10_1 y 10_2) es demasiado alta, el cargador 100_1 puede descargar la serie de batería (los módulos de batería 10_1 y 10_2). Las operaciones de carga y descarga de los cargadores 100_2 a 100_4 restantes pueden realizarse correspondientemente. Finalmente, la tensión de cada módulo de batería 10_1 a 10_4 puede alcanzar la tensión objetivo y puede ser ecualizada.

La figura 2 muestra las relaciones de configuración (es decir, la relación de carga) entre los cargadores 100_1 a 100_4 y los módulos de batería 10_1 a 10_4, de modo que la matriz de configuración A del aparato de carga que se muestra en la figura 2 puede expresarse como ecuación (2). El vector de cantidad eléctrica instantánea X de los cargadores 100_1 a 100_4 puede expresarse como ecuación (3) y el vector de variación de tensión instantánea Y de los módulos de batería 10_1 a 10_4 puede expresarse como ecuación (4). En este caso, la matriz A y los vectores X e Y pueden expresarse como ecuación (5).

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$X = \begin{bmatrix} \Delta(I_1 t_1) \\ \Delta(I_2 t_2) \\ \Delta(I_3 t_3) \\ \Delta(I_4 t_4) \end{bmatrix} \quad (3)$$

40

$$Y = \begin{bmatrix} C_1 \Delta V_1 \\ C_2 \Delta V_2 \\ C_3 \Delta V_3 \\ C_4 \Delta V_4 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta(I_1 t_1) \\ \Delta(I_2 t_2) \\ \Delta(I_3 t_3) \\ \Delta(I_4 t_4) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 \Delta V_1 \\ C_2 \Delta V_2 \\ C_3 \Delta V_3 \\ C_4 \Delta V_4 \end{bmatrix} \quad (5)$$

5 En la ecuación (2), el "1" que se muestra en la matriz de configuración A en la primera columna y en la primera fila representa la relación de carga entre el primer cargador 100_1 y el primer módulo de batería 10_1; en concreto, la corriente de carga del primer cargador 100_1 puede ser suministrada directa o indirectamente al primer módulo de batería 10_1. En la primera columna y en la cuarta fila de la matriz de configuración A que se muestra en la ecuación (2), el "0" indica que no existe relación de carga entre el primer cargador 100_1 y el cuarto módulo de batería 10_4. Los otros elementos de la matriz de configuración A pueden deducirse correspondientemente a partir de lo anterior.

10 En el vector de cantidad eléctrica instantánea X de los cargadores 100_1 a 100_4 que se muestran en la ecuación (3), I_1 representa el valor de salida de la corriente de carga del primer cargador 100_1 y $I_1 t_1$ representa la salida de la cantidad eléctrica de carga del primer cargador 100_1 durante el tiempo t_1 . Los otros elementos en el vector de cantidad eléctrica instantánea X pueden deducirse a partir de lo anterior.

15 En el vector de cantidad de variación de tensión instantánea Y de los módulos de batería 10_1 a 10_4 que se muestran en la ecuación (4), C_1 representa un valor de capacitancia del primer módulo de batería 10_1 y ΔV_1 representa la cantidad de variación de tensión del primer módulo de batería 10_1. Los otros elementos en el vector de cantidad de variación de tensión instantánea Y pueden deducirse correspondientemente a partir de lo anterior.

20 En la figura 1, el terminal de salida de corriente de carga y el terminal de entrada de corriente de carga de cada uno de los cargadores 100_1 a 100_m está acoplado por separado al módulo de batería correspondiente de los módulos de batería 10_1 a 10_n. El patrón de conexión de cada cargador acoplado a la serie de módulos de batería 10 correspondiente incluye: acoplado a un módulo de batería (n tipos de patrones de conexión), acoplado a dos módulos de batería (n-1 tipos de patrones de conexión), ..., y acoplado a n módulos de batería (un tipo de patrón de conexión). En este caso, m tipos de los patrones de conexión pueden ser seleccionados de todos los patrones de conexión de los módulos de batería 10_1 a 10_n mediante los cargadores 100_1 a 100_m mencionados anteriormente, en los que
25 cada uno de los módulos de batería 10_1 a 10_n puede ser cargado y descargado directa o indirectamente mediante al menos uno de los cargadores.

Se toma como ejemplo la serie de módulos de batería 10 con cuatro módulos de batería 10_1 a 10_4. En la serie de módulos de batería 10, un cargador en total puede seleccionar entre diez tipos (4+3+2+1) de los patrones de conexión para conectar la serie de módulos de batería 10. La figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra todos los patrones de conexión que pueden ser seleccionados por el cargador para conectar una serie de módulos de batería que, a modo de ejemplo, tiene cuatro módulos de batería. La matriz de configuración A_{PS} , que muestra la relación de conexión entre el cargador y los cuatro módulos de batería, puede expresarse como ecuación (6). La ecuación (6) muestra diez tipos de los patrones de conexión que representan la relación de conexión entre el cargador y la serie de módulos de batería, a la que se puede hacer referencia tal como a la que se muestra en la figura 3. La realización que se muestra en la figura 1 también puede deducirse a partir de las descripciones con respecto a la figura 3.
35

$$A_{PS} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

La figura 4 es un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento de carga de acuerdo con una realización de la divulgación. En la etapa S410, una pluralidad de los cargadores del aparato de carga puede estar al menos agrupada

en el primer grupo de cargadores 110 y en el segundo grupo de cargadores 120. Por ejemplo, m cargadores 100_1 a 100_m pueden estar agrupados en el primer grupo de cargadores 110 y en el segundo grupo de cargadores 120. En la etapa S420, cada uno de los cargadores 100_1 a 100_m selecciona, respectivamente, un patrón de conexión correspondiente de una pluralidad de patrones de conexión para conectar a la serie de módulos de batería 10, en la que cada módulo de batería de la serie de módulos de batería 10 puede ser cargado y descargado mediante los cargadores 100_1 a 100_m. Por ejemplo, suponiendo que el aparato de carga tiene cuatro cargadores 100_1 a 100_4 y que los cargadores pueden seleccionar cuatro tipos diferentes de los patrones conectados de diez tipos de los patrones conectados que se muestran en la figura 3; es decir, cuatro tipos de matrices diferentes pueden ser seleccionados de diez tipos de las matrices de configuración A_{PS} que se muestran en la ecuación (6). En esta realización, los cargadores 100_1 a 100_2 del primer grupo de cargadores 110 seleccionan diferentes patrones de conexión correspondientes y los cargadores 100_3 a 100_4 del segundo grupo de cargadores 120 seleccionan diferentes patrones de conexión correspondientes. En otras realizaciones, los patrones de conexión seleccionados para estos cargadores 100_1 a 100_4 son diferentes. La relación de carga entre los cargadores 100_1 a 100_4 y los

módulos de batería puede ser una relación linealmente independiente (es decir, $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$, y $\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ indicadas en

la ecuación (6) son linealmente independientes mutuamente), una relación de conexión napada en cruz (es decir, $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$

y $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ indicadas en la ecuación (6) están intercaladas) o una relación de cobertura (es decir, $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ cubre $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ en la ecuación (6)).

En la ecuación (6), cuatro de diez tipos de matrices de configuración A_{PS} son seleccionados para formar la matriz de configuración A, en la que el rango de la matriz de configuración A es igual a la cantidad n de los módulos de batería 10_1 a 10_n y la tensión puede converger seguramente durante la operación de carga y descarga. Cuando los cargadores 100_1 a 100_m son linealmente independientes mutuamente; es decir, la matriz de configuración A es una matriz de rango completo, el aparato de carga puede realizar simultáneamente la operación de carga y lograr la equalización de batería. Como se muestra en la figura 2 a modo de ejemplo, cuatro de diez tipos de matrices de configuración A_{PS} diferentes que se muestran en la ecuación (6) son seleccionados y las cuatro matrices de

configuración A_{PS} seleccionadas son $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$, y $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$. Por consiguiente, la matriz de configuración A compuesta

por las cuatro matrices de configuración A_{PS} seleccionadas es $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$. El rango de la matriz de configuración

A es igual a la cantidad de los módulos de batería 10_1 a 10_4 (es decir, cuatro módulos de batería) y la matriz de configuración A es una matriz de rango completo. Por lo tanto, el aparato de carga que se muestra en la figura 2 puede cargar y equalizar baterías simultáneamente durante la operación de carga y descarga.

Con referencia a la figura 4, en la etapa S430, el patrón de conexión seleccionado en la etapa S420 puede ser examinado para determinar si cumple las normas de conexión. Se pueden llevar a cabo uno o más procedimientos de inspección en la etapa S430. Por ejemplo, en algunas realizaciones, se determina si la matriz de configuración A es o no es una matriz de rango completo en la etapa S430; en otra realización, la primera combinación de carga del primer grupo de cargadores 110 y la segunda combinación de carga del segundo grupo de cargadores 120 pueden ser examinadas en la etapa S430. En este caso, "la primera combinación de carga" se obtiene mediante cada cargador

del primer grupo de cargadores 110 seleccionando respectivamente el patrón de conexión correspondiente de una pluralidad de patrones de conexión para conectar a la serie de módulos de batería 10; "la segunda combinación de carga" se obtiene mediante cada cargador del segundo grupo de cargadores 120 seleccionando respectivamente el patrón de correspondiente de una pluralidad de patrones de conexión para conectar a la serie de módulos de batería 10. La primera combinación de carga indica que cada uno de los módulos de batería 10_1 a 10_n es cargado mediante algunos cargadores del primer grupo de cargadores 110 y la segunda combinación de carga indica que cada uno de los módulos de batería 10_1 a 10_n es cargado mediante algunos cargadores del segundo grupo de cargadores 120. Por ejemplo, en la serie de módulos de batería 10 que tiene, a modo de ejemplo, cuatro módulos de batería 10_1 a

10_4, las matrices de configuración A_{PS} $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ y $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ son seleccionadas de la ecuación (6) en la etapa S420 como el patrón de conexión correspondiente de los cargadores 100_1 y 100_2 del primer grupo de cargadores 110 y las

matrices de configuración A_{PS} $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ y $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ son seleccionadas en la etapa S420 como el patrón de conexión correspondiente de los cargadores 100_3 y 100_4 del segundo grupo de cargadores 120. En lo que respecta al primer

grupo de cargadores 110, su primera combinación de carga correspondiente $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ indica que el módulo de batería

10_1 es cargado/descargado mediante un cargador, el módulo de batería 10_2 es cargado/descargado mediante un cargador, el módulo de batería 10_3 es cargado/descargado mediante dos cargadores, y el módulo de cargador de batería 10_4 es cargado/descargado mediante un cargador. En lo que respecta al segundo grupo de cargadores 120,

su segunda combinación de carga correspondiente $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ indica que el módulo de batería 10_1 es

cargado/descargado mediante un cargador, el módulo de batería 10_2 es cargado/descargado mediante un cargador, el módulo de batería 10_3 es cargado/descargado mediante dos cargadores, y el módulo de cargador de batería 10_4 es cargado/descargado mediante un cargador. Dado que la segunda combinación de carga es la misma que la primera

combinación de carga, los patrones de conexión $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ y $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ del primer grupo de cargadores 110 y los patrones de

conexión $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ y $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ del segundo grupo de cargadores 120 seleccionados en la etapa S420 no cumplen las normas de conexión.

En otra realización, se examina si los patrones de conexión seleccionados mediante los cargadores 100_1 a 100_m en la etapa S420 se repiten/son los mismos en la etapa S430. Por ejemplo, si los patrones de conexión seleccionados

mediante los cargadores 100_1 y 100_2 en la etapa S420 son ambos $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ en la etapa S430, se determina que la selección no cumple las normas de conexión.

En la etapa S420, cuando los patrones de conexión seleccionados para los cargadores 100_1 a 100_m resultan ser "linealmente independientes entre sí", el estado de conexión puede converger la tensión de batería.

5 la serie de módulos de batería 10 que tiene, a modo de ejemplo, 4 módulos de batería 10_1 a 10_4, $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$,

y $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ son seleccionados mediante los cargadores 100_1 a 100_4 como los patrones de conexión.

Cuando los patrones de conexión seleccionados mediante los cargadores 100_1 a 100_m resultan estar "cubiertos" mutuamente y "conectados de manera napada en cruz" en la etapa S420, la etapa S430 determina/comprueba si el patrón de conexión de cada uno de los cargadores puede ser sustituido con otros patrones de conexión y, si es así,

10 tal condición debería evitarse. Por ejemplo, si $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, y $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ son seleccionados en la etapa S420, entonces

$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ y $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ están intercalados en la segunda fila, $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ y $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ están "cubiertos" dentro de $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, y los efectos logrados

mediante $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ y $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ que trabajan en conjunto son equivalentes a los efectos logrados mediante $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$. De acuerdo con

el resultado de determinación de la etapa S430, los patrones de conexión seleccionados en la etapa S420 no cumplen las normas de conexión.

15 Si el resultado de determinación de la etapa S430 consiste en que los patrones de conexión seleccionados en la etapa S420 no cumplen las normas de conexión, entonces se realiza de nuevo la etapa S420 para seleccionar otra combinación de los patrones de conexión. Si el resultado de determinación de la etapa S430 es que los patrones de conexión seleccionados en la etapa S420 cumplen las normas de conexión, entonces las relaciones de conexión entre la serie de módulos de batería 10 y los cargadores 100_1 a 100_m y las estructuras de conexión correspondientes
 20 pueden ser reconocidas/determinadas de acuerdo con los patrones de conexión seleccionados in la etapa S420 (etapa S440).

La figura 5 es un diagrama de bloques esquemático de un circuito de un aparato cargador de acuerdo con aún otra realización de la divulgación. Se pueden hacer referencias cruzadas de las realizaciones que se muestran en la figura 5, en la figura 1 y en la figura 2 entre sí. Como se muestra en la figura 5, en la realización, el aparato de carga incluye
 25 cuatro cargadores 100_1, 100_2, 100_3 y 100_4 (es decir, m = 4) y la serie de módulos de batería 10 incluye cuatro módulos de batería 10_1, 10_2, 10_3 y 10_4 conectados en serie (es decir, n = 4). La figura 5 muestra las relaciones de configuración entre los cargadores 100_1 a 100_4 y los módulos de batería 10_1 a 10_4. La tensión de carga del cargador 100_1 puede establecerse para que sea mayor que o igual a la suma de las tensiones nominales de los

módulos de batería 10_1 y 10_2. La tensión de carga del cargador 100_2 puede establecerse para que sea mayor que o igual a la suma de las tensiones nominales de los módulos de batería 10_3 y 10_4. La tensión de carga del cargador 100_3 puede establecerse para que sea mayor que o igual a la suma de las tensiones nominales de los módulos de batería 10_2 y 10_3. La tensión de carga del cargador 100_4 puede establecerse para que sea mayor que o igual a la suma de la tensión nominal del módulo de batería 10_4. Determinando las tensiones de carga generadas respectivamente mediante los cargadores, 100_1 a 100_4, se pueden establecer las tensiones al estar completamente cargados de módulos de batería diferentes, como se detalla a continuación en el presente documento.

La figura 5 muestra la relación de configuración (la relación de carga) entre los cargadores 100_1 a 100_4 y los módulos de batería 10_1 a 10_4, y la matriz de configuración A del aparato de carga que se muestra en la figura 5 puede expresarse como ecuación (7) como se detalla a continuación.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

La ecuación (7) muestra que el rango de la matriz de configuración A equivale a la cantidad de los módulos de batería 10_1 a 10_4; es decir, la matriz de configuración A es una matriz de rango completo, por lo que la tensión puede converger durante la operación de carga/descarga del aparato de carga que se muestra en la figura 5. Por lo tanto, el aparato de carga que se muestra en la figura 5 puede completar simultáneamente la operación de carga y lograr la equalización de batería.

Con el fin de verificar el aparato de carga que se muestra en la figura 5, se aplican resistencias adicionales R1 y R2 para estimular la autodescarga de los módulos de batería 10_2 y 10_4. En este caso, se asume que la electricidad de los módulos de batería 10_2 y 10_4 es 2 Ah. Si el módulo de batería 10_4 autodescarga 2 Ah a la mitad de la electricidad en siete días, la corriente de autodescarga es $(2 \text{ Ah} * 0,5) / (24 \text{ h} * 7) = 5,95 \text{ mA}$. Si se asume que la tensión nominal de los módulos de batería 10_2 y 10_4 es 3,7 V, entonces la resistencia de autodescarga de la resistencia R2 para la simulación es $3,7 \text{ V} / (5,95 \text{ mA}) = 620 \Omega$. Si el módulo de batería 10_2 autodescarga 2 Ah a un cuarto de potencia en siete días, la resistencia de la resistencia R2 es 1240 Ω .

La figura 6 es un diagrama esquemático que ilustra resultados de experimentos de un aparato cargador que se muestra en la figura 5 de acuerdo con una realización de la divulgación. En la figura 6, el eje horizontal representa el tiempo (en unidades de minutos) y el eje de ordenadas indica la tensión del módulo de batería (en unidades de voltios). La tensión de carga y la corriente de carga de los cargadores 100_1 a 100_4 son establecidas en 8 V y 1 A, respectivamente, mientras que la tensión de carga y la corriente de carga del cargador 100_4 son 4 V y 1 A. A partir de la figura 6, se puede aprender que las tensiones de los módulos de batería 10_1 a 10_4 pueden converger y pueden ser equalizadas después de las operaciones de carga y descarga de los cargadores 100_1 a 100_4, aunque las tensiones umbral de los módulos de batería 10_1 a 10_4 que se muestran en la figura 5 son diferentes entre sí antes de la carga, y los módulos de batería 10_2 y 10_4 pueden realizar la operación de autodescarga. Por lo tanto, el aparato de carga que se muestra en la figura 5 puede completar simultáneamente la operación de carga y lograr la equalización de batería.

En otra realización, la estructura de circuito del aparato de carga que se muestra en la figura 5 se mantiene inalterada, pero la tensión de carga y la corriente de carga del cargador 100_1 son establecidas en 7,7 V y 1 A, la tensión de carga y la corriente de carga del cargador 100_2 son 8,1 V y 1 A, la tensión de carga y la corriente de carga del cargador 100_3 son 7,9 V y 1 A, y la tensión de carga y la corriente de carga del cargador 100_4 son 4,1 V y 1 A. Antes de la carga, las tensiones umbral de los módulos de batería 10_1 a 10_4 que se muestran en la figura 5 son diferentes entre sí y los módulos de batería 10_2 y 10_4 pueden realizar la operación de autodescarga. Sin embargo, después de las operaciones de carga y descarga de los cargadores 100_1 a 100_4, la tensión del módulo de batería 10_1 puede converger a 3,8 V, la tensión del módulo de batería 10_2 puede converger a 3,9 V, la tensión del módulo de batería 10_3 puede converger a 4,0 V, y la tensión del módulo de batería 10_4 puede converger a 4,1 V. Por lo tanto, el aparato de carga que se muestra en la figura 5 puede completar la operación de carga; al mismo tiempo, módulos de batería diferentes pueden ser establecidos para que tengan tensiones diferentes al estar completamente cargados.

Como se ha descrito anteriormente, la figura 1, la figura 2 y la figura 5 muestran el aparato de carga que está acoplado al módulo de batería correspondiente de la serie de módulos de batería 10 de manera dispersa e intercalada (es decir, como una matriz), de modo que el aparato de carga pueda realizar fácil y eficazmente la operación de carga y descarga en la serie de módulos de batería 10. En el escenario de tensiones diferentes y corrientes diferentes de la estación de carga, el aparato de carga que se muestra en la figura 1, en la figura 2 y en la figura 5 no requiere ser rediseñado ni requiere estar conectado en serie a un convertidor. De acuerdo con el aparato de carga y con el procedimiento de carga descrito en el presente documento, los módulos de batería conectados en serie pueden ser cargados y descargados mediante los cargadores, y la equalización de batería puede lograrse simultáneamente. De este modo,

el aparato de carga y el procedimiento de carga no requieren ningún circuito de monitoreo/ecualización adicional de acuerdo con la realización.

En particular, la cantidad m de los cargadores 100_1 a 100_5 puede ser mayor que o igual a la cantidad n de los módulos de batería 10_1 a 10_4. Bajo la condición de que la cantidad m de los cargadores es mayor que la cantidad n de los módulos de batería, el aparato de carga que se muestra en la figura 1 puede ser tolerante a fallas. Por ejemplo, n módulos de batería pueden estar conectados a los $(n+1)$ cargadores, en los que n cargadores seleccionados de los $(n+1)$ cargadores pueden cargar y descargar n módulos de batería, y el cargador restante puede servir como un cargador libre (que no realiza la operación de carga y descarga).

Por ejemplo, la figura 7 es un diagrama de bloques esquemático de un circuito de un aparato cargador de acuerdo con aún otra realización de la divulgación, y se pueden hacer referencias de la realización que se muestra en la figura 7 y las realizaciones que se muestran en la figura 1, la figura 2 y la figura 5 entre sí. Como se muestra en la figura 7, en esta realización, el aparato de carga incluye cinco cargadores 100_1, 100_2, 100_3, 100_4 y 100_5 (es decir, $m = 5$) y la serie de módulos de batería 10 incluye cuatro módulos de batería 10_1, 10_2, 10_3 y 10_4 conectados en serie (es decir, $n = 4$). La figura 7 muestra las relaciones de configuración (las relaciones de carga) entre los cargadores 100_1 a 100_5 y los módulos de batería 10_1 a 10_4, y la matriz de configuración A' del aparato de carga que se muestra en la figura 7 puede expresarse como ecuación (8) como se detalla a continuación.

$$A' = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

En la realización, cuatro de cinco cargadores 100_1 a 100_5 son seleccionados para cargar y descargar cuatro módulos de batería 10_1 a 10_4, y el cargador restante sirve como un cargador libre (que no realiza la operación de carga y descarga). Por ejemplo, los cargadores 100_1, 100_2, 100_4 y 100_5 son seleccionados para cargar y descargar los módulos de batería 10_1 a 10_4, y el cargador 100_3 es deshabilitado. En este caso, la matriz de configuración A del aparato de carga que se muestra en la figura 7 puede expresarse como ecuación (7) a continuación. De acuerdo con la ecuación (1), la ecuación (3), la ecuación (4) y la ecuación (7), la cantidad de variación de tensión del módulo de batería 10_1 es $\Delta V_1 = \frac{\Delta(I_1 t_1)}{C_1}$, la cantidad de variación de tensión del módulo de batería 10_2 es $\Delta V_2 = \frac{\Delta(I_1 t_1) + \Delta(I_4 t_4)}{C_2}$, la cantidad de variación de tensión del módulo de batería 10_3 es $\Delta V_3 = \frac{\Delta(I_2 t_2) + \Delta(I_4 t_4)}{C_3}$ y la cantidad de variación de tensión del módulo de batería 10_4 es $\Delta V_4 = \frac{\Delta(I_2 t_2) + \Delta(I_5 t_5)}{C_4}$. El rango de la matriz de configuración A equivale al número de los módulos de batería 10_1 a 10_4 que se muestra en la ecuación (7), que indica que la matriz de configuración A es una matriz de rango completo. Por lo tanto, cuando el cargador 100_3 que se muestra en la figura 7 funciona mal o está deshabilitado, las tensiones de los cargadores 100_1, 100_2, 100_4 y 100_5 restantes pueden converger durante las operaciones de carga y descarga. Por lo tanto, las operaciones de carga y la ecualización de batería de los cargadores 100_1, 100_2, 100_4 y 100_5 restantes que se muestran en la figura 7 pueden ser completadas simultáneamente.

En otro ejemplo, los cargadores 100_2, 100_3, 100_4 y 100_5 son seleccionados para cargar y descargar los módulos de batería 10_1 a 10_4, y el cargador 100_1 es deshabilitado. En este caso, la matriz de configuración A del aparato de carga que se muestra en la figura 7 puede expresarse como ecuación (9) a continuación. De acuerdo con la ecuación (1), la ecuación (3), la ecuación (4) y la ecuación (9), la cantidad de variación de tensión del módulo de batería 10_1 es $\Delta V_1 = \frac{\Delta(I_3 t_3)}{C_1}$, la cantidad de variación de tensión del módulo de batería 10_2 es $\Delta V_2 = \frac{\Delta(I_4 t_4)}{C_2}$, la cantidad de variación de tensión del módulo de batería 10_3 es $\Delta V_3 = \frac{\Delta(I_2 t_2) + \Delta(I_4 t_4)}{C_3}$ y la cantidad de variación de tensión del módulo de batería 10_4 es $\Delta V_4 = \frac{\Delta(I_2 t_2) + \Delta(I_5 t_5)}{C_4}$. La ecuación (9) muestra que el rango de la matriz de configuración A equivale al número de los módulos de batería 10_1 a 10_4, que indica que la matriz de configuración A es una matriz de rango completo. Por lo tanto, cuando el cargador 100_1 que se muestra en la figura 7 funciona mal o está deshabilitado, las tensiones de los cargadores de batería 100_2 a 100_5 restantes pueden converger durante las operaciones de carga y descarga, y las operaciones de carga y la ecualización de batería de los cargadores 100_2 a 100_5 restantes que se muestran en la figura 7 pueden ser completadas simultáneamente.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

- 5 Por lo tanto, el aparato de carga que se muestra en la figura 7 y caracterizado por ser tolerante a fallas puede realizar simultáneamente la operación de carga y lograr la ecualización de batería. El aparato de carga que se representa en la figura 7 está acoplado a los módulos de batería correspondientes de la serie de módulos de batería 10 de manera dispersa y entrelazada (es decir, una matriz); por consiguiente, el aparato de carga puede cargar y descargar fácil y eficazmente la serie de módulos de batería 10 y, de este modo, el aparato de carga que se muestra en la figura 7 y el procedimiento de carga que se describe en el presente documento no requieren ningún circuito de monitoreo/ecualización adicional.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato cargador para cargar y descargar una serie de módulos de batería (10), comprendiendo la serie de módulos de batería (10) al menos tres módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n) conectados mutuamente en serie, un módulo de batería j-th (10_j) de los módulos de batería conectado entre un módulo de batería i-th (10_i) y un módulo de batería k-th (10_k) de los módulos de batería, comprendiendo el aparato cargador una pluralidad de cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4 y 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m), estando los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) agrupados al menos en un primer grupo de cargadores (110) y un segundo grupo de cargadores (120), y comprendiendo los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m):
- 5 un primer cargador (100_1, 100_2, 100_5, 100_a o 100_b) agrupado en el primer grupo de cargadores (110), en el que un terminal de salida de corriente de carga del primer cargador (100_1, 100_2, 100_5, 100_a o 100_b) está acoplado a un terminal positivo del módulo de batería i-th (10_i), y un terminal de entrada de corriente de carga del primer cargador (100_1, 100_2, 100_5, 100_a o 100_b) está acoplado a un primer nodo (N1) que está entre el módulo de batería j-th (10_j) y el módulo de batería k-th (10_k); y
- 10 un segundo cargador (100_3, 100_4, 100_5, 100_c, 100_d o 100_m) agrupado en el segundo grupo de cargadores (120), en el que un terminal de salida de corriente de carga del segundo cargador (100_3, 100_4, 100_5, 100_c, 100_d o 100_m) está acoplado a un segundo nodo (N2) que está entre el módulo de batería i-th (10_i) y el módulo de batería j-th (10_j), y un terminal de entrada de corriente de carga del segundo cargador (100_3, 100_4, 100_5, 100_c, 100_d o 100_m) está acoplado a un terminal negativo del módulo de batería k-th (10_k),
- 15 estando el aparato cargador **caracterizado porque**, si una matriz de configuración A representa una relación de carga entre los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) y los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n), la matriz de configuración A no es una matriz identidad, en la que una operación de carga y descarga llevada a cabo mediante cada uno de los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) es independiente de la operación de
- 20 carga y descarga llevada a cabo mediante otro de los cargadores.
- 25
2. El aparato cargador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la cantidad de los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) es mayor que o igual a la cantidad de los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n) de la serie de módulos de batería (10).
3. El aparato cargador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, si una matriz de configuración A representa una relación de carga entre los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) y los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n), la matriz de configuración A es una matriz de rango completo.
- 30
4. El aparato cargador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, si una matriz de configuración A representa una relación de carga entre los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) y los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n), la matriz de configuración A satisface una ecuación $AX = Y$, en la que X es un vector de cantidad eléctrica instantánea de los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) e Y es un vector de cantidad de variación de tensión instantánea de los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n).
- 35
5. El aparato cargador de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la matriz de configuración A es una matriz $m \times n$, siendo m la cantidad de los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) y siendo n la cantidad de los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n).
- 40
6. El aparato cargador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada uno de los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4 y 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) carga y descarga el módulo de batería correspondiente de los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n) con una corriente constante o una tensión constante.
- 45
7. El aparato cargador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las tensiones de los diferentes módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n) son establecidas determinando las tensiones de carga respectivas de los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m).
8. El aparato cargador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la conexión entre cada uno de los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4 y 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) y la serie de módulos de batería (10) es diferente de la conexión entre otro de los cargadores y la serie de módulos de batería, y cada uno de los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n) es cargado y descargado mediante al menos uno de los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m).
- 50
9. El aparato cargador de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la conexión entre cada uno de los cargadores del primer grupo de cargadores (110) y la serie de módulos de batería (10) es diferente de la conexión entre otro de los cargadores del primer grupo de cargadores y la serie de módulos de batería, y la conexión entre cada uno de los cargadores del segundo grupo de cargadores (120) y la serie de módulos de batería (10) es diferente de la conexión entre otro de los cargadores del segundo grupo de cargadores y la serie de módulos de batería.
- 55

10. El aparato cargador de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la conexión entre cada uno de los cargadores del primer grupo de cargadores (110) y la serie de módulos de batería (10) es diferente de la conexión entre cada uno de los cargadores del segundo grupo de cargadores (120) y la serie de módulos de batería (10).

11. Un procedimiento de carga que comprende:

5 agrupar una pluralidad de cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4 y 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) al menos en un primer grupo de cargadores (110) y un segundo grupo de cargadores (120), en el que el primer grupo de cargadores (110) comprende al menos un primer cargador (100_1, 100_2, 100_5, 100_a o 100_b) y el segundo grupo de cargadores (120) comprende al menos un segundo cargador (100_3, 100_4, 100_5, 100_c, 100_d o 100_m); y

10 acoplar el primer grupo de cargadores (110) y el segundo grupo de cargadores (120) a una serie de módulos de batería (10) para cargar y descargar la serie de módulos de batería (10), en el que la serie de módulos de batería (10) comprende al menos tres módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n) conectados mutuamente en serie y un módulo de batería j-th (10_j) de los módulos de batería conectado entre un módulo de batería i-th (10_i) y un módulo de batería k-th (10_k) de los módulos de

15 batería; y estando el procedimiento de carga **caracterizado porque** además comprende representar la relación de carga entre los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) y los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n) mediante una matriz de configuración A, en la que la matriz de configuración A no es una matriz identidad,

20 en el que un terminal de salida de corriente de carga del primer cargador (100_1, 100_2, 100_5, 100_a o 100_b) está acoplado a un terminal positivo del módulo de batería i-th (10_i) y un terminal de entrada de corriente de carga del primer cargador (100_1, 100_2, 100_5, 100_a o 100_b) está acoplado a un primer nodo (N1) que está entre el módulo de batería j-th (10_j) y el módulo de batería k-th (10_k),

25 en el que un terminal de entrada de corriente de carga del segundo cargador (100_3, 100_4, 100_5, 100_c, 100_d o 100_m) está acoplado a un segundo nodo (N2) que está entre el módulo de batería i-th (10_i) y el módulo de batería j-th (10_j), y un terminal de entrada de corriente de carga del segundo cargador (100_3, 100_4, 100_5, 100_c, 100_d o 100_m) está acoplado a un terminal negativo del módulo de batería k-th (10_k), y

en el que la operación de carga y descarga llevada a cabo mediante cada uno de los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) es independiente de la operación de carga y descarga llevada a cabo mediante otro de los cargadores.

30 12. El procedimiento de carga de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende adicionalmente: establecer la cantidad de los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4 y 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) para que sea mayor que o igual a la cantidad de los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n) de la serie de módulos de batería (10).

13. El procedimiento de carga de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende adicionalmente:

35 representar una relación de carga entre los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) y los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n) mediante una matriz de configuración A; y hacer que la matriz de configuración A sea una matriz de rango completo.

14. El procedimiento de carga de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende adicionalmente:

40 representar una relación de carga entre los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) y los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n) mediante una matriz de configuración A; y hacer que la matriz de configuración A satisfaga una ecuación $AX = Y$, en la que X es un vector de cantidad eléctrica instantánea de los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4 y 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m),

45 mientras que Y es un vector de cantidad de variación de tensión instantánea de los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n).

15. El procedimiento de carga de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la matriz de configuración A es una matriz $m \times n$, en la que m es la cantidad de los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4 y 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m), mientras que n es la cantidad de los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n).

50 16. El procedimiento de carga de acuerdo con la reivindicación 11, en el que cada uno de los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4 y 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m) carga y descarga el módulo de batería correspondiente de los módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n) con una corriente constante o una tensión constante.

17. El procedimiento de carga de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende adicionalmente:

55 establecer respectivamente las tensiones al estar cargados completamente de los diferentes módulos de batería (10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_i, 10_j, 10_k o 10_n) determinando las tensiones de carga respectivas de los cargadores (100_1, 100_2, 100_3, 100_4, 100_5, 100_a, 100_b, 100_c, 100_d o 100_m).

5 18. El procedimiento de carga de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la conexión entre cada uno de los cargadores del primer grupo de cargadores (110) y la serie de módulos de batería (10) es diferente de la conexión entre otro de los cargadores del primer grupo de cargadores y la serie de módulos de batería, y la conexión entre cada uno de los cargadores del segundo grupo de cargadores (120) y la serie de módulos de batería (10) es diferente de la conexión entre otro de los cargadores del segundo grupo de cargadores y la serie de módulos de batería.

19. El procedimiento de carga de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la conexión entre cada uno de los cargadores del primer grupo de cargadores (110) y la serie de módulos de batería (10) es diferente de la conexión entre cada uno de los cargadores del segundo grupo de cargadores (120) y la serie de módulos de batería (10).

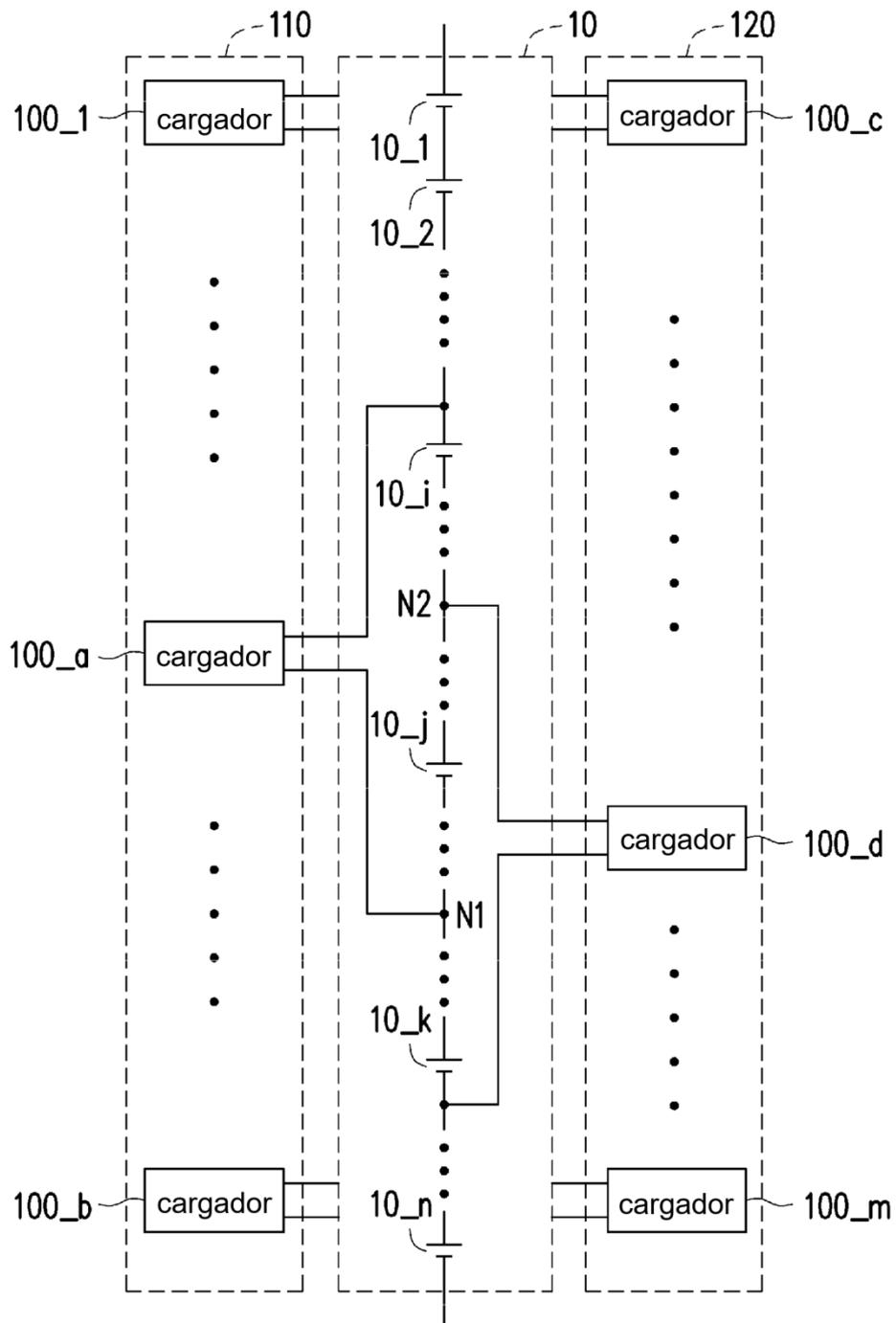


FIG. 1

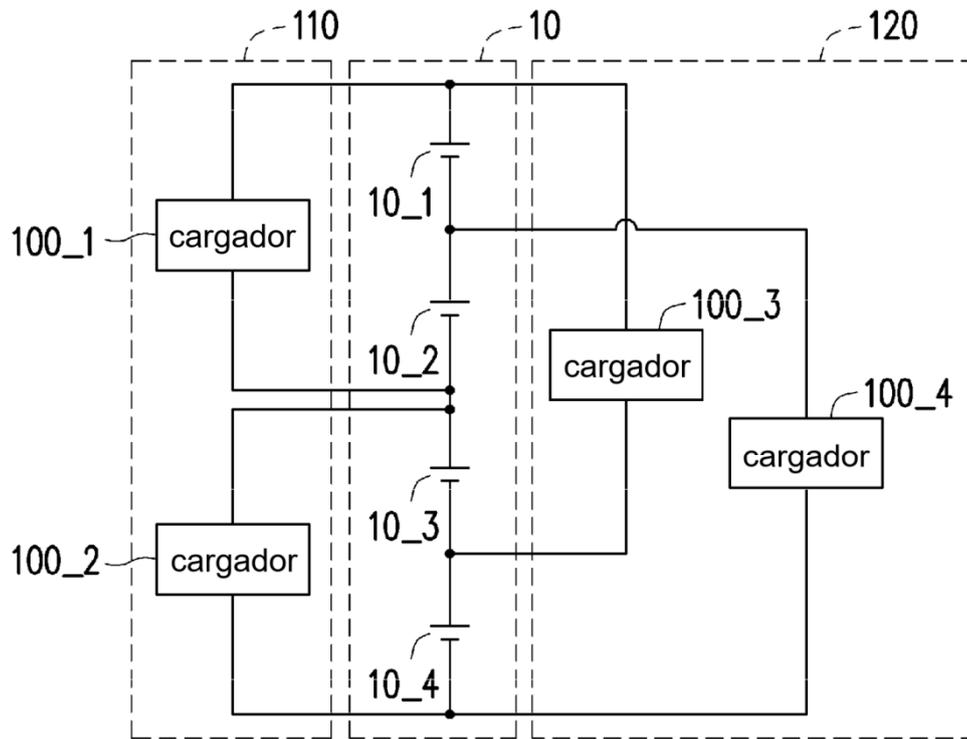


FIG. 2

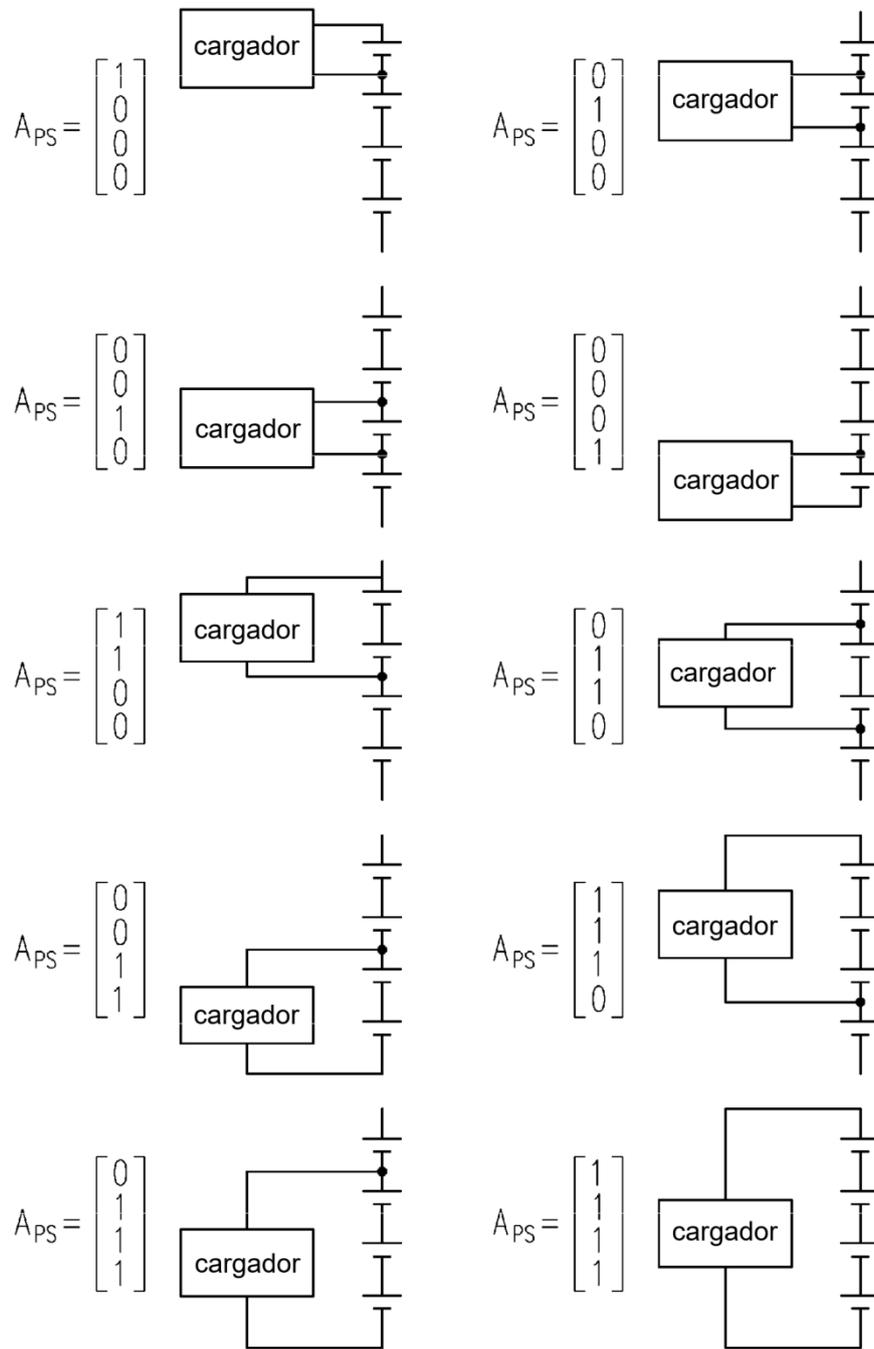


FIG. 3

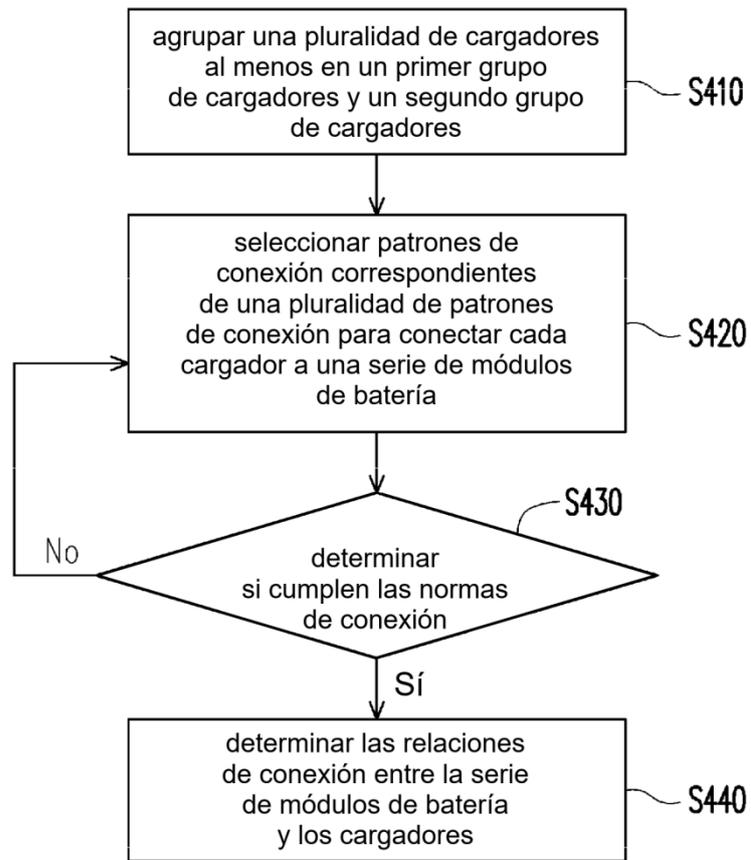


FIG. 4

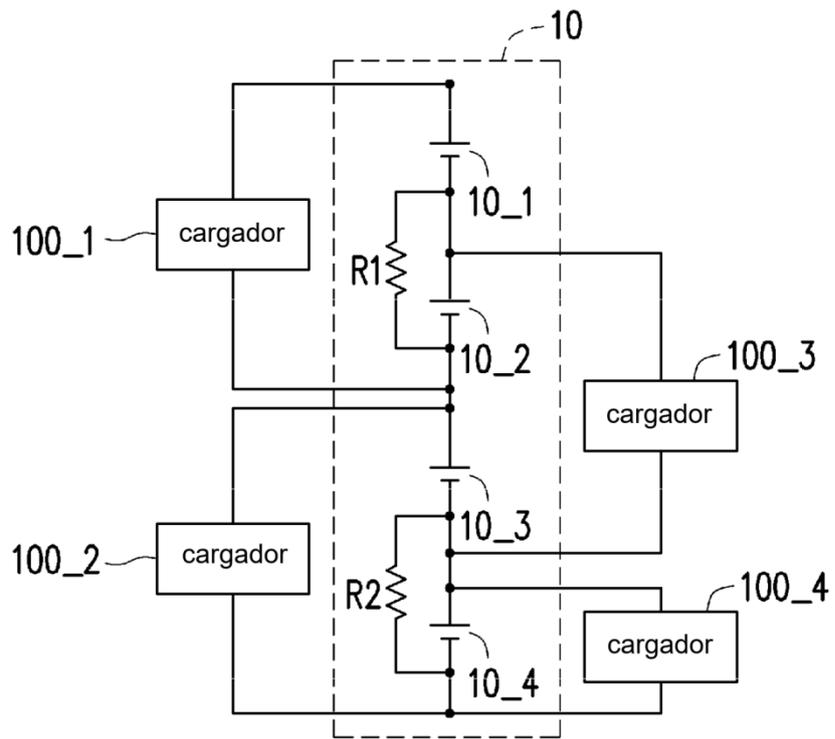


FIG. 5

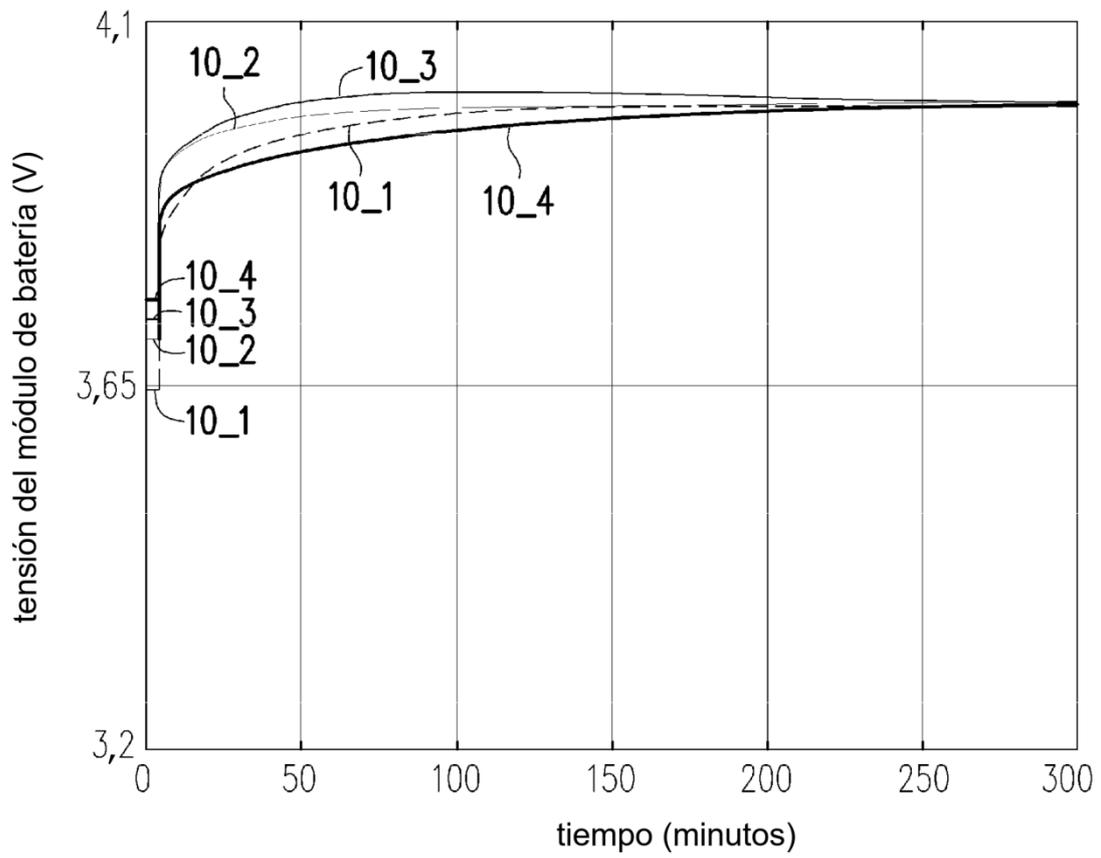


FIG. 6

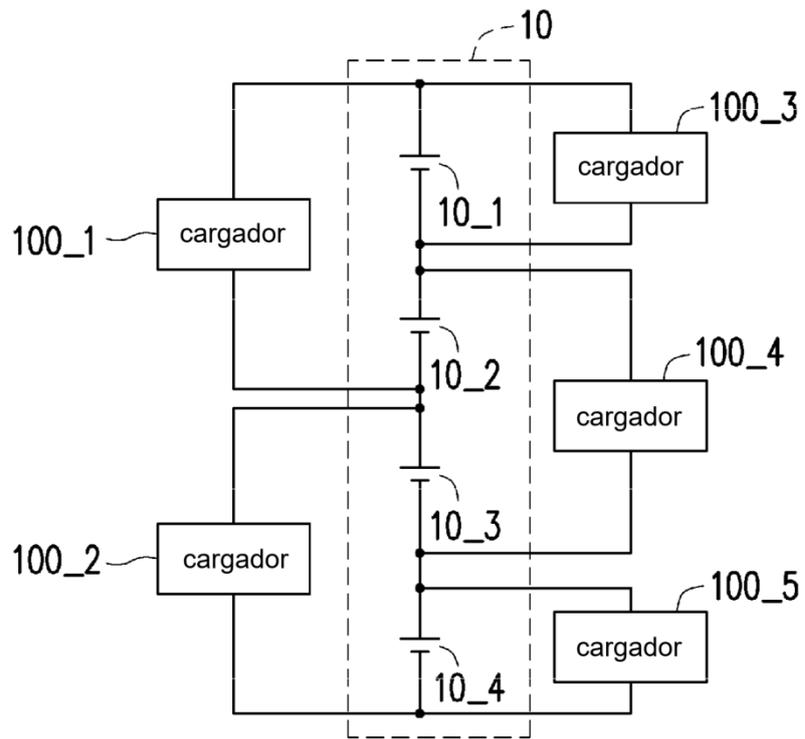


FIG. 7