

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 955 935**

51 Int. Cl.:

H02J 7/00 (2006.01)

H01M 10/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.12.2018** **PCT/FR2018/053544**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.07.2019** **WO19129992**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.12.2018** **E 18842449 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2023** **EP 3732764**

54 Título: **Batería de acumuladores eléctricos**

30 Prioridad:

27.12.2017 FR 1763252

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

11.12.2023

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ENERGIE ATOMIQUE ET
AUX ENERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment "Le Ponant D", 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**THOMAS, REMY;
FERNANDEZ, ERIC;
BACQUET, SYLVAIN;
CASSARINO, LEANDRO;
DESPESE, GHISLAIN y
LOPEZ, YAN**

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES, S.L.P.

ES 2 955 935 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

Batería de acumuladores eléctricos

5 **Campo**

[0001] La presente invención se refiere a una batería de acumuladores eléctricos, llamada, igualmente, paquete de batería.

10 **Exposición de la técnica anterior**

[0002] Es conocido realizar una batería que comprende varias etapas o módulos en cada uno de los que unos acumuladores, llamados, igualmente, celdas, se pueden conectar en serie o en paralelo por unos interruptores que se pueden mandar. Un ejemplo es el documento GB 2.537.616. Una batería de este tipo está adaptada para proporcionar una tensión cuya forma de onda puede variar en el tiempo haciendo variar en el transcurso del tiempo la conexión de las celdas mediante el cierre o la apertura de los interruptores.

[0003] La figura 1 representa un ejemplo de una batería 5 de este tipo. La batería 5 comprende N módulos E_1 a E_N . El número N es un número entero que puede estar comprendido entre 1 y 50. Cada módulo comprende un terminal positivo B+ y un terminal negativo B- y varias celdas, no representadas, que se pueden conectar entre sí en serie y/o en paralelo por mediación de interruptores, no representados, entre los terminales B+ y B-. Los módulos E_1 a E_N se pueden conectar en serie entre un primer terminal Neutro de la batería 5 y un segundo terminal de Fase de la batería 5. Un ejemplo de una batería de este tipo se describe en la solicitud de patente WO 2012/117110.

[0004] La batería 5 comprende un circuito BMS de mando de los módulos E_1 a E_N , llamado circuito de mando maestro a continuación. El circuito de mando maestro BMS puede intercambiar unos datos con cada módulo E_1 a E_N por mediación de un bus bidireccional de transmisión de datos BUS. Cada módulo E_1 a E_N comprende un circuito adecuado para controlar los interruptores del módulo a partir de unos mandos proporcionados por el circuito de mando maestro BMS. Este circuito de mando se llama en lo sucesivo circuito de mando esclavo.

[0005] Cada módulo puede comprender, además, unos sensores, no representados, por ejemplo, unos sensores de la tensión en los terminales de cada celda del módulo, unos sensores de la corriente proporcionada por cada celda del módulo y/o unos sensores de la temperatura de cada celda del módulo. El circuito de mando esclavo de cada módulo E_1 a E_N está adaptado para transmitir al circuito de mando maestro BMS unos datos representativos de las mediciones de tensiones, de corrientes y/o de temperaturas por el bus de transmisión de datos BUS. El circuito de mando maestro BMS puede, además, comprender un sensor de tensión entre los terminales de fase y neutro, así como un sensor de corriente general y un sensor de temperatura.

[0006] El circuito de mando maestro BMS está adaptado para recibir una consigna C y para seleccionar las celdas a conectar o a desconectar para cada módulo a fin de responder a la consigna. La consigna C puede ser una consigna de tensión o de corriente, las celdas a conectar o a desconectar para cada módulo se seleccionan entonces para obtener la tensión y/o la corriente deseadas entre los terminales de Fase y Neutro de la batería 5. A modo de variante, la consigna C puede ser una consigna de un número de acumuladores a conectar en serie y/o en paralelo entre los terminales de Fase y Neutro de la batería 5, las celdas a conectar o a desconectar para cada módulo se seleccionan entonces para obtener el número de acumuladores conectados en serie y/o en paralelo entre los terminales de Fase y Neutro de la batería 5 solicitado por la consigna. El circuito de mando maestro BMS proporciona, entonces, unos mandos a los módulos por mediación del bus de transmisión de datos BUS a partir de los que el circuito de mando esclavo de cada módulo conecta o desconecta las celdas según la configuración deseada.

[0007] Es deseable que la selección de las celdas a conectar/desconectar se realice asegurando que cada celda funciona en su rango de funcionamiento óptimo en función de las mediciones de tensiones, de corrientes y de temperatura proporcionadas por los módulos. En particular, es deseable realizar un equilibrado de las celdas, es decir, que la selección de las celdas se realice de manera que las diferencias entre los estados de carga de las celdas sean permanentemente lo más pequeñas posible, y/o que las diferencias entre las corrientes que puedan ser proporcionadas por las celdas sean permanentemente lo más bajas posible y/o que las diferencias entre las temperaturas de las celdas sean permanentemente lo más bajas posible. Además, es deseable que la selección de las celdas tenga en cuenta un eventual fallo de una celda para, por ejemplo, excluir esta celda de la selección.

[0008] Para efectuar la función de equilibrado, el circuito de mando maestro BMS puede determinar una clasificación de las celdas según unos niveles de prioridad, siendo las celdas más prioritarias de la clasificación las que deberían seleccionarse las primeras. La clasificación de prioridades, llamada, igualmente, tabla de prioridades, es susceptible de evolucionar en el transcurso del funcionamiento de la batería, en concreto, como continuación a la evolución de los estados de cargas de las celdas o como continuación al fallo de una celda.

[0009] Es deseable que el circuito de mando maestro BMS tenga en cuenta la clasificación de prioridades durante la determinación de la selección de celdas y, en particular, tenga en cuenta la evolución de la clasificación de

prioridades con el tiempo.

[0010] Para algunas aplicaciones, la consigna recibida por el circuito de gestión BMS puede variar rápidamente de modo que puede resultar difícil para el circuito de mando maestro BMS seleccionar las celdas a conectar/desconectar para seguir la consigna teniendo en cuenta al mismo tiempo una modificación de la clasificación de prioridades.

Resumen

[0011] El objeto de la protección buscada es definido por la reivindicación independiente de procedimiento 1 y la reivindicación independiente de sistema 12. Las reivindicaciones dependientes definen unos modos de realizaciones específicas.

[0012] De este modo, un modo de realización prevé un procedimiento de mando de una batería que comprende un primer circuito de mando y varios módulos dispuestos en serie entre unos primer y unos segundo terminales, comprendiendo cada módulo unos tercer y cuarto terminales, estando al menos uno de los tercer y cuarto terminales de cada módulo unido a uno de los tercer y cuarto terminales de otro módulo, comprendiendo cada módulo unos acumuladores eléctricos, correspondiendo cada uno a un elemento de almacenamiento de cargas eléctricas, y unos interruptores que unen los acumuladores eléctricos entre sí y a los tercer y cuarto terminales del módulo y un segundo circuito de mando de unos interruptores, la batería comprendiendo además al menos un primer bus de transmisión de datos que une el primer circuito de mando a cada segundo circuito de mando, comprendiendo el primer circuito de mando una memoria en la que se almacenan unas listas encadenadas, comprendiendo cada lista encadenada unos elementos que comprenden cada uno un identificador de uno de los acumuladores eléctricos y al menos un primer indicador que designa otro elemento de la lista encadenada, comprendiendo cada lista encadenada una clasificación de los identificadores de la lista encadenada según al menos un criterio elegido del grupo que comprende la temperatura de la celda eléctrica, la tasa de carga de la celda eléctrica, la tensión en los terminales de la celda eléctrica, la impedancia interna de la celda eléctrica, y el estado de salud de la celda, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas sucesivas:

- a) recepción por el primer circuito de mando de una consigna;
- b) transmisión, por el primer circuito de mando a los segundos circuitos de mando, de primeros mandos de conexión o de desconexión de al menos uno de los acumuladores eléctricos de unos módulos para seguir dicha consigna;
- y
- c) transmisión, por el primer circuito de mando a los segundos circuitos de mando, de segundos mandos de conexión de uno de los acumuladores eléctricos y de desconexión de otro acumulador eléctrico entre los acumuladores eléctricos.

[0013] Según un modo de realización, la consigna se elige del grupo que comprende una consigna de suministro de una tensión entre los primer y segundo terminales, una consigna de suministro de una corriente al primer terminal o una consigna de número de acumuladores eléctricos.

[0014] Según un modo de realización, el procedimiento comprende la determinación por el primer circuito de mando, para al menos un primer elemento entre los elementos de una de las listas encadenadas, de un nuevo valor de un segundo indicador que designa un segundo elemento de la lista encadenada o un tercer elemento de otra lista encadenada. La etapa c) comprende las siguientes etapas sucesivas:

- d) determinar si los primer y segundo indicadores de dicho elemento son diferentes; y
- e) en caso de que los primer y segundo indicadores sean diferentes, reemplazar el primer indicador por el segundo indicador y transmitir, por el primer circuito de mando a los segundos circuitos de mando, unos segundos mandos de conexión o de desconexión del acumulador eléctrico correspondiente al identificador del primer elemento.

[0015] Según un modo de realización, la etapa e) comprende, en el caso de la conexión del acumulador eléctrico correspondiente al identificador del primer elemento, la transmisión de segundos mandos de desconexión del acumulador eléctrico correspondiente al identificador de un quinto elemento y en el caso de la desconexión del acumulador eléctrico correspondiente al identificador del primer elemento, la transmisión de segundos mandos de conexión del acumulador eléctrico correspondiente al identificador de un quinto elemento.

[0016] Según un modo de realización, el procedimiento comprende la determinación por el primer circuito de mando de una lista encadenada que comprende los elementos para cada uno de los cuales se ha determinado un nuevo valor del segundo indicador.

[0017] Según un modo de realización, las etapas a), b) y c) se repiten de manera cíclica, no estando las etapas a) y b) presentes al menos durante un ciclo cuando la consigna no varía en dicho ciclo.

[0018] Según un modo de realización, todos los elementos de una de las listas encadenadas comprenden identificadores de acumuladores eléctricos que están conectados.

[0019] Según un modo de realización, todos los elementos de una de las listas encadenadas comprenden unos identificadores de acumuladores eléctricos que no están conectados y que pueden estar conectados.

[0020] Según un modo de realización, todos los elementos de una de las listas encadenadas comprenden identificadores de acumuladores eléctricos que no están conectados y puestos en cuarentena.

[0021] Según un modo de realización, el procedimiento comprende una primera lista encadenada entre las listas encadenadas asociada a una operación de carga de la batería y una segunda lista encadenada entre las listas encadenadas asociada a una operación de descarga de la batería y la utilización, en las etapas b) y c), por el primer circuito de mando de la primera lista encadenada cuando la batería está en carga y de la segunda lista encadenada cuando la batería está en descarga.

[0022] Según un modo de realización, el procedimiento comprende una etapa de asignación estática de una parte de la memoria por el primer circuito de mando en la que se almacenan las listas encadenadas.

[0023] Un modo de realización prevé igualmente una batería que comprende un primer circuito de mando y varios módulos dispuestos en serie entre unos primer y segundo terminales, comprendiendo cada módulo unos tercer y cuarto terminales, estando al menos uno de los tercer y cuarto terminales de cada módulo unido a uno de los tercer y cuarto terminales de otro módulo, comprendiendo cada módulo unos acumuladores eléctricos, correspondiendo cada uno a un elemento de almacenamiento de cargas eléctricas, y unos interruptores que unen los acumuladores eléctricos entre sí y a los tercer y cuarto terminales del módulo y un segundo circuito de mando de unos interruptores, la batería comprendiendo además al menos un primer bus de transmisión de datos que une el primer circuito de mando a cada segundo circuito de mando, comprendiendo el primer circuito de mando una memoria en la que se almacenan unas listas encadenadas, comprendiendo cada lista encadenada unos elementos que comprenden cada uno un identificador de uno de los acumuladores eléctricos y al menos un primer indicador que designa otro elemento de la lista encadenada, comprendiendo cada lista encadenada una clasificación de los identificadores de la lista encadenada según al menos un criterio elegido del grupo que comprende la temperatura de la celda eléctrica, la tasa de carga de la celda eléctrica, la tensión en los terminales de la celda eléctrica, la impedancia interna de la celda eléctrica, y el estado de salud de la celda, estando el primer circuito de mando adaptado para:

- a) recibir una consigna;
- b) transmitir a los segundos circuitos de mando unos primeros mandos de conexión o de desconexión de al menos uno de los acumuladores eléctricos de unos módulos para seguir dicha consigna; y
- c) transmitir a los segundos circuitos de mando unos segundos mandos de conexión de uno de los acumuladores eléctricos y de desconexión de otro acumulador eléctrico entre los acumuladores eléctricos.

[0024] Según un modo de realización, la batería comprende un segundo bus de transmisión de datos que une el primer circuito de mando a cada segundo circuito de mando, estando el primer circuito de mando adaptado para transmitir unos primeros datos a los segundos circuitos de mando por el primer bus a una primera velocidad y estando adaptado para transmitir unos segundos datos a los segundos circuitos de mando por el segundo bus a una segunda velocidad inferior a la primera velocidad.

Breve descripción de los dibujos

[0025] Estas características y ventajas, así como otras, se expondrán en detalle en la siguiente descripción de modos de realización particulares hecha a título no limitativo en relación con las figuras adjuntas de entre las cuales:

- la figura 1, descrita anteriormente, representa, de forma parcial y esquemática, un ejemplo de una batería de acumuladores;
- la figura 2 representa, de forma parcial y esquemática, un modo de realización de un módulo de la batería de la figura 1;
- la figura 3 representa de forma esquemática un elemento 20 de una lista encadenada utilizada durante el funcionamiento de la batería representada en la figura 1;
- la figura 4 representa, de forma parcial y esquemática, un ejemplo de una de las listas encadenadas utilizadas durante el funcionamiento de la batería representada en la figura 1;
- la figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra un procedimiento de conexión/desconexión de unas celdas de la batería representada en la figura 1; y
- la figura 6 representa, de forma parcial y esquemática, otro modo de realización de una batería de acumuladores.

Descripción detallada

[0026] Unos mismos elementos se han designado por unas mismas referencias en las diferentes figuras. Por razones de claridad, solo se han representado y se detallan los elementos útiles para la comprensión de los modos de realización descritos. En particular, las funciones convencionales realizadas por un circuito de mando maestro de una batería de acumuladores, tales como el equilibrado de las celdas, las conoce bien el experto en la materia y no se describen más en detalle a continuación. En el resto de la descripción, las expresiones "sustancialmente",

"alrededor", "aproximadamente" y "del orden de" significan "con un 10 % de aproximación", preferentemente, con un margen del 5 %.

[0027] El circuito de mando maestro BMS puede corresponder a un circuito dedicado y/o puede comprender un procesador, por ejemplo, un microprocesador o un microcontrolador, adaptado para ejecutar unas instrucciones de un programa de ordenador almacenado en una memoria. El circuito de mando maestro BMS comprende en concreto una memoria MEM de almacenamiento de datos.

[0028] Se va a describir un modo de realización de un procedimiento de control de un sistema de celdas conmutadas en el caso de una batería de acumuladores conmutados para la que las celdas corresponden a unos acumuladores conmutados. Sin embargo, los presentes modos de realización se aplican a cualquier tipo de sistema de celdas conmutadas adaptado para suministrar una tensión variable a una carga. Cada celda del sistema de celdas conmutadas puede corresponder a un elemento de almacenamiento de cargas eléctricas o a un generador eléctrico. Un ejemplo de elemento de almacenamiento de cargas eléctricas es, por ejemplo, un acumulador eléctrico o un condensador. Un ejemplo de generador eléctrico es, por ejemplo, una pila de combustible, una pila de zinc-aire, una celda fotovoltaica o un sistema de recuperación de energía, en concreto, un miniaerogenerador o una miniturbina. El sistema de celdas conmutadas puede comprender solamente unos elementos de almacenamiento de cargas eléctricas, solamente unos generadores eléctricos o a la vez unos elementos de almacenamiento de cargas eléctricas y unos generadores eléctricos. Cuando el sistema de celdas conmutadas comprende solamente unos generadores eléctricos, la utilización es teóricamente en modo de descarga solamente. No obstante, en caso de potencia reactiva, para unos breves pasos por una potencia negativa en cada período, la inercia del generador puede ser suficiente para suavizar la potencia, por ejemplo, en razón de la inercia de rotación y de las capacidades parásitas. Además, cada generador se puede conectar en paralelo con un elemento resistivo, con el fin de aceptar unas potencias negativas, disipando esta energía. En funcionamiento, el sistema está destinado a unirse a un dispositivo que absorbe o suministra potencia según la aplicación que se considera. A modo de ejemplo, este dispositivo corresponde a una máquina eléctrica, por ejemplo, a un motor eléctrico o a la red de distribución eléctrica.

[0029] La figura 2 representa un modo de realización del módulo E_i , donde i varía de 1 a N .

[0030] Según el presente modo de realización, el módulo E_i está adaptado para proporcionar una tensión U_i entre el terminal positivo $B+$ y el terminal negativo $B-$. El módulo E_i comprende unas celdas C_1 a C_M donde M es un número entero comprendido entre 2 y 10, preferentemente entre 2 y 5, estando cuatro celdas C_1 , C_2 , C_3 y C_4 representadas a modo de ejemplo en la figura 2. Las celdas C_1 a C_M están unidas entre sí y a los terminales $B+$ y $B-$ por unos interruptores. En el presente modo de realización, para cada celda C_k , siendo k un número entero que varía de 1 a M , el módulo E_i comprende un primer interruptor $SW_{1,k}$ en serie con la celda C_k y un segundo interruptor $SW_{2,k}$ en paralelo con el conjunto que comprende la celda C_k y el interruptor $SW_{1,k}$. Los M conjuntos que comprenden la celda C_k y el primer interruptor $SW_{1,k}$ están dispuestos en serie entre un nodo A y un nodo B . El mando de los interruptores $SW_{1,k}$ y $SW_{2,k}$, variando k de 1 a M , permite poner en serie entre los nodos A y B , 1 a M celdas de entre las M celdas C_1 a C_M . En el presente modo de realización, el módulo E_i comprende, además, un puente inversor, llamado, igualmente, puente en H , entre los nodos A y B y los terminales $B+$ y $B-$ que permite aplicar la tensión presente entre los nodos A y B entre los terminales $B+$ y $B-$ en los dos sentidos. Según un modo de realización, el puente inversor comprende un interruptor SW_3 que une el nodo A al terminal $B+$, un interruptor SW_4 que une el nodo A al terminal $B-$, un interruptor SW_5 que une el nodo B al terminal $B+$ y un interruptor SW_6 que une el nodo B al terminal $B-$. A título de ejemplo, cada interruptor $SW_{1,k}$ y $SW_{2,k}$, variando k de 1 a M , SW_3 , SW_4 , SW_5 y SW_6 puede corresponder a un transistor de efecto de campo de puerta aislada, llamado, igualmente, transistor MOS, en concreto, un transistor MOS de potencia, por ejemplo, un transistor MOS de canal N .

[0031] Cada módulo E_i comprende, además, el circuito de mando esclavo 10 (μC) adaptado para intercambiar unos datos emitidos por el circuito de mando maestro BMS en el bus de transmisión de datos BUS. El circuito de mando esclavo 10 puede corresponder a un circuito dedicado o puede comprender un procesador, por ejemplo, un microprocesador o un microcontrolador, adaptado para ejecutar unas instrucciones de un programa de ordenador almacenado en una memoria.

[0032] Cada módulo E_i comprende, además, un circuito de pilotaje 12 (Inverter bridge driver, Controlador de puente inversor) unido a los interruptores SW_3 , SW_4 , SW_5 y SW_6 del puente inversor y un circuito de pilotaje 14 (Transistors driver, Controlador de transistores) unido a los interruptores $SW_{1,k}$ y $SW_{2,k}$, variando k de 1 a M . Cada circuito de pilotaje 12, 14 está adaptado para convertir las señales de mando proporcionadas por el circuito de mando esclavo 10 en señales adaptadas para el mando de los interruptores.

[0033] Cada módulo E_i comprende, además, unos sensores 16 (U , I , T° sensor, sensor de U , I , T°) unidos al circuito de mando esclavo 10. El módulo E_i puede comprender, para cada celda C_k , un sensor de temperatura adaptado para medir la temperatura de la celda C_k . El módulo E_i puede comprender, además, para cada celda C_k , un sensor de tensión adaptado para medir la tensión en los terminales de la celda C_k . El módulo E_i puede comprender además un sensor de corriente adaptado para medir la corriente que circula en el nodo A o en el nodo B . El circuito de mando esclavo 10 de cada módulo E_i está adaptado para transmitir unos terceros datos al circuito de mando maestro BMS en el bus de transmisión de datos BUS representativos de unas mediciones realizadas por los sensores 16 del módulo

E_i . El número y el tipo de sensores depende, en concreto, de la disposición de las celdas del módulo E_i . En la disposición de celdas representada en la figura 2, se puede prever un solo sensor de la corriente que circula en el nodo A o en el nodo B.

[0034] En el modo de realización del módulo E_i de batería ilustrada en la figura 2, una orden de conexión de la celda C_k del módulo E_i significa que la celda C_k debe conectarse en serie entre los nodos A y B del módulo E_i , lo que se obtiene cerrando el interruptor $SW_{1,k}$ y abriendo el interruptor $SW_{2,k}$, y una orden de desconexión de una celda C_k de un módulo E_i significa que la celda C_k no debe conectarse en serie entre los nodos A y B del módulo E_i , lo que se obtiene abriendo el interruptor $SW_{1,k}$ y cerrando el interruptor $SW_{2,k}$. Sin embargo, para una disposición diferente de las celdas C_k del módulo E_i en la que las celdas C_k pueden estar dispuestas en serie o en paralelo entre sí entre los nodos A y B, una orden de conexión de una celda C_k debe precisar, además, en qué configuración, serie o paralelo, se encuentra la celda C_k con respecto a las otras celdas del módulo E_i .

[0035] Según un modo de realización, una tabla de prioridades está almacenada en la memoria MEM del circuito de mando maestro BMS, por ejemplo, en la forma de una tabla, cada fila de la tabla correspondiendo por ejemplo a una fila de la memoria MEM. A modo de ejemplo, para una batería que comprende N celdas, a cada celda se le atribuye un identificador, por ejemplo un número que varía de 1 a N. Para una batería 5 que comprende N celdas, la tabla de prioridades comprende N filas, cada fila j, siendo j un número entero que varía de 1 a N, estando asociada a la celda de número j. En concreto, el nivel de prioridad de la celda se almacena en la tabla de prioridades para cada celda. A modo de ejemplo, para una batería que comprende N celdas, los niveles de prioridad de unas celdas van de 1 a N, siendo el nivel de prioridad "1" el más importante y siendo el nivel de prioridad "N" el menos importante. El circuito de mando maestro BMS puede cambiar los niveles de prioridad de unas celdas de la tabla de prioridades, en concreto a partir de unos datos transmitidos por los módulos E_i , variando i de 1 a N, procedentes de las medidas de los sensores de unos módulos E_i . Se denomina actualización de la tabla de prioridades a una modificación de los niveles de prioridad de al menos determinadas celdas por el circuito de mando maestro BMS.

[0036] El circuito de mando maestro BMS asocia, a cada celda con un nivel de prioridad dado, un indicador, llamado en lo sucesivo indicador de prioridad siguiente, que designa la celda de la tabla de prioridades que tiene el nivel de prioridad justo por debajo del nivel de prioridad dado y un indicador, llamado en lo sucesivo indicador de prioridad anterior, que designa la celda en la tabla de prioridades que tiene el nivel de prioridad justo por encima del nivel de prioridad dado.

[0037] El indicador de prioridad anterior asociado a la celda con el nivel de prioridad más elevado en la tabla de prioridades no designa ninguna otra celda y puede comprender un valor de referencia llamado Nulo. El indicador de prioridad siguiente asociado a la celda con el nivel de prioridad más bajo en la tabla de prioridades no designa ninguna otra celda y puede comprender un valor de referencia llamado Nulo.

[0038] Una operación de actualización comprende la determinación de nuevos niveles de prioridad en la tabla de prioridades para las celdas. El circuito de mando maestro BMS asocia, además, a cada celda, un indicador, llamado en lo sucesivo futuro indicador de prioridad anterior, que designa la celda en la tabla de prioridades que tiene el nivel de prioridad justo por encima del nuevo nivel de prioridad de la celda en la actualización de la tabla de prioridades y un indicador, llamado en lo sucesivo futuro indicador de prioridad siguiente, que designa la celda en la tabla de prioridades que tiene el nivel de prioridad justo por debajo del nuevo nivel de prioridad de la celda en la actualización de la tabla de prioridades. Según un modo de realización, los indicadores de prioridad siguiente y anterior y los futuros indicadores de prioridad siguiente y anterior pueden almacenarse en la tabla de prioridades.

[0039] Según un modo de realización, el circuito de mando maestro BMS puede transmitir unos primeros mandos correspondientes a unas órdenes de conexión/desconexión de unas celdas a los circuitos de mando esclavos para seguir la consigna C y puede transmitir además unos segundos mandos correspondientes a unas órdenes de conexión/desconexión de unas celdas a los circuitos de mando esclavos para tener en cuenta una actualización de la tabla de prioridades.

[0040] Según un modo de realización, el circuito de mando maestro BMS utiliza unas listas encadenadas para determinar las órdenes de conexión/desconexión de unas celdas a realizar. Una lista encadenada designa en informática una estructura de datos que representa una colección ordenada y de tamaño arbitrario de elementos del mismo tipo, cuya representación en la memoria del ordenador es una sucesión de elementos formados por un contenido y por al menos un indicador a otro elemento. De manera figurativa, el conjunto de elementos se asemeja a una cadena cuyos eslabones serían los elementos. Todos los datos relativos a cada lista encadenada pueden almacenarse en la memoria MEM del circuito de mando maestro BMS.

[0041] La figura 3 representa de forma esquemática un elemento 20_A de la lista encadenada. Cada elemento 20_A comprende:

un identificador 22_A (Celda A) de una de las celdas de la batería 5, por ejemplo el mismo que el utilizado en la tabla de prioridades;
un indicador 24_A (en Prev, Ant) que designa un elemento de la lista encadenada correspondiente a una celda con

un nivel de prioridad más elevado al correspondiente al elemento 20_A en la versión de la tabla de prioridades antes de la actualización, y que se llama indicador anterior 24_A en la siguiente descripción; y
 un indicador 26_A (en Next, Sig) que designa un elemento de la lista encadenada correspondiente a una celda con un nivel de prioridad menos elevado al correspondiente al elemento 20_A en la versión de la tabla de prioridades antes de la actualización, y que se llama indicador siguiente 26_A en la siguiente descripción.

[0042] En el resto de la descripción, se habla indistintamente de una celda o del elemento asociado de una lista encadenada.

[0043] Según un modo de realización, cada lista encadenada comprende solamente una parte de las celdas de la batería 5. Dos elementos de dos listas encadenadas diferentes asociados a la misma celda de la batería tienen el mismo identificador 22_A. Por el contrario, los valores del indicador anterior 24_A y del indicador siguiente 26_A de dos elementos de dos listas encadenadas diferentes asociados a la misma celda de la batería pueden ser diferentes. Asimismo, el indicador anterior 24_A de una celda de una lista encadenada puede ser diferente del indicador de prioridad anterior utilizado para esa celda en la tabla de prioridades y el indicador siguiente 26_A de una celda de una lista encadenada puede ser diferente del indicador siguiente de prioridad utilizado para esa celda en la tabla de prioridades.

[0044] La figura 4 representa, de forma parcial y esquemática, un ejemplo de una lista encadenada 32 que puede ser utilizada por el circuito de mando maestro BMS comprende, a título de ejemplo, tres elementos 20_A, 20_B y 20_C. El indicador siguiente 26_A del elemento 20_A designa el elemento 26_B de la lista encadenada y el indicador anterior 24_B del elemento 26_B designa el elemento 20_A de la lista encadenada. El indicador siguiente 26_B del elemento 20_B designa el elemento 26_C de la lista encadenada y el indicador anterior 24_C del elemento 26_C designa el elemento 20_B de la lista encadenada. Esto significa que, en la versión previa a la actualización de la tabla de prioridades, el nivel de prioridad del elemento 20_A es más importante que el nivel de prioridad del elemento 20_B y que el nivel de prioridad del elemento 20_B es más importante que el nivel de prioridad del elemento 20_C.

[0045] La lista encadenada comprende dos elementos particulares, los elementos 20_A y 20_C situados en los extremos de la lista encadenada. El indicador anterior 26_A del elemento 20_A de la lista encadenada no designa un elemento de la lista encadenada y comprende un valor de referencia llamado Nulo. El indicador siguiente 26_C del elemento 20_C de la lista encadenada no designa un elemento de la lista encadenada y comprende el valor de referencia Nulo.

[0046] Los elementos de una lista encadenada están dispuestos de forma ordenada desde el primer elemento de la lista encadenada hasta el último elemento de la lista encadenada. En el ejemplo representado en la figura 4, el primer elemento de la lista encadenada 32 puede corresponder al elemento 20_A o al elemento 20_B dependiendo de cómo estén dispuestos los elementos en la lista encadenada. El rango de un elemento en la lista encadenada corresponde a la posición de este elemento contado desde el primer elemento 20_A de la lista encadenada.

[0047] La eliminación de un elemento de una lista encadenada se va a ilustrar con la lista encadenada 32 de la figura 4. A modo de ejemplo, la eliminación del elemento 20_B se obtiene modificando el indicador siguiente 26_A del elemento 20_A para que designe el elemento 20_C y modificando el indicador anterior 24_C del elemento 20_C para que designe el elemento 20_A. La eliminación del elemento 20_A se obtiene modificando el indicador anterior 24_B del elemento 20_B para que designe el valor de referencia Nulo. La eliminación del elemento 20_C se obtiene modificando el indicador siguiente 26_B del elemento 20_B para que designe el valor de referencia Nulo.

[0048] La adición de un nuevo elemento dentro de una lista encadenada se logra modificando los indicadores adaptados de unos elementos entre los que se inserta el nuevo elemento para que designen el nuevo elemento y modificando los indicadores siguiente y anterior del nuevo elemento para que designen los elementos entre los que se inserta el nuevo elemento. A modo de ejemplo, la adición de un nuevo elemento, no representado, entre los elementos 20_A y 20_B de la lista encadenada 32 se obtiene modificando el indicador siguiente 26_A del elemento 20_A para que designe el elemento, modificando el indicador anterior 24_B del elemento 20_B para que designe el nuevo elemento, modificando el indicador anterior del nuevo elemento para que designe el elemento 20_A y modificando el indicador siguiente del nuevo elemento para que designe el elemento 20_B.

[0049] La adición de un nuevo elemento a un extremo de una lista encadenada se va a ilustrar por la adición de un nuevo elemento en el extremo de la lista encadenada 32 correspondiente al elemento 20_A. Esta adición se obtiene modificando el indicador anterior del elemento 20_A que inicialmente estaba en el extremo de la lista encadenada 32 para que designe el nuevo elemento, modificando el indicador siguiente del nuevo elemento para que designe el elemento 20_A que inicialmente estaba en el extremo de la lista encadenada 32 y modificando el indicador siguiente del nuevo elemento para que designe el valor de referencia Nulo.

[0050] El circuito de mando maestro BMS puede utilizar varias listas encadenadas. Según un modo de realización, el circuito de mando maestro BMS utiliza una lista encadenada cuyos elementos corresponden a las celdas de la batería 5 utilizables que están conectadas o desconectadas. Una lista encadenada de este tipo se llama en lo sucesivo lista de celdas válidas. Los elementos de la lista de celdas válidas pueden disponerse con el primer elemento correspondiente a la celda con el nivel de prioridad más grande en la versión previa a la actualización de la tabla de prioridades. Las celdas conectadas se sitúan todas entonces en la primera parte de la lista de celdas válidas desde la

primera posición de la lista de celdas válidas y las celdas desconectadas se sitúan todas en la segunda parte de la lista de celdas válidas hasta la última posición de la lista de celdas válidas. El circuito de mando maestro BMS puede utilizar un indicador de posición que se mantiene actualizado para marcar la posición en la lista encadenada del último elemento conectado del nivel de prioridad más bajo. A modo de variante, este indicador puede designar al primer elemento desconectado con el nivel de prioridad más elevado.

[0051] Según otro modo de realización, en lugar de la lista de celdas válidas, el circuito de mando maestro BMS utiliza dos listas encadenadas, una lista encadenada cuyos elementos corresponden a las celdas de la batería 5 que están conectadas, y llamada en lo sucesivo lista de celdas conectadas, y una lista encadenada cuyos elementos corresponden a las celdas de la batería 5 que no están conectadas pero que es probable que estén conectadas, y llamada en lo sucesivo lista de celdas desconectadas. Los elementos de la lista de celdas desconectadas pueden disponerse con el primer elemento correspondiente a la celda con el nivel de prioridad más grande en la versión antes de actualizar la tabla de prioridades entre las celdas desconectadas. Los elementos de la lista de celdas conectadas pueden disponerse con el primer elemento correspondiente a la celda con el nivel de prioridad más pequeño en la versión antes de actualizar la tabla de prioridades entre las celdas conectadas.

[0052] Según un modo de realización, el circuito de mando maestro BMS utiliza además una lista encadenada cuyos elementos corresponden a unas celdas de la batería 5 que no están conectadas y que no pueden seleccionarse. Se dice que dichos elementos y las celdas correspondientes están en cuarentena en lo sucesivo y esta lista encadenada se llama en lo sucesivo lista de cuarentena. El circuito de mando maestro BMS está adaptado para determinar que una celda de la batería debe ponerse en cuarentena y el elemento correspondiente debe desplazarse en la lista de cuarentena, en concreto a partir de las señales proporcionadas por los sensores de los módulos E._i, variando i de 1 a N.

[0053] Según otro modo de realización, el circuito de mando maestro BMS utiliza, en lugar de una lista de celdas en cuarentena, dos listas encadenadas o más de dos listas encadenadas de elementos puestos en cuarentena según las condiciones que provocaron que se descartaran las celdas correspondientes. Una lista encadenada puede comprender unos elementos puestos en cuarentena de forma temporal. Una lista encadenada de este tipo se llama en lo sucesivo lista de cuarentena temporal. Otra lista encadenada puede comprender unos elementos puestos en cuarentena de forma definitiva y cuyas celdas correspondientes deben reemplazarse. Una lista encadenada de este tipo se llama en lo sucesivo lista de cuarentena definitiva. En las listas de cuarentena descritas anteriormente, los elementos pueden disponerse con el primer elemento correspondiente a la celda con el nivel de prioridad más grande en la versión antes de actualizar la tabla de prioridades entre las celdas de la lista encadenada. A modo de variante, los elementos pueden disponerse en la lista de cuarentena por orden de llegada en la lista encadenada.

[0054] Según un modo de realización, se utiliza la misma tabla de prioridades tanto para una operación de carga como para una operación de descarga. Un modo de realización de este tipo puede implementarse cuando solo se tienen en cuenta los estados de carga de las celdas para la determinación de los niveles de prioridad de las celdas de la batería. En efecto, en este caso, los niveles de prioridad para una operación de carga pueden ser las simetrías de los niveles de prioridad para una operación de descarga, es decir, el orden de los niveles de prioridad de las celdas, de mayor prioridad a menor prioridad, para una operación de descarga de la batería 5 es el inverso del orden de los niveles de prioridad de las celdas, de mayor prioridad a menor prioridad, para una operación de carga. Según un modo de realización, durante el paso de una operación de carga a una operación de descarga y viceversa, el circuito de mando maestro BMS invierte la clasificación de los niveles de prioridades en la tabla de prioridades.

[0055] Según otro modo de realización, el circuito de mando maestro BMS puede utilizar dos tablas de prioridades, una primera tabla de prioridades que se utiliza durante una operación de carga, llamada tabla de prioridades de carga, y una segunda tabla de prioridades que se utiliza durante una operación de descarga, llamada tabla de prioridades de descarga. Un modo de realización de este tipo puede resultar ventajosa si se tienen en cuenta unos criterios adicionales, además del estado de carga, para la determinación de los niveles de prioridad de las celdas de la batería, por ejemplo, la temperatura de la celda, el estado de salud de la celda o la impedancia interna de la celda. En efecto, por lo tanto, puede ser deseable que los niveles de prioridad de las celdas para una operación de carga no sean simétricos con los niveles de prioridad de las celdas para una operación de descarga. También, el circuito de mando maestro BMS puede utilizar unas listas encadenadas diferentes dependiendo de si la batería 5 está en carga o en descarga.

[0056] De este modo, el circuito de mando maestro BMS puede comprender una lista de celdas válidas para una operación de carga (o una lista de celdas conectadas para una operación de carga y una lista de celdas desconectadas para una operación de carga), una lista de celdas válidas para una operación de descarga (o una lista de celdas conectadas para una operación de descarga y una lista de celdas desconectadas para una operación de descarga), una lista de cuarentena temporal para una operación de carga y una lista de cuarentena temporal para una operación de descarga.

[0057] Según otro modo de realización, en lugar de una lista de celdas en cuarentena temporal para una operación de carga y una lista de celdas en cuarentena temporal para una operación de descarga, el circuito de mando maestro BMS puede utilizar más de dos listas encadenadas de elementos puestos en cuarentena temporal según las

condiciones que provocaron que se descartaran las celdas correspondientes. Una lista encadenada puede comprender unos elementos puestos en cuarentena de forma temporal cuando al menos uno de los parámetros de funcionamiento de las celdas correspondientes, por ejemplo, la temperatura de la celda, la tasa de carga de la celda, la tensión en los terminales de la celda, etc., está fuera del rango de funcionamiento normal. Una lista encadenada de este tipo se llama en lo sucesivo lista de cuarentena temporal por causa de la tensión/temperatura. El circuito de mando maestro BMS puede utilizar una lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para las operaciones de carga y una lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para las operaciones de descarga.

[0058] Según un modo de realización, el número de operaciones de conexión/desconexión que puede realizar el circuito de mando esclavo 12 de un módulo E_i , variando i de 1 a N , por unidad de tiempo puede estar limitado por la estructura de unos circuitos de alimentación de unos componentes internos del módulo E_i . Otra lista encadenada puede comprender unos elementos puestos en cuarentena de forma temporal puesto que los módulos que contienen las celdas correspondientes han superado el umbral autorizado de operaciones de conexión/desconexión por unidad de tiempo. Una lista encadenada de este tipo se llama en lo sucesivo lista de cuarentena temporal por causa de alimentación. Para la lista de cuarentena por causa de alimentación y la lista de cuarentena definitiva, puede que no sea útil proporcionar listas encadenadas diferentes para las operaciones de carga y de descarga, dado que los criterios que hacen que un elemento se desplace a una de estas listas pueden ser los mismos para una operación de carga o de descarga.

[0059] Según un modo de realización, para una operación de carga o de descarga, a cada celda de la batería corresponde a un solo elemento en una de las listas de selección utilizadas para esta operación de carga o de descarga. A continuación se hace referencia indiscriminadamente a la celda o al elemento correspondiente en el resto de la descripción. Más precisamente, en caso de que se utilice el circuito de mando maestro BMS, sin distinguir entre las operaciones de carga y las operaciones de descarga, una lista de celdas conectadas, una lista de celdas desconectadas y al menos una lista de celdas en cuarentena, cada celda se encuentra en la lista de celdas conectadas, ya sea en la lista de celdas desconectadas, ya sea en una de las listas de celdas en cuarentena.

[0060] Según un modo de realización, en el caso de que el circuito de mando maestro BMS utilice una lista de celdas conectadas para una operación de carga, una lista de celdas conectadas para una operación de descarga, una lista de celdas desconectadas para una operación de carga, una lista de celdas desconectadas para una operación de descarga, una lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para una operación de carga y una lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para una operación de descarga y al menos otra lista de cuarentena común para las operaciones de carga y de descarga, cada celda está en una de las siguientes listas encadenadas:

la lista de celdas conectadas para una operación de carga, la lista de celdas desconectadas para una operación de carga, lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para una operación de carga u otra lista de cuarentena común a las operaciones de carga y de descarga;

y en una de las siguientes listas:

lista de celdas conectadas para una operación de descarga, lista de celdas desconectadas para una operación de descarga, lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para una operación de descarga u otra lista de cuarentena común a las operaciones de carga y de descarga.

[0061] Sin embargo, de forma ventajosa, determinadas combinaciones pueden quedar excluidas. A modo de ejemplo, se puede prever que una celda no pueda estar a la vez en la lista de celdas conectadas para una operación de carga y en la lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para una operación de descarga. En efecto, sin esta exclusión, durante el paso de una operación de carga a una operación de descarga, el elemento de la lista de celdas conectadas de carga, que corresponde por tanto a un acumulador conectado eléctricamente, se encuentra en la lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para una operación de descarga, correspondiendo aún al mismo tiempo a un acumulador que está conectado eléctricamente. Entonces sería necesario en la transición de una operación de carga a una operación de descarga (o de una operación de descarga a una operación de carga) aplicar un tratamiento adicional a la lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para una operación de descarga (o de carga) para desconectar los acumuladores aún conectados eléctricamente, lo que implica un tiempo de procesamiento adicional. Por tanto, el hecho de prever unas exclusiones permite facilitar las transiciones entre las operaciones de carga y de descarga.

[0062] En el resto de la descripción, las listas encadenadas descritas previamente y utilizadas por el circuito de mando maestro BMS para la determinación de unos primeros y segundos mandos se llaman listas de selección.

[0063] En el caso de que no exista distinción entre las operaciones de carga y de descarga, el circuito de mando maestro BMS asocia a cada celda de la batería, el indicador anterior de este elemento en la lista de selección a la que pertenece el elemento, el indicador siguiente de este elemento en la lista de selección a la que pertenece el elemento, y un dato de pertenencia que permite determinar directa o indirectamente a qué lista de selección pertenece la celda.

[0064] En el caso de que se haga una distinción entre las listas de selección asociadas a una operación de carga y

las listas de selección asociadas a una operación de descarga, los datos anteriores están asociados a cada celda tanto para la lista de selección asociada a una operación de carga como para la lista de selección asociada a una operación de descarga. Cuando la celda pertenece a dos listas de selección, una asociada a una operación de carga y la otra asociada a una operación de descarga, el indicador anterior, el indicador siguiente y los datos de pertenencia indicados en la locución anterior, están asociados a la celda tanto para la lista de selección asociada a una operación de carga como para la lista de selección asociada a una operación de descarga. Una ventaja del modo de realización descrita anteriormente es que la gestión de las listas encadenadas puede implementar una asignación estática de memoria ya que se almacena un número máximo conocido de datos para cada acumulador de la batería.

[0065] En el resto de la descripción, salvo indicación contraria, se considera, para más sencillez, que un artículo pertenece a una sola lista de selección. Sin embargo, en caso de que el elemento pertenezca a dos listas de selección, una asociada a una operación de carga y la otra asociada a una operación de descarga, se deben realizar las etapas que se describen a continuación para cada lista de selección.

[0066] La actualización de la tabla de prioridades comprende en concreto la determinación por el circuito de mando maestro BMS, para cada celda, de un nuevo valor del nivel de prioridad de la celda. La actualización de la tabla de prioridades comprende, además, la determinación de unos nuevos valores para los futuros indicadores anteriores y siguientes para tener en cuenta unos cambios en los niveles de prioridad. Para efectuar una actualización de la tabla de prioridades, el circuito de mando maestro BMS puede utilizar una copia de la tabla de prioridades, llamada tabla de prioridades temporal, sobre la cual se aplican unos algoritmos para determinar los nuevos valores de los niveles de prioridad y de los futuros indicadores. Cuando se determinan todos los nuevos valores de la tabla de prioridades temporal, el circuito de mando maestro BMS deja de utilizar la tabla de prioridades y utiliza la tabla de prioridades temporal. La tabla de prioridades temporal pasa a ser entonces la tabla de prioridades actualizada y la tabla de prioridades utilizada hasta ahora por el circuito de mando maestro BMS para la determinación de unos primeros y segundos mando puede utilizarse como la siguiente tabla de prioridad temporal. La actualización de la tabla de prioridades puede realizarse en segundo plano por el circuito de mando maestro BMS, cuando los recursos del circuito de mando maestro BMS no se utilizan para implementar el procedimiento de mando de unas celdas que se va a describir. En el caso de que se utilice una tabla de prioridades de carga y una tabla de prioridades de descarga, el circuito de mando maestro BMS actualiza por separado estas dos tablas de prioridades. Según un modo de realización, cuando el circuito de mando maestro BMS actualiza la tabla de prioridades de carga, actualiza igualmente la tabla de prioridades de descarga y viceversa.

[0067] Según un modo de realización, además de unas listas de selección, el circuito de mando maestro BMS utiliza una lista encadenada adicional que contiene los elementos que pueden no estar correctamente colocados en las listas de selección. Esta lista encadenada se llama en lo sucesivo lista de ordenación. Por lo tanto, un elemento presente en la lista de ordenación siempre está presente en al menos una de las listas de selección.

[0068] Cuando se utiliza una sola tabla de prioridades, es posible que unos elementos no se coloquen correctamente en las listas de selección después de un cambio en los niveles de prioridad resultante de una actualización de la tabla de prioridades o durante un paso entre una operación de carga y de descarga.

[0069] Es posible que unos elementos no se coloquen correctamente en las listas de selección por varias razones cuando se utilizan una tabla de prioridades de carga y una tabla de prioridades de descarga:

- es posible que unos elementos no se coloquen correctamente en las listas de selección asociadas a una operación de carga tras un cambio en los niveles de prioridad resultante de una actualización de la tabla de prioridades de carga;
- es posible que unos elementos no se coloquen correctamente en las listas de selección asociadas a una operación de descarga tras un cambio en los niveles de prioridad resultante de una actualización de la tabla de prioridades de descarga;
- es posible que unos elementos no se coloquen correctamente en las listas de selección asociadas a una operación de carga tras un cambio en los niveles de prioridad resultante de una actualización de la tabla de prioridades de descarga mientras la batería está en descarga, lo que provocaría incoherencias durante el paso de la operación de descarga a una operación de carga; y
- es posible que unos elementos no se coloquen correctamente en las listas de selección asociadas a una operación de descarga tras un cambio en los niveles de prioridad resultante de una actualización de la tabla de prioridades de carga mientras la batería está en carga, lo que provocaría incoherencias durante el paso de la operación de carga a una operación de descarga.

[0070] Según un modo de realización, el circuito de mando maestro de control puede utilizar una sola lista de ordenación que comprende todos los elementos que probablemente no estén colocados correctamente para una operación de carga y de descarga. Según un modo de realización, durante la actualización de la tabla de prioridades de carga o de descarga, todos los elementos de la tabla de prioridades se pueden colocar de forma predeterminada en la lista de ordenación. Esto permite estar seguro de abordar las incoherencias de colocación con respecto a los nuevos conjuntos de prioridades y con respecto a los pasos entre las operaciones de carga y de descarga.

[0071] Según otro modo de realización, el circuito de mando maestro BMS puede añadir un elemento a la lista de ordenación cuando los futuros indicadores siguiente y anterior han sido modificados por la actualización de la tabla de prioridades. En el caso de que se utilice una tabla de prioridades de carga y una tabla de prioridades en descarga, el circuito de mando maestro BMS puede utilizar una lista de ordenación para una operación de carga, llamada lista de ordenación de carga y lista de ordenación para una operación de descarga, llamada lista de ordenación en descarga. A modo de variante, el circuito de mando maestro BMS puede utilizar una lista de ordenación, llamada lista de ordenación común, que comprende los elementos que se van a ordenar de la misma manera durante una actualización de la tabla de prioridades de carga y de la tabla de prioridades de descarga o durante una conmutación de una lista de selección de carga a una lista de selección de descarga o viceversa durante un cambio de un paso de la batería entre carga y descarga, una lista de ordenación, llamada lista de ordenación específica de carga, que comprende los elementos que deben ordenarse durante una actualización de al menos una de las tablas de prioridad o que deben reordenarse después de una alternancia con el modo de funcionamiento en descarga, y una lista de ordenación, llamada lista de ordenación específica de descarga, que comprende los elementos que deben ordenarse durante una actualización de al menos una de las tablas de prioridad o que deben reordenarse después de una alternancia con el modo de funcionamiento en carga.

[0072] El circuito de mando maestro BMS puede actualizar la lista de ordenación o las listas de ordenación en cada actualización de la tabla de prioridades de carga o de descarga.

[0073] Como se describe en lo sucesivo, se implementa una operación de selección para colocar correctamente los elementos que figuran en la lista de ordenación o las listas de ordenación. Cuando se ordena un elemento, este elemento se puede eliminar de la lista de ordenación si no se modifican los niveles de prioridad y si no ha habido alternancia entre una operación de carga y una operación de descarga. Se obtiene así una convergencia hacia un estado estable donde todos los elementos están ordenados mientras no cambien los niveles de prioridad y el modo de funcionamiento (en carga o en descarga).

[0074] La figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra un procedimiento de mando de conexión/desconexión de celdas que puede implementarse por la batería 5 representada en la figura 1.

[0075] En la etapa 40, el circuito de mando maestro BMS determina si se ha recibido una nueva consigna C. Si se ha recibido una nueva consigna C, el procedimiento continúa en la etapa 42.

[0076] En la etapa 42, el circuito de mando BMS determina unos primeros mandos para seguir la nueva consigna C.

[0077] Según un modo de realización en el que se utiliza la lista de celdas válidas descrita anteriormente, el circuito de mando maestro BMS puede utilizar el indicador de posición descrito anteriormente que designa el último elemento conectado. Cuando la nueva consigna C genera la conexión de una celda adicional de la batería 5, el circuito de mando maestro BMS selecciona el elemento de la lista de celdas válidas que sigue al último elemento conectado y determina unos primeros mandos para conectar la celda correspondiente a este elemento que luego se convierte en el último elemento conectado. Esta operación se repite tantas veces como celdas haya que conectar para seguir la nueva consigna C. Cuando la nueva consigna C provoca la desconexión de una celda de la batería 5, el circuito de mando maestro BMS selecciona el último elemento conectado y determina unos primeros mandos para desconectar la celda correspondiente a este elemento, el elemento anterior en la lista de celdas válidas convirtiéndose en el último elemento conectado. Esta operación se repite tantas veces como celdas haya que desconectar para seguir la nueva consigna C.

[0078] Según un modo de realización en el que se utilizan las listas de celdas conectadas y desconectadas descritas anteriormente, cuando la nueva consigna C genera la conexión de una celda adicional de la batería 5, el circuito de mando maestro BMS selecciona el primer elemento de la lista de celdas desconectadas y determina unos primeros mandos para conectar la celda de la batería 5 correspondiente a este elemento. Esta operación se repite tantas veces como celdas haya que conectar para seguir la nueva consigna C. Según un modo de realización, cuando la nueva consigna C genera la desconexión de una celda adicional de la batería 5, el circuito de mando maestro BMS selecciona el primer elemento de la lista conectada y determina unos primeros mandos para desconectar la celda de la batería 5 correspondiente a este elemento. Esta operación se repite tantas veces como celdas haya que desconectar para seguir la nueva consigna C.

[0079] En los modos de realización descritos anteriormente, la operación de selección puede realizarse ventajosamente de forma robusta ya que se garantiza que el primer elemento de la lista desconectada o conectada esté siempre disponible para ser seleccionado o que el elemento designado por un indicador o el elemento que sigue al elemento designado por un indicador siempre está disponible para ser seleccionado. Además, la operación de selección se puede realizar en un tiempo limitado ya que no existe ninguna etapa de búsqueda de elementos a conectar o desconectar, siendo los elementos seleccionados determinados de forma automática.

[0080] Según un modo de realización, en la etapa de selección, no se realiza una operación de ordenación de unas listas de selección. En este caso, cuando se utiliza la lista de celdas válidas descrita anteriormente, cuando el circuito

de mando maestro BMS selecciona el último elemento conectado de la lista de celdas válidas para desconectar la celda correspondiente, solamente modifica el indicador de posición que designa el último elemento conectado. Asimismo, cuando el circuito de mando maestro BMS selecciona el elemento que sigue al último elemento conectado de la lista de celdas válidas para conectar la celda correspondiente, solamente modifica el indicador de posición que en adelante designa este elemento. Cuando se utilizan las listas de celdas conectadas y desconectadas descritas anteriormente, cuando el circuito de mando maestro BMS selecciona el primer elemento de la lista desconectada, lo coloca en la primera posición de la lista conectada y modifica en consecuencia los indicadores de unos elementos en cuestión y cuando el circuito de mando maestro BMS selecciona el primer elemento de la lista conectada, lo coloca en la primera posición de la lista desconectada y modifica en consecuencia los indicadores de los elementos en cuestión.

[0081] Según un modo de realización, en el caso de que se haga una distinción entre las listas de selección asociadas a una operación de carga y las listas de selección asociadas a una operación de descarga, si la batería está en carga y si al menos una celda utilizable está conectada o desconectada, el circuito de mando maestro BMS modifica la lista de celdas válidas para una operación de carga (o la lista de celdas conectadas para una operación de carga y la lista de celdas desconectadas para una operación de carga) pero igualmente la lista de celdas válidas para una operación de descarga (o la lista de celdas conectadas para una operación de descarga y la lista de celdas desconectadas para una operación de descarga). Asimismo, cuando la batería está en descarga y si al menos una celda utilizable está conectada o desconectada, el circuito de mando maestro modifica la lista de celdas válidas para una operación de descarga (o la lista de celdas conectadas para una operación de descarga y la lista de celdas desconectadas para una operación de descarga) pero igualmente la lista de celdas válidas para una operación de carga (o la lista de celdas conectadas para una operación de carga y la lista de celdas desconectadas para una operación de carga). Sin embargo, cuando la batería está en carga y si al menos una celda se pone en la lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para una operación de carga, el circuito de mando maestro BMS puede no poner la celda en la lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para una operación de descarga. En efecto, una celda puede colocarse en la lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para una operación de carga puesto que su estado de carga excede un umbral, mientras que es deseable que esta celda permanezca inmediatamente disponible durante un paso a descarga. Asimismo, cuando la batería está en descarga y si al menos una celda se coloca en la lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para una operación de descarga, el circuito de mando maestro BMS puede no poner la celda en la lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para una operación de carga. En efecto, una celda puede ponerse en la lista de cuarentena temporal por causa de tensión/temperatura para una operación de descarga puesto que su estado de carga cae por debajo de un umbral, mientras que es deseable que esta celda permanezca inmediatamente disponible durante un paso a carga.

[0082] Según un modo de realización, en la etapa de selección, también se realiza una operación de ordenación de unos elementos seleccionados de unas listas de selección, en concreto para tener en cuenta una posible actualización de la tabla de prioridades. Una limitación es que la operación de ordenación debe ser compatible con el resultado de la ejecución de la etapa de selección sin operación de ordenación. Un ejemplo de limitación de compatibilidad es que si la ejecución de la etapa de selección sin operación de ordenación provoca la desconexión de la última celda conectada de la lista de celdas válidas de carga (o de descarga), la operación de ordenación debe provocar el desplazamiento de la última celda conectada en la parte de la lista de celdas válidas de carga (o de descarga) que agrupa las celdas desconectadas. Otro ejemplo de limitación de compatibilidad es que si la ejecución de la etapa de selección sin operación de ordenación provoca la eliminación del elemento seleccionado de la lista de celdas conectadas de carga (o de descarga) y la inserción del elemento seleccionado en la parte superior de la lista de unas celdas desconectadas de carga (o de descarga), la operación de ordenación debe provocar el desplazamiento del elemento seleccionado de la lista de unas celdas conectadas de carga (o de descarga) a la lista de unas celdas desconectadas de carga (o de descarga) en una posición distinta a la primera posición. Según un modo de realización, cuando la batería está en carga, la operación de ordenación en la etapa de selección se realiza solamente en las listas de selección de carga y cuando la batería está en descarga, la operación de ordenación en la etapa de selección se realiza solamente en las listas de selección de descarga. La operación de ordenación se puede realizar según diferentes modos de realización correspondientes a una ordenación más o menos parcial del elemento seleccionado.

[0083] Según un modo de realización, la operación de ordenación corresponde a una ordenación parcial del elemento seleccionado que consiste en desplazar el elemento seleccionado lo más posible del elemento designado por el futuro indicador de prioridad anterior o por el futuro indicador de prioridad siguiente si esto es compatible con el resultado de la ejecución de la etapa de selección sin operación de ordenación. En caso de que se utilice la lista de celdas conectadas y la lista de celdas desconectadas descritas anteriormente, la limitación de una ordenación parcial de este tipo es simplemente que el elemento designado por el futuro indicador de prioridad anterior o el elemento designado por el futuro indicador de prioridad siguiente se encuentre en la lista de selección a la que se va a desplazar el elemento seleccionado. Esto permite de forma ventajosa limitar la duración de la ejecución de la operación de ordenación.

[0084] Según otro modo de realización, el circuito de mando maestro BMS, para el elemento seleccionado, compara el futuro indicador de prioridad anterior con el indicador de prioridad anterior y compara el futuro indicador de prioridad siguiente con el indicador de prioridad siguiente. Esta comparación es independiente de la lista de selección a la que

pertenece el elemento seleccionado. En caso de que el futuro indicador de prioridad anterior sea igual al indicador de prioridad anterior y que el futuro indicador de prioridad siguiente sea igual al indicador de prioridad siguiente, esto significa que el nivel de prioridad del elemento seleccionado no ha cambiado y que no es necesario realizar ninguna operación de ordenación en el elemento seleccionado. En caso de que el futuro indicador de prioridad anterior sea diferente del indicador de prioridad anterior y/o en caso de que el futuro indicador de prioridad siguiente sea diferente del indicador de prioridad siguiente, esto significa que se debe realizar una ordenación del elemento seleccionado. Cuando hay compatibilidad con el resultado de la ejecución de la etapa de selección sin operación de ordenación, el elemento seleccionado se desplaza directamente a la ubicación correspondiente al futuro indicador de prioridad anterior y al futuro indicador de prioridad siguiente. En caso de incompatibilidad, una ordenación parcial como se ha descrito anteriormente puede implementarse o la etapa de selección puede ejecutarse sin operación de ordenación.

[0085] En la etapa 44, los primeros mandos son transmitidos por el circuito de mando maestro BMS a los circuitos de mando esclavos de las etapas E_1 a E_N por el bus de transmisión de datos BUS. El procedimiento continúa en la etapa 46.

[0086] Si, en la etapa 40, no se ha recibido una nueva consigna C, el procedimiento continúa en la etapa 46. Un modo de realización de este tipo puede adaptarse en el caso en que los circuitos de mando esclavos 10 estén adaptados para mantener las señales que proporcionan en ausencia de nuevas órdenes.

[0087] A modo de variante, la etapa 40 puede no estar presente y las etapas 42 y 44 pueden ejecutarse en cada ciclo. Cuando la consigna C no varía, los primeros mandos pueden determinarse no obstante en la etapa 42 para seguir el valor inalterado de la consigna C y estos primeros mandos son transmitidos en la etapa 44 por el circuito de mando maestro BMS a los circuitos de mando esclavos de las etapas E_1 a E_N por el bus de transmisión de datos BUS.

[0088] En la etapa 46, el circuito de mando maestro BMS efectúa una operación de ordenación de uno de los elementos de la lista de ordenación. Según un modo de realización, el circuito de mando maestro BMS determina, para el primer elemento de la lista de ordenación, si el indicador de prioridad anterior es igual al futuro indicador de prioridad anterior y si el indicador de prioridad siguiente es igual al futuro indicador de prioridad siguiente. Si tal es el caso, esto significa que el elemento considerado está correctamente colocado en la lista de selección a la que pertenece. Luego, el primer elemento se elimina de la lista de ordenación y se considera el elemento siguiente de la lista de ordenación. Si este no es el caso, esto significa que el elemento considerado no está correctamente colocado en la lista de selección. La operación de ordenación del elemento considerado puede realizarse entonces como se ha descrito anteriormente en la etapa 42 para el elemento seleccionado. En particular, se puede implementar una ordenación parcial. Según otro modo de realización, una operación de ordenación se realiza de la siguiente manera. Cuando el futuro indicador de prioridad anterior y el indicador de prioridad anterior del elemento seleccionado son diferentes, es el elemento seleccionado el que se desplaza en las listas de selección para que el indicador anterior del elemento seleccionado sea igual al futuro indicador anterior del elemento seleccionado. Cuando el futuro indicador de prioridad siguiente y el indicador de prioridad siguiente del elemento seleccionado son diferentes, es el elemento designado por el futuro indicador de prioridad siguiente del elemento seleccionado el que se desplaza en las listas de selección de modo que el indicador de prioridad anterior del elemento designado por el futuro indicador de prioridad siguiente del elemento seleccionado designa el elemento seleccionado. Esto permite, de forma ventajosa, evitar unos desplazamientos repetidos no deseados de un mismo elemento entre dos posiciones.

[0089] Si el elemento considerado no debe cambiarse de la lista de selección sino solamente desplazarse en la misma lista de selección, el circuito de mando maestro BMS desplaza este elemento, por ejemplo eliminándolo de la lista de selección donde se encuentra e insertándolo en esta misma lista de selección en el lugar correcto. Si el elemento considerado debe ser cambiado de la lista de selección, se elimina de la lista de selección donde se encuentra y se inserta en otra lista de selección en el lugar correcto.

[0090] Cuando el desplazamiento de un elemento después de una operación de ordenación provoque una modificación del número total de celdas conectadas de la batería 5, es necesario efectuar el desplazamiento de otro elemento para que el número total de celdas conectadas permanezca constante. La conexión o la desconexión de este otro elemento se puede realizar como se ha descrito previamente en la etapa 42. A modo de ejemplo, si un elemento se desplaza en la lista de celdas válidas descrita anteriormente de una posición correspondiente a una celda conectada a una posición correspondiente a una celda desconectada, el circuito de mando maestro BMS puede desplazar el indicador del último elemento conectado al elemento siguiente para provocar la conexión de una celda adicional. Según otro ejemplo, si un elemento se desplaza de la lista de celdas conectadas a la lista de celdas desconectadas descritas anteriormente, el primer elemento de la lista de celdas desconectadas puede desplazarse en la lista de celdas conectadas. Según un modo de realización, también se realiza una operación de ordenación del elemento desplazado. El procedimiento continúa en la etapa 48.

[0091] En la etapa 48, el circuito de mando maestro BMS determina si la etapa 46 de ordenación requiere la transmisión de segundos mandos de conexión/desconexión a los circuitos de mando esclavos de las etapas E_1 a E_N . Si la etapa 46 de ordenación parcial no requiere la transmisión de segundos mandos de conexión/desconexión, el procedimiento continúa en la etapa 40, que cierra el ciclo. Si la etapa 46 de ordenación parcial requiere la transmisión de segundos mandos de conexión/desconexión, el procedimiento continúa en la etapa 50.

[0092] En la etapa 50, el circuito de mando BMS determina unos segundos mandos para seguir la operación de ordenación. El procedimiento continúa en la etapa 52.

5 **[0093]** En la etapa 52, los segundos datos son transmitidos por el circuito de mando maestro BMS a los circuitos de mando esclavos de las etapas E_1 a E_N por el bus de transmisión de datos BUS. El procedimiento continúa en la etapa 40, que cierra el ciclo.

10 **[0094]** En el modo de realización precedente, se realiza una sola operación de ordenación por ciclo. A modo de variante, las etapas 46 a 50 se pueden repetir un número determinado de veces por ciclo.

15 **[0095]** Según un modo de realización del procedimiento de transmisión de datos sobre el bus BUS, un primer o segundo mando transmitido por el circuito de mando maestro BMS se dirige al circuito de mando esclavo 12 de un solo módulo E_i . El circuito de mando esclavo 12 de cada módulo E_i está adaptado, entonces, para determinar si el mando que recibe está destinado a él. Si es este el caso, el circuito de mando esclavo 12 manda los circuitos de pilotaje 14 y 16 para aplicar las órdenes de conexión/desconexión solicitadas por el circuito de mando maestro BMS. A modo de ejemplo, los mandos se transmiten en forma de tramas, comprendiendo cada trama un encabezado que contiene la dirección del módulo E_i designado seguido de bytes relativos a los mandos de los interruptores y eventualmente seguidos de al menos un byte de control. Una ventaja de un modo de realización de este tipo es que la reactividad de la batería 5 a la recepción de una nueva consigna C es óptima. Además, las conmutaciones de los interruptores de los módulos E_i se reparten en el tiempo, de modo que se reduce la generación de perturbaciones electromagnéticas. Además, se puede implementar un control de error de trama eficaz.

25 **[0096]** Según otro modo de realización del procedimiento de transmisión de datos, cada trama transmitida por el circuito de mando maestro BMS contiene el conjunto de las órdenes de conexión/desconexión para todas las celdas C_k de todos los módulos E_i . El circuito de mando esclavo 12 de cada módulo E_i está, por lo tanto, solicitado con cada trama enviada por el circuito de mando maestro BMS. El circuito de mando esclavo 12 de cada módulo E_i está adaptado para analizar la trama, extraer de ella las órdenes de conexión/desconexión de los interruptores pertenecientes al módulo E_i .

30 **[0097]** En el modo de realización descrito anteriormente, los primeros mandos se transmiten a la etapa 44 y los segundos mandos se transmiten a la etapa 52. A modo de variante, los primeros y segundos mandos se pueden transmitir a la etapa 52. En este caso, el circuito de mando maestro BMS puede determinar si un circuito de mando esclavo 12 es solicitado por unos mandos diferentes y puede determinar un solo mando para este circuito de mando esclavo 12 integrando los diferentes mandos.

35 **[0098]** La figura 6 representa un modo de realización de una batería 60. La batería 40 comprende el conjunto de los elementos de la batería 5 representada en la figura 1, a diferencia de que el bus de transmisión de datos BUS se reemplaza por dos buses de transmisión de datos BUS0 y BUS1 que unen cada uno el circuito de mando maestro BMS a cada módulo E_1 a E_N .

40 **[0099]** El bus de transmisión de datos BUS0 es un bus rápido, es decir, un bus sobre el que se transmiten unos datos con una velocidad superior a 3 megabits por segundo, preferentemente comprendida entre 5 megabits por segundo y 7 megabits por segundo. El bus de transmisión de datos BUS0 puede ser un bus unidireccional. A modo de ejemplo, el bus BUS0 es un bus según la estándar RS485.

45 **[0100]** El bus BUS1 es un bus lento, es decir, sobre el que se transmiten unos datos con una velocidad inferior a 3 megabits por segundo, preferentemente comprendida entre 0,5 megabits por segundo y 1 megabit por segundo. El bus BUS1 es un bus bidireccional. A modo de ejemplo, el bus BUS1 es un bus de datos CAN, en concreto, según el estándar ISO 11898, que integra de forma ventajosa una gestión del arbitraje de unas comunicaciones.

50 **[0101]** El bus rápido BUS0 se utiliza para la transmisión de unos primeros y segundos mandos proporcionados por el circuito de mando maestro BMS para seguir la consigna C. El bus lento BUS1 se utiliza para el intercambio de todos los demás datos entre el circuito de mando maestro BMS y cada módulo E_1 a E_N .

55

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de mando de un sistema eléctrico (5; 60) que comprende un primer circuito de mando (BMS) y varios módulos (E_i) dispuestos en serie entre unos primer y segundo terminales (Fase, Neutro), comprendiendo cada módulo (E_i) unos tercer y cuarto terminales (B+, B-), estando al menos uno de los tercer y cuarto terminales de cada módulo unido a uno de los tercer y cuarto terminales de otro módulo, comprendiendo cada módulo unas celdas eléctricas (C₁, C₂, C₃, C₄), correspondiendo cada una a un elemento de almacenamiento de cargas eléctricas, y unos interruptores (SW_{1.1}, SW_{2.1}, SW₃, SW₄) que unen las celdas eléctricas entre sí y a los tercer y cuarto terminales del módulo y un segundo circuito de mando (12) de los interruptores, comprendiendo el sistema eléctrico además al menos un primer bus de transmisión de datos (BUS; BUS0, BUS1) que une el primer circuito de mando a cada segundo circuito de mando, comprendiendo el primer circuito de mando una memoria (MEM) en la que se almacenan unas listas encadenadas, comprendiendo cada lista encadenada unos elementos que comprenden cada uno un identificador de una de las celdas eléctricas y al menos un primer indicador que designa otro elemento de la lista encadenada, comprendiendo cada lista encadenada una clasificación de los identificadores de la lista encadenada según al menos un criterio elegido del grupo que comprende la temperatura de la celda eléctrica, la tasa de carga de la celda eléctrica, la tensión en los terminales de la celda eléctrica, la impedancia interna de la celda eléctrica, y el estado de salud de la celda, el procedimiento se **caracteriza por** las siguientes etapas sucesivas:
 - a) recepción por el primer circuito de mando (BMS) de una consigna (C);
 - b) transmisión, por el primer circuito de mando a los segundos circuitos de mando, de primeros mandos de conexión o de desconexión de al menos una de las celdas eléctricas de los módulos para seguir dicha consigna, siendo los primeros mandos determinados a partir de las listas encadenadas; y
 - c) transmisión, por el primer circuito de mando a los segundos circuitos de mando, de segundos mandos de conexión de una de las celdas eléctricas y de desconexión de otra celda eléctrica entre las celdas eléctricas, siendo los segundos mandos determinados a partir de las listas encadenadas.
2. Procedimiento de mando según la reivindicación 1, en el que la consigna se elige del grupo que comprende una consigna de suministro de una tensión entre los primer y segundo terminales (Fase, Neutro), una consigna de suministro de una corriente al primer terminal o una consigna de número de celdas eléctricas.
3. Procedimiento de mando según la reivindicación 1 o 2, que comprende la determinación por el primer circuito de mando (BMS), para al menos un primer elemento entre los elementos de una de las listas encadenadas, de un nuevo valor de un segundo indicador que designa un segundo elemento de la lista encadenada o un tercer elemento de otra lista encadenada, y en el que la etapa c) comprende las siguientes etapas sucesivas:
 - d) determinar si los primer y segundo indicadores de dicho elemento son diferentes; y
 - e) en caso de que los primer y segundo indicadores sean diferentes, reemplazar el primer indicador por el segundo indicador y transmitir, por el primer circuito de mando (BMS) a los segundos circuitos de control (12), unos segundos mandos de conexión o de desconexión de la celda eléctrica correspondiente al identificador del primer elemento.
4. Procedimiento de mando según la reivindicación 3, en el que la etapa e) comprende, en el caso de la conexión de la celda eléctrica correspondiente al identificador del primer elemento, la transmisión de segundos mandos de desconexión de la celda eléctrica correspondiente al identificador de un quinto elemento y en el caso de la desconexión de la celda eléctrica correspondiente al identificador del primer elemento, la transmisión de segundos mandos de conexión de celda eléctrica correspondiente al identificador de un quinto elemento.
5. Procedimiento de mando según la reivindicación 3 o 4, que comprende la determinación por el primer circuito de mando (BMS) de una lista encadenada que comprende los elementos para cada uno de los cuales se ha determinado un nuevo valor del segundo indicador.
6. Procedimiento de mando según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que las etapas a), b) y c) se repiten de manera cíclica, no estando las etapas a) y b) presentes al menos durante un ciclo cuando la consigna no varía en dicho ciclo.
7. Procedimiento de mando según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que todos los elementos de una de las listas encadenadas comprenden unos identificadores de celdas eléctricas que están conectadas.
8. Procedimiento de mando según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que todos los elementos de una de las listas encadenadas comprenden unos identificadores de celdas eléctricas que no están conectadas y que pueden estar conectadas.
9. Procedimiento de mando según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que todos los elementos de una de las listas encadenadas comprenden unos identificadores de celdas eléctricas que no están conectadas y puestas en cuarentena.

10. Procedimiento de mando según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende una primera lista encadenada entre las listas encadenadas asociadas a una operación de carga del sistema eléctrico (5) y una segunda lista encadenada entre las listas encadenadas asociadas a una operación de descarga del sistema eléctrico y la utilización, en las etapas b) y c), por el primer circuito de mando de la primera lista encadenada cuando el sistema eléctrico está en carga y de la segunda lista encadenada cuando el sistema eléctrico está en descarga.
11. Procedimiento de mando según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende una etapa de asignación estática de una parte de la memoria (MEM) por el primer circuito de mando (BMS) en la que se almacenan las listas encadenadas.
12. Sistema eléctrico (5; 60) que comprende un primer circuito de mando (BMS) y varios módulos (E_i) dispuestos en serie entre unos primer y segundo terminales (Fase, Neutro), comprendiendo cada módulo (E_i) unos tercer y cuarto terminales (B^+ , B^-), estando al menos uno de los tercer y cuarto terminales de cada módulo unido a uno de los tercer y cuarto terminales de otro módulo, comprendiendo cada módulo unas celdas eléctricas (C_1 , C_2 , C_3 , C_4), correspondiendo cada una a un elemento de almacenamiento de cargas eléctricas, y unos interruptores que unen las celdas eléctricas entre sí y a los tercer y cuarto terminales del módulo y un segundo circuito de mando (12) de unos interruptores, comprendiendo el sistema eléctrico además al menos un primer bus de transmisión de datos (BUS; BUS0, BUS1) que une el primer circuito de mando a cada segundo circuito de mando, comprendiendo el primer circuito de mando una memoria (MEM) en la que se almacenan unas listas encadenadas, comprendiendo cada lista encadenada unos elementos que comprenden cada uno un identificador de una de las celdas eléctricas y al menos un primer indicador que designa otro elemento de la lista encadenada, comprendiendo cada lista encadenada una clasificación de los identificadores de la lista encadenada según al menos un criterio elegido del grupo que comprende la temperatura de la celda eléctrica, la tasa de carga de la celda eléctrica, la tensión en los terminales de la celda eléctrica, la impedancia interna de la celda eléctrica, y el estado de salud de la celda, el primer circuito de mando se **caracteriza por** la realización de las siguientes funciones:
- a) recibir una consigna (C);
 - b) transmitir a los segundos circuitos de mando unos primeros mandos de conexión o de desconexión de al menos una de las celdas eléctricas de los módulos para seguir dicha consigna, siendo los primeros mandos determinados a partir de las listas encadenadas; y
 - c) transmitir a los segundos circuitos de mando unos segundos mandos de conexión de una de las celdas eléctricas y de desconexión de otra celda eléctrica entre las celdas eléctricas, siendo los segundos mandos determinados a partir de las listas encadenadas.
13. Sistema eléctrico según la reivindicación 12, que comprende un segundo bus de transmisión de datos (BUS1) que une el primer circuito de mando a cada segundo circuito de mando, en el que el primer circuito de mando está adaptado para transmitir unos primeros datos a los segundos circuitos de mando por el primer bus a una primera velocidad y está adaptado para transmitir unos segundos datos a los segundos circuitos de mando por el segundo bus a una segunda velocidad inferior a la primera velocidad.

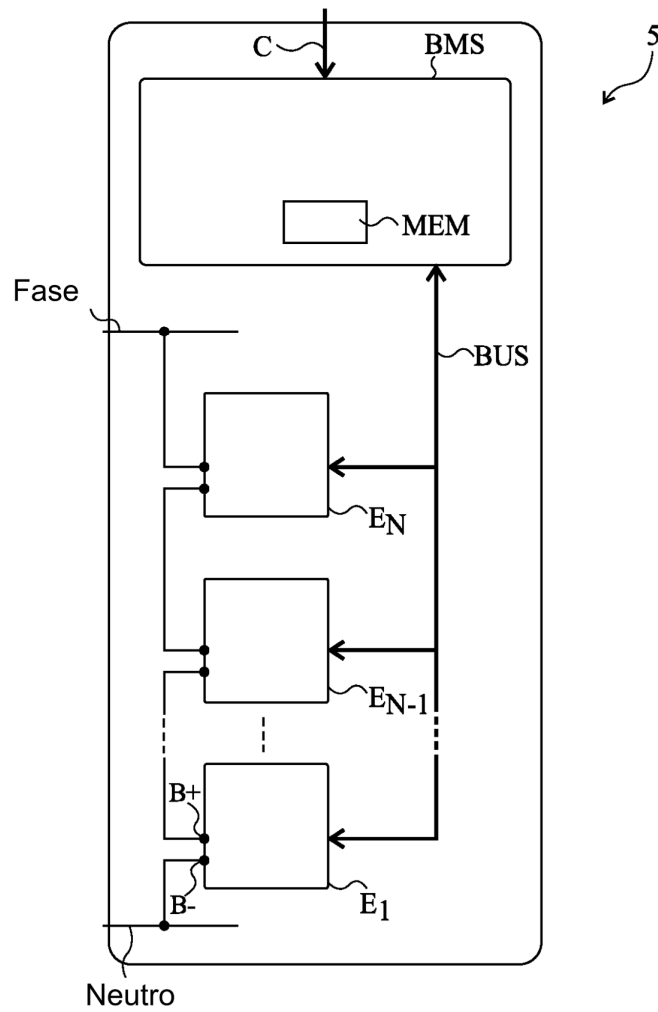


Fig 1

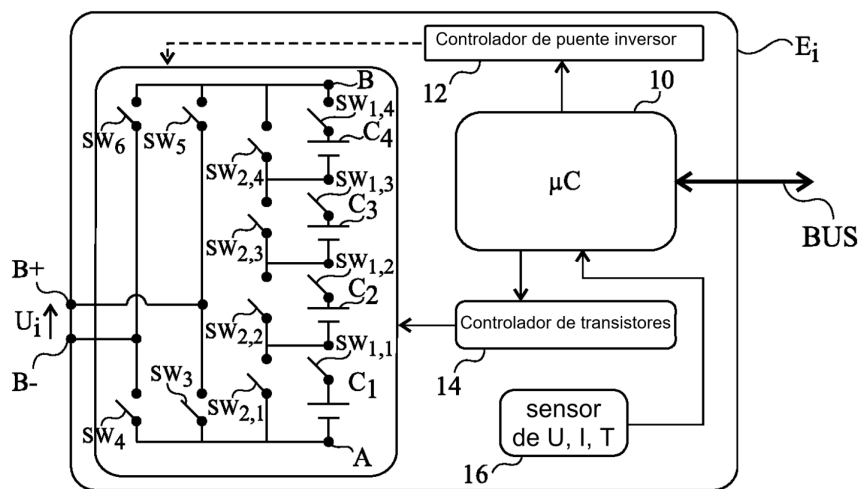


Fig 2

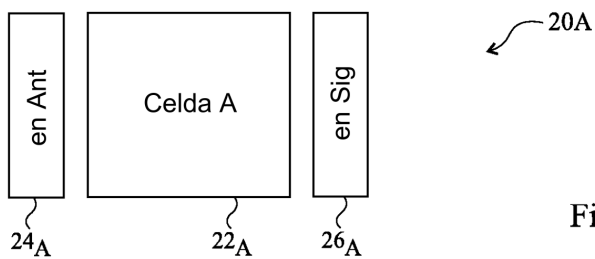


Fig 3

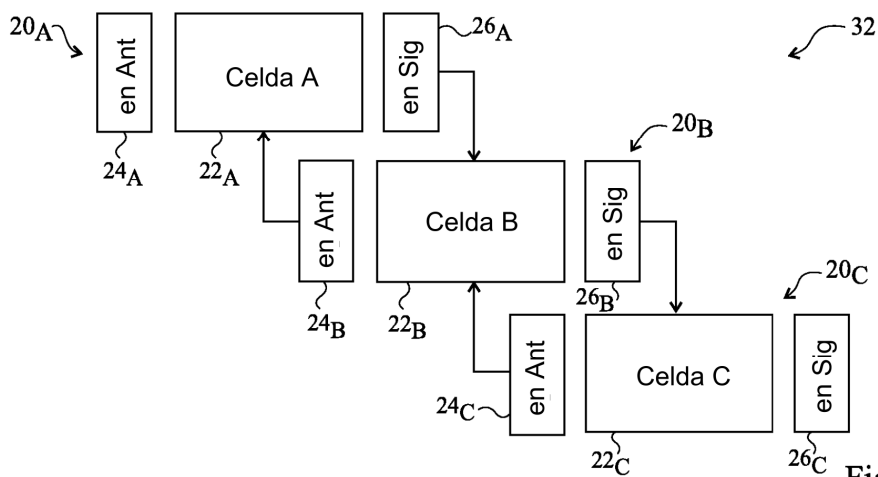


Fig 4

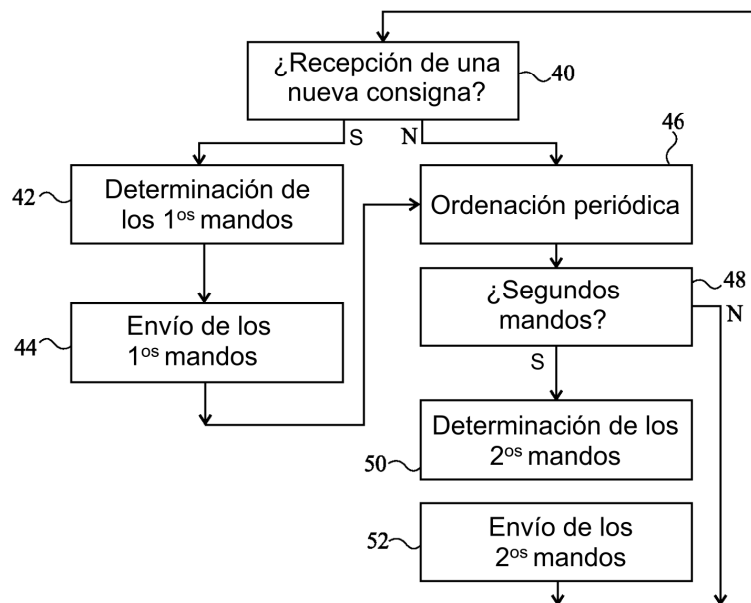


Fig 5

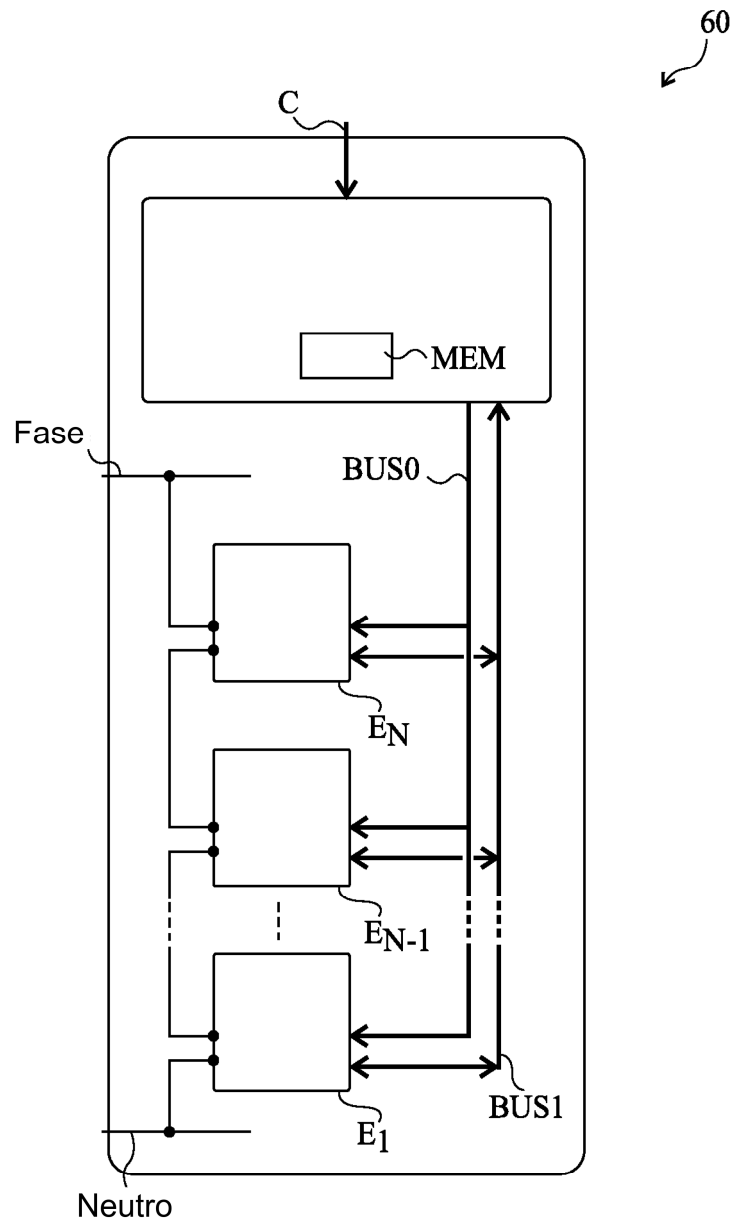


Fig 6