

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 010 520**

51 Int. Cl.:

H01M 10/42 (2006.01)
H01M 10/633 (2014.01)
H01M 10/6571 (2014.01)
H01M 50/213 (2011.01)
H01M 50/244 (2011.01)
H01M 50/258 (2011.01)
H01M 50/519 (2011.01)
H01M 50/574 (2011.01)
H01M 10/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.07.2021** **PCT/EP2021/070670**
87 Fecha y número de publicación internacional: **03.02.2022** **WO22023200**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.07.2021** **E 21752003 (0)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2024** **EP 4189766**

54 Título: **Bloque modular en serie (BLMOSE)**

30 Prioridad:

27.07.2020 FR 2007906

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
03.04.2025

73 Titular/es:

LIMATECH (100.00%)
15 Chemin de la Crabe
31300 Toulouse, FR

72 Inventor/es:

POUYADOU, LUC;
DI MEGLIO, MAXIME y
ROBIN, FLORENCE

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 3 010 520 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

Bloque modular en serie (BLMOSE)

5 Sector técnico y objeto de la invención

La presente invención se refiere a las baterías de litio y a un bloque modular en serie (BIMoSe) constituido por celdas de acumuladores de litio.

10 Estado de la técnica

En el estado de la técnica se conoce, por ejemplo, por la solicitud WO 2010/145230 A1, una arquitectura modular externa en la que X baterías están acopladas a un bus externo que permite la transmisión de los datos hacia un supervisor.

15 Según otra técnica anterior, la solicitud de patente WO2020064221 A1 enseña un sistema de batería que usa un procedimiento para detectar una autodescarga anómala en un sistema de batería que comprende una pluralidad de celdas de iones de litio y un dispositivo de gestión de batería (BMS, battery management system en inglés, designado como BCU en las figuras), en el que las celdas están dotadas, cada una, de un circuito (CSC) de supervisión de celdas o módulos de celdas que supervisa el equilibrado de manera individual o en grupos, y el dispositivo de gestión de
20 batería está configurado para que, en el momento predeterminado en el que una celda o un grupo de celdas, cuya tensión de celda se compara con al menos otra celda o grupo de celdas y está aumentada, accione el circuito de equilibrado hacia esta celda o este grupo de celdas de las que ocuparse, y eventualmente suprime la carga de otra celda o proporciona a un grupo de celdas una tensión de celda inferior hasta que se igualen las tensiones de celda.

25 En caso de desviaciones puntuales o esporádicas, puede realizarse tan sólo una entrada en la memoria de fallos del BCU, que marca la celda que va a controlarse durante el próximo mantenimiento del sistema de batería.

En el caso de desviaciones frecuentes y mayores, puede marcarse la celda, por ejemplo, para un próximo cambio y el BMS transmite un mensaje correspondiente mediante un canal de comunicación, por ejemplo un bus CAN, hacia el
30 sistema en el que está instalado el sistema de batería, por ejemplo un vehículo eléctrico.

En el peor de los casos, en caso de desviaciones muy importantes con respecto al valor de consigna y/o de desviaciones que se vuelven cada vez más importantes, el BMS también puede detener la celda o el módulo en el que está instalada la celda con el fin de evitar un nuevo deterioro y la aparición de un cortocircuito interno.

35 No obstante, este documento no enseña la detención de un grupo de celdas al detectarse una temperatura elevada. Además las celdas están dotadas, cada una, de un circuito de equilibrado de manera individual o en grupos, pero las demás funcionalidades de un circuito de gestión no están previstas y en última instancia el elemento de decisión y memorización BCU es remoto.

40 Existe la solicitud de patente CA 3044454 A1 que enseña un conjunto de baterías que comprende varios grupos de celdas conectadas en serie que comprende únicamente un mecanismo de control en el que el mecanismo de corte está en posición operativa cuando se alimenta y en posición de desviación de un grupo de celdas cuando no está alimentado. Esta solicitud de patente también enseña la detección de cortocircuito mediante un sensor de corriente,
45 la detección de un aumento de temperatura en las celdas, la detección de una sobretensión o de una subtensión o de una temperatura que supere un umbral de temperatura para realizar una apertura de un contacto para eludir un conjunto de baterías. El BMS está configurado para recibir una alimentación exterior, para comunicar señales analógicas y digitales y comunicarse con servicios externos.

50 Este dispositivo presenta el inconveniente de necesitar un sensor de corriente. Además, el mecanismo de corte está en posición operativa cuando se alimenta y en posición de desviación cuando no se alimenta. El inconveniente de un dispositivo de este tipo es provocar una desviación de un grupo de celdas si el mecanismo de corte deja de alimentarse por un fallo del circuito y no tras una detección de superación de una temperatura.

55 Además, el dispositivo no se alimenta cuando está en posición operativa, por otro lado se refiere únicamente a un grupo de módulos en serie para introducir o retirar un módulo del grupo según determinadas condiciones.

También se conoce la solicitud de patente US 2016185251 A1 que enseña un dispositivo de calentamiento de batería por corriente eléctrica que crea una corriente bidireccional en la batería y crea fases de carga y descarga, lo cual tiene
60 como resultado hacer subir la temperatura de la batería.

No obstante, un dispositivo de este tipo presenta el inconveniente de tener que estar en situación de poder crear las fases de cargas. En efecto, las fases de descargas pueden obtenerse poniendo la batería en circuito con un dispositivo consumidor de corriente, pero para las fases de cargas hace falta necesariamente un generador que sólo puede estar
65 operativo si los motores del vehículo o del avión están en funcionamiento. Este sistema no permite calentar la batería en frío antes del arranque para obtener el máximo de potencia.

También existe la solicitud de patente WO 2018095039 A1 que describe un sistema de gestión de batería inteligente remoto, que comprende: al menos dos bloques de batería, un centro de análisis de datos y un monitor terminal. Cada bloque de pilas está equipado con un conjunto de pilas de litio, con un módulo de sistema de gestión de las pilas (BMS), con un módulo de comunicación de GPS y con un módulo de comunicación de 4G. El módulo BMS se usa para obtener los datos del conjunto de baterías de litio y para gestionar el conjunto de baterías de litio; el módulo de GPS se usa para obtener los datos de localización de la información geográfica del conjunto de baterías de litio; el módulo de comunicación de 4G se usa para transmitir los datos del conjunto de baterías de litio y los datos de localización de la información geográfica al centro de análisis de datos por medio de una estación base; el centro de análisis de datos está dotado de un centro de prueba de datos, de un centro de almacenamiento de datos y de un centro de análisis de las baterías por inteligencia artificial basada en la nube. El sistema de gestión de baterías inteligente remoto puede ajustar en tiempo real una política de gestión de un BMS, y controlar las condiciones de carga y de descarga de los conjuntos de baterías de litio, de manera que se mejora en gran medida la seguridad de las baterías. Determinando las condiciones de funcionamiento de los conjuntos de baterías de litio, se reducen los costes de comunicación posventa, y se mejoran la tasa de uso y la tasa de reparación de los conjuntos de baterías de litio.

En este dispositivo, el módulo de gestión de pilas sirve únicamente para recopilar las medidas y enviarlas a un centro de análisis de datos que entonces realiza la detección y la decisión de gestión de las pilas.

También se conoce la solicitud de patente CN 110600641 A que enseña un módulo de sistema de 48 V de batería de litio que comprende un módulo de 12 celdas, un BMS, placas de enfriamiento por agua y eclisas formadas en al menos una placa contrachapada que presenta aberturas del tamaño y de la forma de las celdas.

Un dispositivo de este tipo enseña un sistema modular con placas contrachapadas y placas de enfriamiento por agua. No prevé calentar las celdas, sino lo contrario.

La técnica anterior también comprende la solicitud de patente CN 109659990 A que describe un sistema de monitorización y de gestión de la seguridad de las baterías de litio para vehículos eléctricos que comprende un BMS, un servidor en la nube (Cloud) y un terminal móvil APP; el BMS comprende una microunidad de control, un módulo de adquisición, un módulo de control de la carga y de la descarga y un módulo de gestión de las transmisiones inalámbricas. El módulo de adquisición, el módulo de control de la carga y de la descarga y el módulo de gestión de la transmisión inalámbrica están conectados eléctricamente a la microunidad de control; el módulo de adquisición comprende un sensor de tensión, un sensor de corriente y un sensor de temperatura, que se usan para recopilar la tensión, la corriente y la temperatura de la batería durante el uso. El módulo de control de la carga y de la descarga realiza el control de la carga y de la descarga en función de la información de la batería recopilada por el módulo de recopilación; el BMS está conectado teóricamente al servidor en la nube por medio del módulo de gestión de la transmisión inalámbrica; el terminal móvil APP está conectado teóricamente al servidor en la nube. El BMS comprende además un módulo de protección de seguridad, el módulo de protección de seguridad está conectado eléctricamente a la microunidad de control, que se usa para aparecer en el bloque de baterías. En condiciones anómalas de sobrecarga, de descarga, de sobreintensidad, de sobrecalentamiento y de baja temperatura, emite una alarma y corta la salida del bloque de baterías hacia la carga. Un dispositivo de este tipo necesita un terminal y un servidor en la nube (cloud) para funcionar. También necesita un sensor de corriente.

También se conoce la solicitud de patente CN 110048178 A, que se refiere a un dispositivo y a un método de detección de cortocircuito en una batería, registrando varias veces la potencia de equilibrio acumulada de cada celda de la batería en el estado de equilibrio de la batería, y registrando la hora de inicio de cada equilibrio de la batería. Registrando de manera continua los datos del procedimiento de igualación n veces, y detectando el cortocircuito interno. Un dispositivo de este tipo necesita una capacidad de memoria suficiente y cálculos.

Finalmente, la solicitud de patente KR 102065679 A enseña un circuito de protección exterior a la batería y un circuito de detección de limitación de sobredescarga y sobrecarga que usa transistores MOS, comparadores y un puente de resistencia para proporcionar una tensión de referencia V_{ref} .

Sin embargo, las soluciones de la técnica anterior presentan inconvenientes ya que no permiten que la batería siga estando funcional, suministrando una corriente máxima inferior pero sin que cambie la tensión de la batería en serie-paralelo. Además, las soluciones propuestas describen arquitecturas modulares externas que multiplican los cableados en vez de una arquitectura interna de la batería.

Otros módulos de baterías que comprenden sistemas de gestión o BMS se describen por las solicitudes de patente US2010255355 A1, US2017133723 A1, US2017025717 A1 y KR20200020565 A.

Por tanto, la invención tiene como objetivo resolver uno o varios de estos inconvenientes proponiendo un bloque modular en serie (BIMoSe), de constitución sencilla y económica al tiempo que integre las funcionalidades de seguridad de funcionamiento del bloque.

Descripción general de la invención

Para lograr este resultado, la presente invención se refiere a un bloque modular en serie (BIMoSe) constituido por celdas de acumuladores de litio dispuestas según una dirección vertical (V), estas celdas de iguales características están conectadas en serie mediante conexiones según una dirección dada (S) correspondiente al sentido de las corrientes para obtener la tensión necesaria,

comprendiendo el bloque modular en serie según la misma dirección (V) un par de elementos superior e inferior de sujeción de celdas adyacentes y en perpendicular a la dirección (S);

unas lengüetas grandes que conectan, en cada cara superior o inferior del módulo, cada par de celdas adyacentes montadas en serie cada una con la siguiente por sus polos de polaridad opuestos, según la dirección (S), y garantizando las conexiones entre las celdas de acumulador, estando dichas lengüetas grandes de cada cara superior, respectivamente inferior, desviadas de una celda en la otra cara inferior, respectivamente superior;

estando las conexiones conectadas también a un circuito de procesamiento para medir los potenciales de cada celda, estando el circuito montado en un conjunto de circuito impreso que forma tres superficies dispuestas en U, es decir, con dos superficies superior e inferior paralelas entre sí y conectadas entre sí en un extremo mediante una superficie central que es perpendicular a las mismas, siendo dichas superficies sustancialmente planas y estando las uniones entre las superficies redondeadas o no. Este conjunto en forma de U envuelve el conjunto modular de baterías en tres lados. Dicho conjunto en forma de U está dispuesto de manera que la perpendicular (o la normal) a la parte central de la U es perpendicular a la dirección (S) y a la dirección (V) y,

la parte superior de la parte central de la U (es decir la cara de la parte central que está en el exterior de la U, denominada cara externa) comprende la electrónica del sistema de gestión del bloque modular (BIMoSe);

comprendiendo la tarjeta, que forma la parte central de la U, dispuesta verticalmente, las resistencias de calentamiento del bloque modular y estando estas resistencias conectadas bajo control del circuito de gestión a una o varias celdas de acumulador del bloque modular para su alimentación;

contribuyendo la parte inferior de la U dispuesta bajo las celdas con la parte superior de la U al menos a la recuperación de los potenciales de cada una de las celdas del bloque modular para proporcionarlos al circuito de gestión de tensiones del sistema de gestión del bloque modular.

En una realización, la parte central comprende sondas de temperaturas y un termostato.

Según una realización, el contacto abierto/cerrado de un elemento de corte está conectado, por un lado, al polo positivo o negativo de cada última celda de acumulador de un bloque modular y, por otro lado, al borne respectivamente positivo o negativo de la batería, siendo el elemento de corte un MOSFET o un elemento electromagnético.

Por tanto, esta realización mejora la estrategia de tolerancia a averías. En efecto, el experto en la técnica sabe que cualquier sistema puede presentar un fallo un día, incluso con un alto nivel de seguridad de funcionamiento. Un punto interesante de la arquitectura modular para una batería de varios módulos es poder aislar eléctricamente un módulo que muestra fallos (permitiendo así que el vehículo termine su trayecto con el mínimo de daños pues si falta una línea de acumulador, el conductor observa un fallo de batería pero continúa teniendo electricidad en el vehículo).

Un módulo unitario supone un problema en el intercambio de datos entre módulos (tanto información y órdenes de nivel de seguridad como las de nivel de monitorización de los datos).

Por tanto, otro objetivo de la invención es proponer una solución a este problema.

Según este objetivo, cada tarjeta de BMS de cada bloque modular comprende un bus digital y un bus analógico conectados a un sistema de conexiones que permite conectar entre sí los buses de una pluralidad de tarjetas de BMS_n pertenecientes a una pluralidad de bloques modulares (BIMoSe_n) y después con un sistema supervisor (SU) del conjunto de la pluralidad de bloques modulares.

Según otra realización, el número de celdas en serie en una línea debe elegirse de 1 a x en función de la tensión deseada, soportándose la tensión máxima deseada por los componentes usados en el elemento de corte o la tarjeta de BMS.

En otra realización, los elementos de sujeción son topes de localización sujetos mediante separadores y que delimitan un conjunto de alojamientos cilíndricos de sección circular o cuadrada o poligonal que definen, en cada tope de localización superior o inferior, una línea de alojamientos que reciben, cada uno, una celda;

las lengüetas forman con clavijas elásticas, por ejemplo de tipo Pogo (denominadas pogo pin), una T cuya barra central constituye la unión entre las celdas y el circuito de procesamiento para la recuperación de los potenciales por la tarjeta superior e inferior.

Por tanto, fijando las tarjetas superiores e inferiores en los separadores se garantiza la sujeción de las lengüetas en las celdas mediante las clavijas elásticas.

- 5 Por tanto, el ensamblaje del bloque modular puede prescindir del uso de las técnicas de soldaduras con estaño que pueden suponer problemas de fiabilidad de los contactos, cuando se somete el bloque modular a vibraciones.

10 La invención también se refiere a una batería en serie-paralelo que usa bloques modulares en serie tal como se describieron de manera resumida anteriormente, estando una pluralidad de bloques modulares en serie BIMoSe ensamblados en fila unos al lado de otros y conectados entre sí mediante dos barras de potencia, una de las cuales está conectada a cada uno de los polos positivos de cada bloque modular y al borne externo negativo de la carcasa de batería, y una conexión entre tarjetas permite conectar entre sí los buses de cada tarjeta para formar una batería en serie-paralelo conectada a un supervisor interno a la carcasa de batería constituido por un microprocesador y por un programa de aplicación y conectada a otros equipos mediante un sistema de conexión.

15 En una realización, al detectarse una temperatura demasiado elevada de un módulo por la tarjeta de BMS de un bloque modular, este último ordena la desconexión de la fila de acumulador eléctrico afectada abriendo el elemento de corte para crear un modo de funcionamiento degradado en cuanto a la corriente para el conjunto de batería en serie-paralelo, y envía por el supervisor un mensaje de alerta al usuario (conductor del vehículo o piloto); después, si la temperatura del módulo disminuye tras la apertura del circuito, se envía una información de bajada de temperatura al usuario. Esto permite que la batería siga estando funcional en caso de sobrecalentamiento, sin que cambie la tensión de batería en serie-paralelo y eventualmente indicar que el incidente ha sido transitorio para permitir un mejor análisis del incidente.

20 Según otra realización, el elemento de corte está conectado a una barra conectada a una línea de polo adyacente al polo positivo del conjunto, desempeñando esta barra el papel de radiador pasivo de evacuación del calor de las celdas por sus dimensiones elegidas oportunamente.

30 Según otra realización, para una batería de 12 V, 15 Ah, la batería en serie-paralelo está constituida por m filas de bloques modulares en serie conectadas en paralelo, estando cada uno de los bloques modulares constituido por n celdas de litio ensambladas en serie (nSmP), designando nS el número de acumuladores eléctricos en serie y designando mP el número de líneas en paralelo.

35 La invención también se refiere a un conjunto de baterías en serie-paralelo tal como se describieron de manera resumida anteriormente, siendo las celdas elegidas elementos de litio de 3,3 V cada uno y 2,5 Ah.

40 En una realización, cada módulo del bloque modular en serie comprende un conjunto de tres tarjetas electrónicas conectadas entre sí, garantizando una función de "BMS", de gestión de los elementos de un bloque modular, ampliada para disponer, en funcionamiento denominado normal, de una o varias de las siguientes funcionalidades:

- 40 equilibrado de la tensión de las celdas;
- comparación de los umbrales de tensión de cada acumulador eléctrico;
- 45 alimentación de los elementos de calentamiento de acumulador eléctrico en caso de temperatura negativa;
- medición de la temperatura del módulo gestionado por la tarjeta de BMS;
- 50 protección contra los cortocircuitos mediante detección de cortocircuito y protección contra una descarga lenta y profunda mediante detección de una descarga lenta y profunda, y apertura del elemento de corte constituido o bien por al menos un MOSFET, o bien por un elemento electromagnético;
- limitación de la corriente de carga mediante apertura del circuito de carga de manera que se conserva la longevidad de los acumuladores eléctricos;
- 55 cálculo del estado de carga y de salud de los acumuladores eléctricos;
- diálogo con el circuito para transmitirle la siguiente información:
- 60 alerta;
- SOH;
- ON;
- 65 OFF;

o ejecutar las siguientes órdenes recibidas del supervisor:

ON;

OFF;

puesta en funcionamiento del elemento de calentamiento.

Por tanto, una única tarjeta de BMS global permite monitorizar, detectar y desencadenar o bien una acción o bien una información hacia el supervisor o las dos a la vez.

En otra realización, la batería en serie-paralelo, al detectarse por el supervisor un defecto de equilibrado de las corrientes entre módulos mediante observación por el supervisor de una línea de acumuladores eléctricos con una corriente fuera del límite, indicando una desviación demasiado importante con los demás que esta línea presenta fatiga, se desencadena por el supervisor el envío de un mensaje de “mantenimiento” de la batería al conductor del vehículo o al piloto, permitiendo verificar el estado de la batería y evitar una avería.

En otra realización, la tarjeta de BMS del bloque modular en serie tiene las siguientes características de tiempo de reacción:

detección de un cortocircuito: tiempo de apertura de 75 ms;

detección de la corriente máxima admisible: tiempo de apertura de 10 segundos;

detección de una descarga correspondiente a 10 °C: 10 veces la capacidad C de la batería, es decir que, para una batería de 10 Ah, la descarga es de 100 Ah y el tiempo de apertura del circuito es de 5 minutos y 30 segundos;

detección de una descarga correspondiente a 1 °C: y en este caso, el tiempo de apertura del circuito es de 60 minutos.

Según otra realización, cada tarjeta de BMS integra una monitorización de la temperatura que permanece constantemente activa, aunque la batería esté en “OFF”, analizando por el supervisor la temperatura en la envuelta de la batería, medida por una sonda montada en la parte central de las tarjetas de cada módulo para prevenir mediante un mensaje en una pantalla de LCD o mediante un pitido sonoro, aunque la batería esté en una repisa.

Según otra realización, cada tarjeta de BMS usa, para la limitación de la corriente de carga, un componente de tipo resistencia, que es conductor en el sentido de la descarga de la batería y resistivo como un diodo montado en oposición en el sentido de carga.

Según otra realización, las tarjetas de BMS usan:

un bus de datos digital para transmitir las señales entre cada módulo:

uno o varios protocolos de comunicación que permiten:

la monitorización de datos de cada módulo (tensión de equilibrado, temperatura, corriente);

la transmisión de alertas;

el seguimiento del estado de salud, el estado de carga.

Según una última realización, los circuitos de componentes se reemplazan, siempre que sea posible, por el uso de un microcontrolador en cada módulo y de un supervisor (o bien implementado en uno de los módulos o bien en una tarjeta independiente pero interna a la batería) para permitir:

la implementación de algoritmos innovadores, incluso de “machine learning o deep learning” (gestión de averías).

Descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la lectura de la descripción detallada de las realizaciones de la invención, facilitadas únicamente a modo de ejemplo, y haciendo referencia a los dibujos que muestran:

La Figura 1 representa un esquema de una arquitectura que usa varios bloques modulares puestos en paralelo mediante las barras de unión (3 y 2).

La Figura 2 representa un esquema de una arquitectura mixta en serie-paralelo.

La Figura 3a representa un esquema de un circuito de gestión de tres tarjetas que envuelven un bloque modular en serie de cuatro celdas según la invención.

5 La Figura 3b representa una sección de un bloque modular en serie de cuatro celdas según la invención.

La Figura 3c representa una vista en perspectiva de una cara de un bloque modular en serie de cuatro celdas según la invención.

10 La Figura 3d representa una vista en perspectiva de una cara opuesta de un bloque modular en serie de cuatro celdas según la invención.

La Figura 4a representa un esquema en perspectiva de un bloque modular de ocho celdas según la invención.

15 La Figura 4b representa un esquema en perspectiva de una batería constituida a partir del ensamblaje en paralelo de tres bloques modulares en serie según la invención.

La Figura 5 representa un esquema en perspectiva de un bloque modular según la invención.

20 La Figura 6 representa el esquema de un circuito que realiza la función de gestión de una batería de litio modular en serie según la invención.

25 La Figura 7a representa una realización del circuito de detección mediante medición de tensión de las condiciones (de cortocircuito, de sobreintensidad y de descarga profunda) para desencadenar el corte (interrupción) del bloque modular de la asociación con los otros bloques.

30 La Figura 7b representa otra realización del circuito de detección mediante medición de tensión de las condiciones (de cortocircuito, de sobreintensidad y de descarga profunda) para desencadenar el corte (interrupción) del bloque modular de la asociación con los otros bloques.

La Figura 8 representa una realización del circuito de corte que realiza el corte en caso de descarga por debajo de un umbral o durante un cortocircuito detectado por el circuito de detección.

35 La Figura 9 representa una realización del circuito que realiza un corte en la carga en caso de superación, de tensión o de temperatura, detectada por el circuito de detección de la función de gestión.

40 La Figura 10a, la Figura 10b, la Figura 10c y la Figura 10d representan, respectivamente, la visualización de las evoluciones de la tensión en los bornes de los comparadores U1 y U2 en caso de sobreintensidad (4A) según una realización para una batería de 24,4 voltios y una tensión de desencadenamiento T_d de 16 voltios.

Descripción detallada de una realización de la invención

45 Ahora van a describirse diversas realizaciones de la invención haciendo referencia a las figuras, ilustrativas y no limitativas, de la presente solicitud.

Las soluciones propuestas hasta ahora describen arquitecturas modulares externas en las que varias baterías están acopladas a un bus de datos externo que permite la transmisión de la información a un supervisor.

50 Por el contrario, la arquitectura propuesta por la invención es interna a la batería, y puede ser una arquitectura modular paralela, tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 1, o una arquitectura modular en serie, tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 2.

55 En algunas realizaciones, el bloque modular en serie está constituido por celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, Figura 5) de acumuladores de litio de iguales características conectadas en serie por conexiones según una dirección dada (S) correspondiente al sentido de las corrientes para obtener la tensión necesaria, tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 1 a la Figura 5.

60 En algunas realizaciones, el bloque modular en serie comprende, según la misma dirección S, un par de elementos superior (81) e inferior (71) de sujeción de celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) adyacentes y en perpendicular a la dirección (S), según una dirección vertical (V) de abajo hacia arriba de la hoja, tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 4a, la Figura 4b y la Figura 5.

65 En algunas realizaciones, unas lengüetas (31-40) grandes, que conectan, en cada cara superior o inferior del módulo, cada par de celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) adyacentes montadas en serie cada una con la siguiente por sus polos de polaridad opuestos según la dirección (S), garantizan las conexiones entre las celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) de acumulador, estando dichas cada cara superior, respectivamente inferior, desviadas de una celda en la otra

cara inferior, respectivamente superior, tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 5. En esta figura, la primera celda a la derecha tiene su polo positivo dispuesto hacia arriba adyacente al tope de localización superior (81) mientras que la última celda a la izquierda del montaje en serie tiene su polo positivo dispuesto hacia abajo, es decir hacia el tope de localización inferior (71). Por tanto, tal como se presenta, los polos de cada celda adyacente de un bloque modular en serie están montados con las orientaciones de los polos en alternancia.

En algunas realizaciones, las conexiones también están conectadas a un circuito de procesamiento para medir los potenciales de cada celda, estando el circuito montado en un conjunto de circuitos impresos que forma tres superficies dispuestas en U. Tal como se explicó anteriormente en la presente solicitud, dicho conjunto en forma de U (formado por las tres superficies) está dispuesto de manera que la normal a la superficie central o parte central de la U, entre dichas tres superficies, es perpendicular a la dirección (S) y a la dirección vertical (V) (véase la Figura 4a). Dicho conjunto en forma de U envuelve el conjunto modular de baterías en tres lados. La parte superior (cara externa) de la parte central de la U, comprende la electrónica del sistema de gestión (BMS_n) del bloque modular (BIMoSe). Por ejemplo, y de manera no limitativa, pueden ensamblarse varios bloques modulares para constituir una batería en la que las superficies centrales o partes centrales de cada conjunto en forma de U están conectadas entre sí mediante conectores (92-94), tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 4b.

La parte central de la U, dispuesta en vertical (según la dirección V), comprende las resistencias de calentamiento del bloque modular y estas resistencias están conectadas, bajo control del circuito de gestión, a una o varias celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) de acumulador del bloque modular para su alimentación.

La parte inferior de la U dispuesta bajo las celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) contribuye con la parte superior de la U a la recuperación de los potenciales de cada una de las celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) del bloque modular para proporcionarlos al circuito de gestión de las tensiones del sistema de gestión del bloque modular.

El número de acumuladores eléctricos en la línea se elige de 1 a X, siendo X el número que permite obtener la tensión deseada para el bloque modular a partir de la tensión de cada elemento de celda. La tensión máxima debe soportarse por los componentes electrónicos, tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 7 a la Figura 9, en cuestión.

Tal como se representa en la Figura 1 a modo de ejemplo, pueden ponerse en paralelo varios bloques modulares en serie BM1 a BM3. Puede haber tantos bloques modulares en serie (BIMoSe) puestos en paralelo como lo permita el protocolo de comunicación entre los circuitos. Cada circuito de gestión (64) de un bloque modular controla el circuito de interrupción (51 a 53) de un conjunto de celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) de un bloque y recibe en el circuito de detección de tensión y control de la Figura 6 y la Figura 7, de cada celda de un bloque modular por las conexiones (31 a 38), la tensión en los bornes de cada celda (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17).

También es posible poner tantos BIMoSe en serie como se desee a partir del momento en que los componentes soporten la tensión, tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 2.

La Figura 2 representa un ejemplo de esquema de una arquitectura mixta en serie-paralelo usando varios pares de bloques modulares asociados en serie (BM3 con BM6; respectivamente BM1 con BM4) para formar cada uno un nivel y estando cada nivel conectado en paralelo mediante las barras de contacto de potencia (3, 2) constituyendo de ese modo una batería con características técnicas diferentes. El lector comprenderá que, a partir de un bloque modular en serie cuyo número de elementos unitarios puede variar, pueden realizarse diversos bloques modulares en serie de tensión diferente y que, ensamblando varios bloques modulares en serie de igual tensión en paralelo, pueden obtenerse baterías que suministren corrientes de valores diferentes.

En algunas realizaciones, la parte central (64) del bloque modular comprende sondas de temperaturas y un termostato (102) además de las resistencias de calentamiento (62). Las sondas de temperaturas y el termostato están conectados al circuito de medición de temperatura de la Figura 6. Las resistencias de calentamiento (62) están conectadas al circuito de control de calentamiento de la función de gestión BMS de la Figura 6.

La función de gestión permite, al menos a partir de la medición de la tensión y de la temperatura, la monitorización del módulo, el equilibrado de las celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) y el desencadenamiento de la acción de corte en un dispositivo de corte frente a la descarga (5b) o en un dispositivo de corte frente a la carga (5a).

En algunas realizaciones, el contacto abierto/cerrado de un elemento de corte (5) está conectado, por un lado, al polo positivo o negativo de cada última celda de acumulador de un bloque modular y, por otro lado, al borne respectivamente positivo o negativo de la batería, siendo el elemento de corte (5) un MOSFET o un elemento electromagnético, tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 1 a la Figura 4b.

En algunas realizaciones, cada tarjeta de gestión de BMS comprende un bus digital (94_n) y un bus analógico (94_a) conectados a un sistema de conexión que permite conectar entre sí los buses de una pluralidad de tarjetas de gestión de BMS_n pertenecientes a una pluralidad de bloques modulares (BIMo_n) con un sistema supervisor (1) del conjunto de la pluralidad de bloques modulares, tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 1 y la Figura 2.

En algunas realizaciones, el número de celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) en serie en una línea debe elegirse de 1 a X en función de la tensión deseada, soportándose la tensión máxima deseada por los componentes (103) usados en el elemento de corte (5) o la tarjeta de BMS.

5 En algunas realizaciones, los elementos de sujeción (71, 81) son topes de localización sujetos mediante separadores (100) y que delimitan un conjunto de alojamientos cilíndricos de sección cuadrada o poligonal que definen, en cada tope de localización superior o inferior, una línea de alojamientos que reciben, cada uno, una celda;

10 En algunas realizaciones, las lengüetas forman con clavijas de tipo Pogo (101), denominadas pogo pin, una T cuya barra central constituye la unión con el circuito de procesamiento para la recuperación de los potenciales, tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 1 y la Figura 3a a la Figura 3d.

15 La invención también se refiere a una batería en serie-paralelo que usa bloques modulares en serie, una pluralidad de bloques modulares en serie están ensamblados en fila unos al lado de otros y conectados entre sí mediante dos barras de potencia, una de las cuales está conectada a cada uno de los polos positivos de cada bloque modular y al borne externo negativo de la carcasa de batería, y una conexión entre tarjetas (91 a 94 respectivamente) permite conectar entre sí los buses de cada tarjeta para formar una batería en serie-paralelo conectada a un supervisor (1) interno a la carcasa de batería constituido por un microprocesador y por un programa de aplicación conectado a otros equipos mediante un sistema de conexión.

20 En algunas realizaciones, al detectarse una temperatura demasiado elevada de un módulo por la tarjeta de gestión (64) de BMS de un bloque modular, esta última ordena la desconexión de la fila de acumulador eléctrico afectada abriendo el elemento de corte (5) para crear un modo de funcionamiento degradado en cuanto a la corriente para el conjunto de batería en serie-paralelo, y envía por el supervisor (1) un mensaje de alerta al usuario (conductor del vehículo o piloto); después, si la temperatura del módulo disminuye tras la apertura del circuito, se envía una información de bajada de temperatura al usuario para permitir que la batería siga siendo funcional, sin que cambie la tensión de batería en serie-paralelo.

25 En algunas realizaciones, el elemento de corte (5) está conectado a una barra conectada a una línea de polo adyacente al polo positivo del conjunto, desempeñando esta barra el papel de radiador pasivo de evacuación del calor de las celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) por sus dimensiones elegidas oportunamente.

30 En algunas realizaciones, el dispositivo de interrupción (5), representado por ejemplo en la Figura 8 y la Figura 9, está conectado, por un lado, al polo negativo o positivo de cada conjunto de celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) o cada batería y, por otro lado, al borne negativo, respectivamente positivo, de la batería y usa al menos dos MOSFET M1, M2; uno, M1, con montaje de limitación de su velocidad de conmutación y con protección de su electrodo de puerta mediante un diodo Zener conectado en oposición entre el electrodo de puerta y la fuente, realizando el corte en caso de descarga por debajo de un umbral o durante un cortocircuito detectado por el circuito de gestión (64); realizando el otro, M2, un corte en la carga en caso de detección por el circuito de gestión (64) de la superación, de tensión o de temperatura, de un elemento, realizando igualmente un montaje alrededor de M2 una limitación de corriente con respecto a la carga.

35 En algunas realizaciones, el primer MOSFET M1 está conectado por su fuente al borne negativo de un conjunto de celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) o de elementos unitarios. Dicho MOSFET M1 recibe, en su electrodo de puerta, una fuente de tensión (V2) que controla M1, suministrando dicha fuente una tensión elegida (por ejemplo de 6 a 10 V) para que M1 sea conductor, un diodo Zener D3, conectado en oposición entre el electrodo de puerta y la fuente de M1 y un condensador C2 que protege el electrodo de puerta del MOSFET de tensiones demasiado altas o alta frecuencia, y un diodo Zener D1 montado en oposición entre el electrodo de puerta de M1 y el drenador y en serie con una resistencia R3 y un diodo D2 en sentido conductor en el sentido del drenador al electrodo de puerta, limitando D1, D2 y R3 la velocidad de conmutación de M1 y un circuito constituido por un diodo (clásico) o un diodo de Schottky D4 limita la corriente de carga, este diodo de Schottky D4 está montado en oposición en el drenador de M1 en el sentido de carga, y en serie con un condensador C1 y una resistencia R1 conectados en el borne positivo de la batería para permitir también limitar la sobretensión en la abertura de M1, en paralelo al diodo Schottky D4 está montada una resistencia fija I1 conectada, por un lado, al cátodo del diodo y, por otro lado, al drenador del segundo MOSFET M2 cuya fuente está conectada al ánodo del diodo Schottky D4, controlándose el electrodo de puerta de M2 mediante una salida del circuito de detección para impedir o cortar la carga.

40 En algunas realizaciones, el segundo MOSFET M2 (Figura 9) está conectado mediante su electrodo de puerta a la base del fototransistor de un optoacoplador cuyo emisor está conectado a la fuente de M2, entre estos dos puntos están conectados un diodo Zener D5 y un condensador C5, por la tarjeta de BMS, el diodo electroluminiscente del optoacoplador está conectado por su cátodo al borne negativo de la batería o del conjunto modular de celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) y recibe en su ánodo la orden procedente del circuito de detección de BMS y envía una corriente en el LED en caso de superarse una tensión o temperatura de un elemento indicado.

45 En algunas realizaciones, para una batería de 12 V, 15 Ah, la batería en serie-paralelo está constituida por m filas de bloques modulares en serie conectadas en paralelo, estando cada uno de los bloques modulares constituido por n celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) de litio ensambladas en serie (nSmP), designando nS el número de

acumuladores eléctricos en serie y designando mP el número de líneas en paralelo, tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 1.

Debe observarse que el principio de medición de la función de BMS es prescindir de una medición de corriente. Por tanto, el principio consiste en detectar en los bornes de cada celda o bloque de celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) en serie una proporción de la tensión V_{global} de cada celda o de cada conjunto en serie de celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17). Por tanto, cada polo de celda o de bloque en serie está conectado, por un lado, en un extremo de un puente divisor constituido por resistencias (R1, R2) y conectado, por su otro extremo, al otro polo de celda o de bloque modular en serie. La tensión proporcional detectada en el punto común de las resistencias se usa o bien de manera analógica por un comparador alimentado en su otro borne por una tensión de referencia, o bien de manera digital por un circuito integrador tal como se explica a continuación.

El principio de medición mediante un circuito integrador tal como se describe en la presente solicitud es un principio de medición de una tensión global que permite transmitir un valor de corriente. Este principio sólo es válido en el campo de las baterías cuando se conoce la resistencia interna del generador de tensión. En este caso, y sólo en este caso, puede usarse dicho circuito integrador o bien de manera analógica (tal como se representa en la Figura 7), o bien de manera digital (no representado).

Por ejemplo, y de manera no limitativa, la respuesta o la salida de un integrador digital puede calcularse de la siguiente manera:

Suponiendo una variación de la tensión representada por $x = (-0,25 \cdot V_{global} + 2,5) \cdot \text{ponderación}$, donde V_{global} es una tensión obtenida a partir de la tensión de la batería mediante el uso de un puente divisor de tensión (R1-R2 o R9-R4) y “ponderación” es una variable que permite cambiar la constante de integración. La ecuación anterior puede modificarse según los acumuladores usados.

La salida o respuesta, y, del integrador digital que tiene la forma general $y = \text{Integración}(x)$, donde Integración() representa el cálculo integral, puede calcularse usando como primera ecuación de progresividad que consiste en tomar el valor de x, anteriormente definido, y elevarlo a una potencia par (2, 4, 6, 8...), por ejemplo $y = x^2$.

Para aproximarse aún más al integrador analógico, puede usarse una segunda ecuación de progresividad definida, por ejemplo y de manera no limitativa, por $y = \text{Tasa} \cdot (-\ln(x))$, siendo Tasa una constante de integración expresada en segundos. Esta ecuación permite imitar el comportamiento de un condensador cuya tensión en sus bornes evoluciona como una exponencial, tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 10a y la Figura 10c.

Un diagrama de flujo que explica el programa de cálculo de la respuesta de un circuito integrador digital según una realización con puesta en paralelo de las realizaciones analógicas se representa, por ejemplo, en la Figura 10d y representa un diagrama de cálculo de la respuesta de un integrador digital según la segunda ecuación de progresividad. Cada etapa de cálculo representa los componentes del dispositivo de detección que pueden participar en las operaciones de cálculo. El diagrama puede dividirse en tres fases: una fase de medición (PM) y comparación, una fase de integración (PI) y una fase de interrupción (PD).

En la fase de medición (PM), el puente divisor de tensión R1-R2 (o R9-R4, Figura 7b) permite determinar una medida $V = V_{global}$ de la tensión en la entrada del dispositivo de detección a partir de la tensión V1 de la batería.

La variable “Ref_{integración}” es la referencia de integración y corresponde a un valor de la tensión por debajo del cual se integrará la señal de entrada V. Si la tensión V es superior a la variable “Ref_{integración}”, se trata de una situación en la que la batería funciona normalmente. Si V es inferior a la variable “Ref_{integración}”, la batería funciona de manera anómala y se desencadena el procedimiento que puede conducir a la interrupción de dicha batería. Por tanto, esta variable Ref_{integración} es equivalente a la tensión de referencia V2. Entonces se entra en la fase de integración en la que debe calcularse la respuesta del integrador.

En el caso en el que la tensión V es inferior a la variable “Ref_{integración}” el programa desencadena o bien el uso de una constante normal de integración en el cálculo realizado, o bien el uso de una ponderación para la constante de integración. Esta ponderación, tal como se representa en el recuadro PI, se usa si la tensión es inferior a una segunda variable de comparación denominada “UmbralRápido” que permite definir un umbral de tensión a partir del cual se usa la variable “ponderación” (definida anteriormente) en el cálculo de la variación de la tensión o no. Por ejemplo, y de manera no limitativa, la variación de la tensión tiene una forma general de tipo $x = (\text{pendiente} \cdot V_{global} + \text{ordenada}) \cdot \text{ponderación}$.

Si la diferencia o variación de la tensión de entrada V, dV, entre un instante t1 y un instante t2 (o entre dos medidas sucesivas de la tensión V), definida por $dV = |V(t2) - V(t1)|$, es superior a la variable “UmbralRápido”, la variable “ponderación” adopta por ejemplo el valor 5. Si, por el contrario, dicha diferencia o variación de la tensión V, dV, es inferior a la variable “UmbralRápido”, la variable “ponderación” adopta el valor 1. Esto corresponde a usar una constante de integración normal.

El paso de tiempo de medición de la tensión puede estar comprendido, por ejemplo y de manera no limitativa, entre 1 ms y 100 ms. El valor de la variable “UmbralRápido” puede definirse en función del paso de tiempo de medición y vigilando la variación de tensión entre dos instantes t_1 y t_2 , correspondiente a dicho paso de tiempo, usado para realizar las mediciones de tensión, con el fin de mejorar las condiciones de detección de condiciones anómalas. Por ejemplo, y de manera no limitativa, para la Figura 4B, el paso de tiempo de medición usado es de 10 ms y el valor de “UmbralRápido” es de 0,01 voltios. Esto corresponde a una caída de tensión $dV = 0,01$ voltios cada 10 ms.

Las variables “Ordenada”, “Pendiente”, obtenidas mediante memorización de los puntos de medición y cálculo, por ejemplo mediante un ajuste de los datos memorizados de la tensión o mediante el uso de dos puntos de la curva de tensión memorizada entre dos instantes t_1 y t_2 para deducir la “pendiente” (para una variación lineal de la tensión) y después la “ordenada”, permiten definir la variación de tensión. En el ejemplo en el que $x = (-0,25 \cdot V_{\text{global}} + 2,5) \cdot \text{ponderación}$, la pendiente es de -0,25 y la ordenada es de 2,5.

La etapa de comparación de la variación de tensión dV equivale a una etapa de comparación de la pendiente calculada con el valor “UmbralRápido” memorizado o bien para aplicar, en caso de superación por la pendiente del valor “UmbralRápido”, un coeficiente de ponderación (por ejemplo 5) aumentando la aceleración de la evolución de la integral para que supere más rápidamente el umbral T_d de tensión de desencadenamiento, o bien en caso de no superarse un coeficiente de ponderación sin efecto de aceleración (por ejemplo 1).

Una vez que se obtiene la variación de la tensión, se integra la señal según la segunda ecuación de progresividad, por ejemplo. Por tanto, la señal de salida corresponde a la integración de la señal de entrada.

La variable “Coef. progresividad” corresponde a una constante de integración (Tasa en la segunda ecuación de progresividad).

En la realización, por integrador digital, el experto en la técnica comprenderá que el circuito que usa los comparadores U_1 y U_2 se sustituye por un microprocesador que desempeña el papel de un comparador digital (Un). Dicho microprocesador está equipado con una memoria de almacenamiento que permite la memorización de las variables de umbral “Refintegración” y “UmbralRápido” y las variables de cálculo “Ordenada”, “Pendiente” definidas en función de estos umbrales.

Tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 10b, la respuesta de un circuito integrador digital funciona según un diagrama de flujo, por ejemplo el diagrama de flujo representado en la Figura 10d, según una realización usada con una batería de 16 voltios y una tensión de desencadenamiento T_d de 12 voltios.

La memoria también contiene el programa de cálculo que permite la recopilación de los puntos de curva de tensión ($V_{\text{global}}, \dots$), las comparaciones y decisiones, la aplicación de las ecuaciones, la integración y las decisiones representadas en el diagrama de flujo de la Figura 10b. El circuito digital recibe únicamente en entrada la tensión V_{global} procedente del punto común de un puente divisor entre una resistencia R_1 y una resistencia R_2 y realiza mediciones según una frecuencia determinada para observar la curva de tensión V_{global} , después a partir de la detección de superarse el umbral “Refintegración” que, en el ejemplo representado en la Figura 10b, se elige inferior a 3 voltios por elemento de celda o 12 voltios para una batería de 4 elementos de celda en serie a partir de esta tensión de referencia V_2 , el programa del microprocesador desencadena los cálculos para obtener la comparación con la variable “UmbralRápido” de la variación dV de la tensión V_{global} entre dos instantes sucesivos t_1 y t_2 (o entre dos medidas sucesivas), con el fin de determinar el uso o no de una variable “Ponderación”. Por tanto, en el caso de un arranque que conlleve una caída importante de la tensión de 14 a casi 6 voltios, la variable “UmbralRápido” se fija por ejemplo, y de manera no limitativa, a 0,01 voltios en el ejemplo representado en la Figura 10b. La variable “UmbralRápido” se superará y la integración se realizará con una ponderación para evitar un corte demasiado rápido que impida el arranque. En el diagrama representado en la Figura 10b, se observa que, habiendo caído la tensión de batería rápidamente a casi 6 voltios y permaneciendo constante durante aproximadamente 18 segundos, el circuito digital integra el valor constante en una recta que permanece por debajo de la tensión de detección o desencadenamiento T_d que se elige a 1 voltio. La respuesta del integrador o tensión de salida puede obtenerse, por ejemplo y de manera no limitativa, con un programa tal como el definido en el anexo de la presente solicitud en el que la variable “tensiónGeneral” corresponde a la tensión V_{global} en un instante $t_1 = t$ y, la variable “ÚltimaTensiónGeneral” representa el valor de la tensión V_{global} en el instante $t_2 = t-1$. La variable “ORDENADA_ORIGEN” corresponde a la variable “Ordenada” definida anteriormente y la variable “lastIntegratedValue” corresponde al cálculo integral o la respuesta del integrador.

El cálculo de la integral o de la respuesta del integrador puede comprender tener en cuenta las variables “Pendiente y/u Ordenada” calculadas por el microprocesador a partir de los datos de la curva de tensión V_{global} registrada.

La integración se desencadena en cuanto la tensión global V_{global} pasa por debajo de $V_2 = \text{Refintegración} = 9$ voltios.

A continuación, a lo largo de su uso, la tensión de la batería cae de manera brusca de 14 voltios a aproximadamente 9 voltios y después disminuye lentamente en el tiempo según una recta hasta 6 voltios. La ordenada de la recta es de aproximadamente 2,3 voltios y la pendiente es menos elevada que anteriormente y la variación dV de la tensión entre

dos mediciones sucesivas puede ser superior (en función del valor de la pendiente) a la variable “UmbralRápido” (por ejemplo, 0,01 voltios en el ejemplo representado en la Figura 10b).

5 Cuando el valor en la salida de la integración alcanza el umbral correspondiente a la tensión de detección o desencadenamiento T_d de 1 voltio, se realiza el desencadenamiento del corte.

Finalmente, en la versión o variante digital, durante el cortocircuito, la tensión V_{global} cae muy rápidamente a un valor muy bajo, se memoriza un umbral de detección de cortocircuito y, en cuanto el programa ejecutado por el procesador detecta que se supera este umbral, activa la señal de desencadenamiento de la interrupción.

10 La Figura 10b ilustra la respuesta o señal de salida de un integrador digital según el ejemplo descrito anteriormente. El integrador digital presenta un comportamiento que se aproxima al de un integrador analógico, tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 10c, en el intervalo de tiempo comprendido entre $t=40$ s y aproximadamente $t=120$ s, con una batería de 16 voltios y una tensión de desencadenamiento T_d de 12 voltios.

15 En la fase de interrupción, se usa el cálculo de la respuesta para verificar si debe desencadenarse (o activarse) una interrupción o no. La interrupción se activa cuando la respuesta del integrador es superior a un umbral dado correspondiente a la tensión de detección o desencadenamiento T_d . En el ejemplo anterior, ilustrado por la Figura 10b, la Figura 10c y la Figura 10d, este umbral está fijado a aproximadamente 1 o 1,24 voltios. Por ejemplo, y de manera no limitativa, el valor del umbral puede normalizarse a 1.

20 Por tanto, el BMS comprende al menos un dispositivo de detección de descargas profundas, de sobreintensidad y de cortocircuito en cada elemento unitario o conjunto modular de la batería y comprende al menos un dispositivo de BMS; siendo el dispositivo de detección único y comprendiendo un comparador U1 que compara directamente una tensión proporcional, en una razón determinada, a la del elemento unitario o del conjunto modular, sin usar una derivación resistiva, para compararla con una tensión de referencia V2 para activar o no la interrupción de la batería en función de las variaciones de la tensión del elemento unitario o del conjunto modular, la razón de proporción entre la tensión medida y la de referencia corresponde a la razón entre la tensión de referencia V2 y la tensión de desencadenamiento T_d a partir de la cual se acciona el dispositivo de interrupción.

30 En una variante del BMS, un microprocesador equipado con al menos una memoria de almacenamiento permite la memorización de al menos una variable de umbral “Refintegración” y de un valor de tensión de detección memorizado T_d , la memoria también contiene el programa ejecutado por el microprocesador que permite la recopilación de los puntos de curva de tensión V_{global} , las comparaciones de las tensiones V_{global} con “Refintegración” y de la integral de tensión calculada (V_{integ}) con T_d y decisiones, permitiendo la aplicación de las ecuaciones la integración, recibiendo el microprocesador en la entrada la tensión V_{global} procedente del punto común de un puente divisor de resistencias conectadas entre los dos polos de la celda o del conjunto de celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17), y memoriza las medidas según una frecuencia determinada para observar la curva de tensión V_{global} , y comparar los valores de la curva de tensión V_{global} con el valor “Refintegración”, después, a partir de la detección de superarse el umbral “Refintegración”, definido por el valor memorizado en la memoria, desencadena los cálculos de integración de la curva V_{global} y compara los valores de la curva de integración (V_{integ}) calculada con un valor de tensión de detección memorizado T_d para activar el dispositivo de interrupción que realiza el corte.

45 Según una variante, la memoria también comprende el valor de una variable “UmbralRápido” memorizada para determinar, mediante comparación de la tensión V_{global} instantánea con el “UmbralRápido”, si el cálculo de la integral de la curva de tensión V_{global} debe tener en cuenta o no un coeficiente de ponderación.

Según otra variante, el cálculo de la integral puede tener en cuenta variables “Pendiente y/u Ordenada”, calculadas por el microprocesador a partir de los datos de la curva de tensión V_{global} registrada.

50 En algunas realizaciones, la función de gestión de BMS comprende un dispositivo de detección, tal como se representa, por ejemplo, en la Figura 7, que es único, que comprende un comparador U1 que compara directamente una tensión proporcional, en una razón determinada, a la del elemento unitario o del conjunto modular, sin usar una derivación resistiva, para compararla con una tensión de referencia V2 para activar o no la interrupción por el circuito de interrupción (5) de la celda o del grupo de celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) en función de las variaciones de la tensión del elemento unitario o del conjunto modular, la razón de proporción entre la tensión medida y la de referencia corresponde a la razón entre la tensión de referencia V2 y la tensión de desencadenamiento T_d a partir de la cual se elige accionar el dispositivo de interrupción.

60 En otra realización, el dispositivo de detección, representado, por ejemplo, en la Figura 7a, la Figura 7b, comprende, al menos alrededor de un comparador U1, un puente divisor (R_1 , R_2 , o R_9 , R_4) montado entre los bornes del conjunto modular de la batería o de una celda unitaria de la batería cuyo punto común a las resistencias está conectado en la entrada del borne negativo del comparador U1 para proporcionar una tensión cuyo valor es proporcional al valor de tensión V1 en los bornes de la batería, en la razón definida por los valores de las dos resistencias (R_1 , R_2 , o R_9 , R_4), y el borne positivo del comparador está conectado a un diodo o una celda de alimentación (no representados) para definir la tensión de referencia V2.

En otra realización, un circuito integrador, representado por ejemplo en la Figura 7a, comprende una resistencia R5 conectada entre el punto común del puente divisor R1, R2 y la entrada negativa del comparador U1 y un conjunto, resistencia R8, condensador C1 montados en serie por un borne común, está conectado por el otro borne de C1 a la salida del comparador U1 y el otro borne de R8 está conectado al punto común a las dos resistencias R5, R8 y en la entrada negativa de U1 se ajustan los valores de R5 y C1 para ajustar el tiempo de intervención de la interrupción antes del deterioro de la batería en caso de detección de sobreintensidad.

En otra realización, el dispositivo de detección comprende un condensador C3, representado por ejemplo en la Figura 7, montado en paralelo a R2 que, en combinación con R1, forma un filtro para filtrar perturbaciones de alta frecuencia y fijar un tiempo mínimo de interrupción.

En otra realización, un circuito comparador U2, representado por ejemplo en la Figura 7a, de histéresis, dispuesto aguas abajo del circuito comparador U1, comprende un circuito de histéresis alrededor del amplificador U2 que recibe en la entrada de su borne negativo el valor de la tensión de la salida del amplificador U1.

La invención también se refiere a un conjunto de baterías en serie-paralelo, cuyas celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) elegidas son elementos de litio de 3,3 V cada uno y 2,5 Ah.

En algunas realizaciones, cada módulo del bloque modular en serie comprende un conjunto de tres tarjetas electrónicas conectadas entre sí, garantizando una función de gestión de “BMS” ampliada para disponer, en funcionamiento denominado normal, al menos de una o varias de las siguientes funcionalidades:

equilibrado de la tensión de las celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17);

comparación de los umbrales de tensión de cada acumulador eléctrico;

alimentación de los elementos de calentamiento (62_n) de acumulador eléctrico en caso de temperatura negativa;

medición de la temperatura del módulo gestionado por la tarjeta de BMS;

protección contra los cortocircuitos mediante detección de cortocircuito y protección contra una descarga lenta y profunda mediante detección de una descarga lenta y profunda, y apertura del elemento de corte (5) constituido o bien por al menos un MOSFET, o bien por un elemento electromagnético;

limitación de la corriente de carga mediante apertura del MOSFET que interviene en el circuito de carga de manera que se conserve la longevidad de los acumuladores eléctricos;

cálculo del estado de carga y de salud de los acumuladores eléctricos;

diálogo con el circuito para transmitirle la siguiente información:

alerta;

SOH;

ON;

OFF;

o ejecutar las siguientes órdenes recibidas del supervisor:

ON;

OFF;

puesta en funcionamiento del elemento de calentamiento (62_n).

En algunas realizaciones, al detectarse por el supervisor (1) un defecto de equilibrado de las corrientes entre módulos mediante observación por el supervisor (1) de una línea de acumuladores eléctricos (17) con una corriente fuera del límite, indicando una desviación demasiado importante con los demás que esta línea presenta fatiga, se desencadena por el supervisor el envío de un mensaje de “mantenimiento” de la batería al conductor del vehículo o al piloto, permitiendo verificar el estado de la batería y evitar una avería.

En algunas realizaciones, la tarjeta que aplica las funciones de gestión de (BMS) tiene las siguientes características de tiempo de reacción:

detección de un cortocircuito: tiempo de apertura de 75 ms;

detección de la corriente máxima admisible: tiempo de apertura de 10 segundos;

detección de una descarga correspondiente a 10 °C: 10 veces la capacidad de la batería, es decir que, para una batería de 10 Ah, la descarga es de 100 Ah y el tiempo de apertura del circuito es de 5 minutos y 30 segundos;

detección de una descarga correspondiente a 1 °C: el tiempo de apertura del circuito es de 60 minutos.

En algunas realizaciones, cada tarjeta de BMS integra una monitorización de la temperatura que permanece constantemente activa, aunque la batería esté “apagada”, analizando por el supervisor la temperatura en la envuelta de la batería, medida por una sonda (no representada) montada en la parte central (62n) de las tarjetas de cada módulo que soporta las resistencias de calentamiento (62), estando esta sonda asociada a un circuito electrónico (no representado) que sirve para prevenir mediante un mensaje en una pantalla de LCD o mediante un pitido sonoro, aunque la batería esté en una repisa.

En algunas realizaciones, cada tarjeta de BMS usa, para la limitación de la corriente de carga, un componente de tipo resistencia, el sentido de la descarga de la batería y resistivo como un diodo montado en oposición en el sentido de carga.

Por tanto, la invención aporta, en una arquitectura modular, uno o varios circuitos de gestión de BMS, internos a la batería, que vigilan a partir de las tensiones todos los acumuladores eléctricos a la vez, sin multiplicar el cableado.

Anexo a la descripción:

Este es un ejemplo, no limitativo, de programa de un circuito digital para implementar la respuesta del integrador de la Figura 10b:

```
floatlastIntegrated Value = 0;
constfloat _PENDIENTE = -0,25;
constfloat ORDENADA ORIGEN = 2,5;
constfloat COEF_PROGRESIVIDAD = 1;
constfloat _VALOR_REF_INTEGRACIÓN = 10;
constfloat _UMBRAL_RÁPIDO = 0,01;
constfloat PONDERACIÓN = 1;
loop(){
    floattensiónGeneral = IO_Tensión(1) * 7;// recuperación de la tensión de batería que se ha dividido y ajustado
    a escala
    lastIntegrated Value = Integración(tensiónGeneral, últimoValorIntegrado);
    si (lastIntegrated Value>= 1) Interrupción ();
}
floatIntegración (floattensiónGeneral, floatlast Value) {
    si(tensiónGeneral<=_VALOR_REF_INTEGRACIÓN){
        si(((ÚltimaTensiónGeneral – tensiónGeneral)>_UMBRAL_RÁPIDO ||
        (ÚltimaTensiónGeneral - tensiónGeneral)< -_UMBRAL_RÁPIDO)
        _PONDERACIÓN = 5;
        si no
            PONDERACIÓN = 1;
        float x = (_PENDIENTE * tensiónGeneral + _ORDENADA_ORIGEN)* PONDERACIÓN;
        float y = integración(x, _COEF_PROGRESIVIDAD);
        int value = last Value + y;
        devolver valor;
    }
    devolver 0;
}
```

REIVINDICACIONES

1. Bloque modular en serie (BIMoSe) constituido por celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) de acumuladores de litio dispuestas según una dirección vertical (V), estas celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) de iguales características están conectadas en serie mediante conexiones según una dirección dada (S) correspondiente al sentido de las corrientes para obtener la tensión necesaria, **caracterizado por que** el bloque modular en serie comprende, según la misma dirección (V), un par de elementos superior (81) e inferior (71) de sujeción de las celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) adyacentes y en perpendicular a la dirección S;

unas lengüetas (30_n) grandes que conectan, en cada cara superior o inferior del módulo, cada par de celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) adyacentes montadas en serie, cada una con la siguiente por sus polos de polaridad opuestos, según la dirección S, garantizan las conexiones entre las celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) de acumulador, estando dichas lengüetas grandes en cada cara superior, respectivamente inferior, desviadas de una celda en la otra cara inferior, respectivamente superior; estando las conexiones conectadas también a un circuito de procesamiento para medir los potenciales de cada celda, estando el circuito montado en un conjunto de circuito impreso que forma tres superficies dispuestas en U, envolviendo dicho conjunto en forma de U el conjunto modular de baterías en tres lados, estando dicho conjunto en forma de U dispuesto de manera que la normal a la parte central de la U es perpendicular a la dirección S y a la dirección vertical V y, la cara externa de la parte central de la U comprende la electrónica del sistema de gestión del bloque modular (BIMoSe); al menos una tarjeta del sistema de control de las baterías de acumuladores o Battery Management System (BMS), que forma la parte central de la U, dispuesta verticalmente comprende las resistencias (62) de calentamiento del bloque modular y estas resistencias están conectadas bajo control del circuito de gestión en una o varias celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) de acumulador del bloque modular para su alimentación; la parte inferior de la U dispuesta bajo las celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) contribuye con la parte superior de la U al menos a la recuperación de los potenciales de cada una de las celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) del bloque modular para proporcionarlos al circuito de gestión de las tensiones del sistema de gestión del bloque modular.
2. Bloque modular en serie según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la parte central comprende sondas de temperaturas y un termostato.
3. Bloque modular en serie según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** el contacto abierto/cerrado de un elemento de corte (5) está conectado, por un lado, al polo positivo o negativo de cada última celda de acumulador de un bloque modular y, por otro lado, al borne respectivamente positivo o negativo de la batería, siendo el elemento de corte (5) un MOSFET o un elemento electromagnético.
4. Bloque modular en serie según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** cada tarjeta de BMS de cada bloque modular comprende un bus digital y un bus analógico conectados a un conector que permite conectar entre sí los buses de una pluralidad (n) de tarjetas de BMS_n pertenecientes a una pluralidad de bloques modulares en serie (BIMoSe_n) con un sistema supervisor (SU) (1) del conjunto de la pluralidad de bloques modulares.
5. Bloque modular en serie según una de las reivindicaciones 3 a 4, **caracterizado por que** el número de celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) en serie en una línea debe elegirse de 1 a X en función de la tensión deseada, soportándose la tensión máxima deseada por los componentes usados en el elemento de corte (5) o la tarjeta de BMS.
6. Bloque modular en serie según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los elementos de sujeción son topos de localización sujetos mediante separadores y que delimitan un conjunto de alojamientos cilíndricos de sección cuadrada o poligonal que definen, en cada tope de localización superior o inferior, una línea de alojamientos que reciben, cada uno, una celda;

las lengüetas forman con clavijas elásticas, por ejemplo de tipo Pogo denominadas pogo pin, una T cuya barra central constituye la unión con el circuito de procesamiento para la recuperación de los potenciales por la tarjeta superior e inferior.
7. Bloque modular en serie según una de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado por que** cada módulo comprende un conjunto de tres tarjetas electrónicas conectadas entre sí, que garantizan una función de “BMS”, de gestión de los elementos de un bloque modular, ampliada para disponer, en funcionamiento denominado normal, de una o varias de las siguientes funcionalidades:

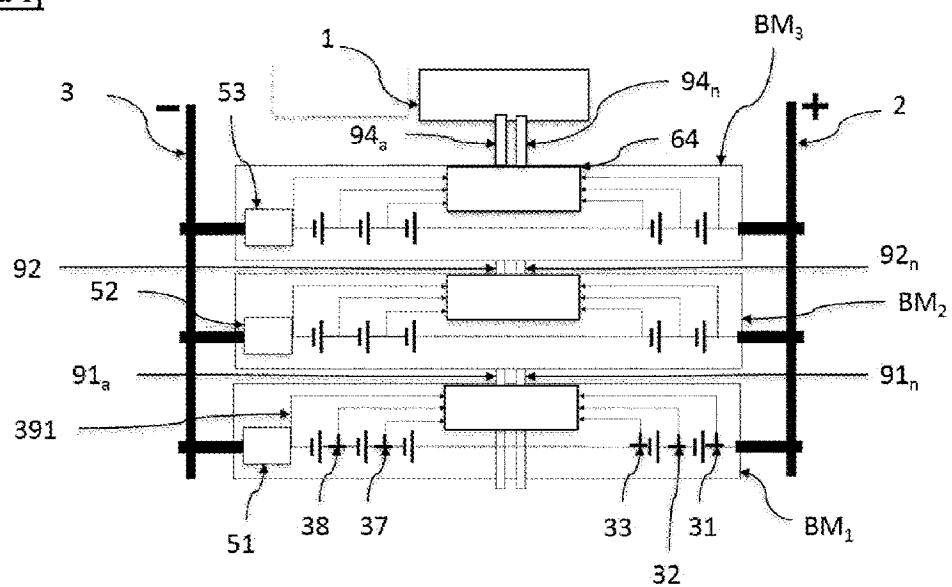
equilibrado de la tensión de las celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17);

- comparación de los umbrales de tensión de cada acumulador eléctrico;
alimentación de los elementos de calentamiento de acumulador eléctrico en caso de temperatura negativa;
medición de la temperatura del módulo gestionado por la tarjeta de BMS;
protección contra los cortocircuitos mediante detección de cortocircuito y protección contra una descarga lenta y profunda mediante detección de una descarga lenta y profunda, y apertura del elemento de corte constituido o bien por al menos un MOSFET, o bien por un elemento electromagnético;
limitación de la corriente de carga mediante apertura del circuito de carga de manera que se conserve la longevidad de los acumuladores eléctricos;
cálculo del estado de carga y de salud de los acumuladores eléctricos;
diálogo con el circuito para transmitirle la siguiente información:
- alerta;
SOH (State of Health en inglés; estado de salud en español, es decir la disponibilidad de energía de la batería);
ON;
OFF;
o ejecutar las siguientes órdenes recibidas del supervisor:
- ON;
OFF;
puesta en funcionamiento del elemento de calentamiento.
8. Bloque modular en serie según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la tarjeta de BMS tiene las siguientes características de tiempo de reacción:
- detección de un cortocircuito: tiempo de apertura de 75 ms;
detección de la corriente máxima admisible: tiempo de apertura de 10 segundos;
detección de una descarga correspondiente a 10 °C: 10 veces la capacidad C de la batería, es decir que, para una batería de 10 Ah, la descarga es de 100 Ah y el tiempo de apertura del circuito es de 5 minutos y 30 segundos;
detección de una descarga correspondiente a 1 °C: el tiempo de apertura del circuito es de 60 minutos.
9. Bloque modular en serie según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** cada tarjeta de BMS usa, para la limitación de la corriente de carga, un componente de tipo resistencia, que es conductor en el sentido de la descarga de la batería y resistivo como un diodo montado en oposición en el sentido de carga.
10. Bloque modular en serie según la reivindicación 9, **caracterizado por que** los circuitos de componente reemplazables se reemplazan mediante el uso de un microcontrolador en cada módulo y de un supervisor, o bien implementado en uno de los módulos o bien en una tarjeta independiente pero interna a la batería, para permitir la implementación de algoritmos del tipo “machine learning o deep learning”.
11. Procedimiento de uso de un bloque modular en serie que comprende un bloque modular en serie según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** cada tarjeta de BMS integra una monitorización de la temperatura que permanece constantemente activa, aunque la batería esté en “OFF”, analizando por el supervisor la temperatura en la envuelta de la batería, medida por una sonda (102) montada en la parte central (62n) de las tarjetas de cada módulo para prevenir mediante un mensaje en una pantalla de LCD o mediante un pitido sonoro, aunque la batería esté en una repisa.
12. Procedimiento de uso de un bloque modular en serie según la reivindicación 11, **caracterizado por que** las tarjetas de BMS usan:
- un bus de datos digital para transmitir las señales entre cada módulo;
uno o varios protocolos de comunicación que permiten:
- la monitorización de datos tales como la tensión de equilibrio, la temperatura o la corriente de cada módulo;
la transmisión de alertas;
el seguimiento del estado de salud, el estado de carga.
13. Batería en serie-paralelo que usa bloques modulares en serie según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada por que** una pluralidad de bloques modulares en serie (BIMoSe) están ensamblados en fila unos al lado de otros y conectados entre sí mediante dos barras de potencia una de las cuales está conectada a cada uno de los polos positivos de cada bloque modular y al terminal externo negativo de la

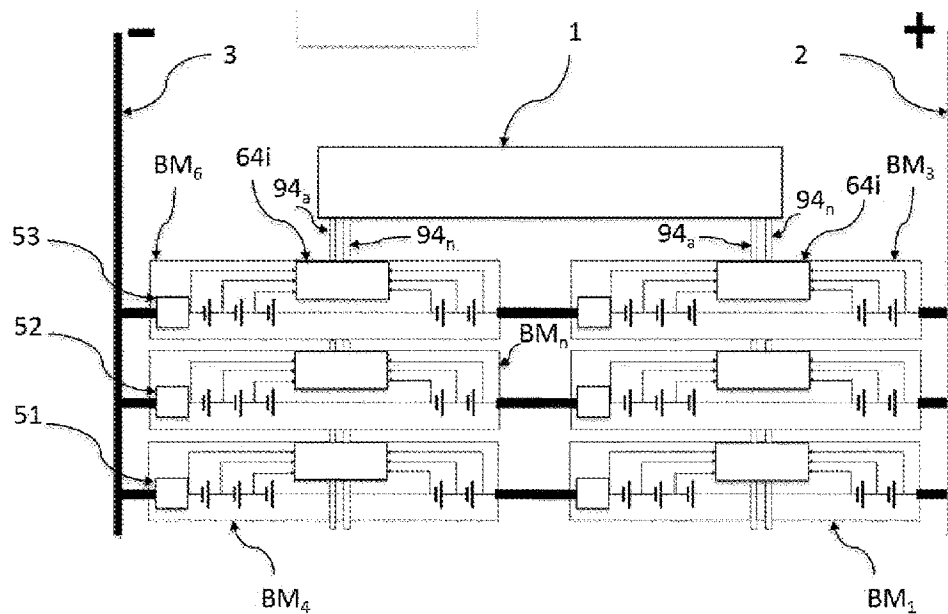
carcasa de batería y una conexión entre tarjetas (91 a 94, respectivamente) permite conectar entre sí los buses de cada tarjeta para formar una batería en serie-paralelo conectada a un supervisor interno a la carcasa de batería constituido por un microprocesador y por un programa de aplicación y conectada a otros equipos mediante un sistema de conexión.

- 5 14. Batería en serie-paralelo según la reivindicación 13, **caracterizada por que** el elemento de corte (5) está conectado a una barra conectada a una línea de polo adyacente al polo positivo del conjunto, desempeñando esta barra el papel de radiador pasivo de evacuación del calor de las celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) por sus dimensiones elegidas oportunamente.
- 10 15. Batería en serie-paralelo según la reivindicación 14, **caracterizada por que**, para una batería de 12 V, 15 Ah, la batería en serie-paralelo está constituida por m filas de bloques modulares en serie conectadas en paralelo, estando cada uno de los bloques modulares constituido por n celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) de litio ensambladas en serie (nSmP), designando nS el número de acumuladores eléctricos en serie y designando mP el número de líneas en paralelo, siendo m y n números enteros superiores o iguales a cero.
- 15 16. Conjunto de baterías en serie-paralelo según la reivindicación 14 o 15, **caracterizado por que** las celdas (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) elegidas son elementos de litio de 3,3 V cada uno y de 2,5 Ah.
- 20 17. Procedimiento de uso de una batería en serie-paralelo que comprende una batería en serie-paralelo según la reivindicación 13, **caracterizado por que**, al detectarse una temperatura demasiado elevada de un módulo por la tarjeta de BMS de un bloque modular, este último ordena la desconexión de la fila de acumulador eléctrico afectada abriendo el elemento de corte (5) para crear un modo de funcionamiento degradado en cuanto a la corriente para el conjunto de batería en serie-paralelo, y envía por el supervisor un mensaje de alerta al usuario, por ejemplo un conductor de vehículo o piloto; después, si la temperatura del módulo disminuye tras la apertura del circuito, se envía una información de bajada de temperatura al usuario para permitir que la batería siga siendo funcional, sin que se cambie la tensión de la batería en serie-paralelo.
- 25 18. Procedimiento de uso según la reivindicación 17, de una batería en serie-paralelo según las reivindicaciones 13, 14 y 15, **caracterizado por que**, al detectarse por el supervisor un defecto de equilibrado de las corrientes entre módulos mediante observación por el supervisor de una línea de acumuladores eléctricos con una corriente fuera del límite, indicando una desviación demasiado importante con los demás que esta línea presenta fatiga, se desencadena por el supervisor el envío de un mensaje de “mantenimiento” de la batería al conductor del vehículo o al piloto, permitiendo verificar el estado de la batería y evitar una avería.
- 30

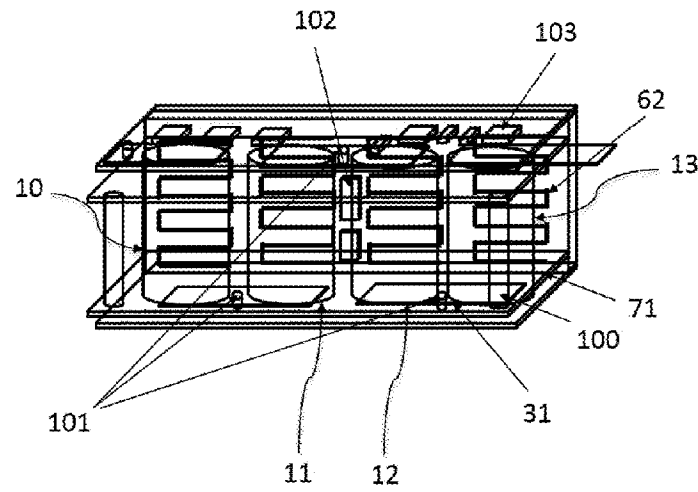
[Figura 1]



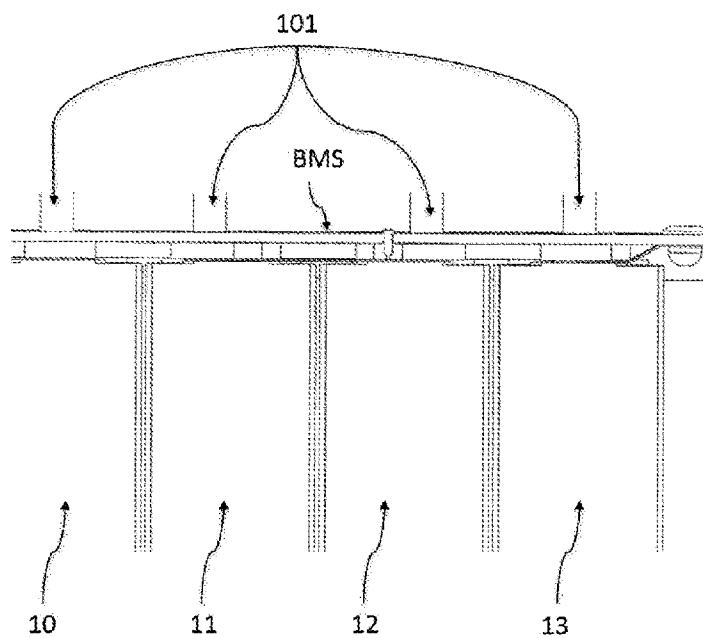
[Figura 2]



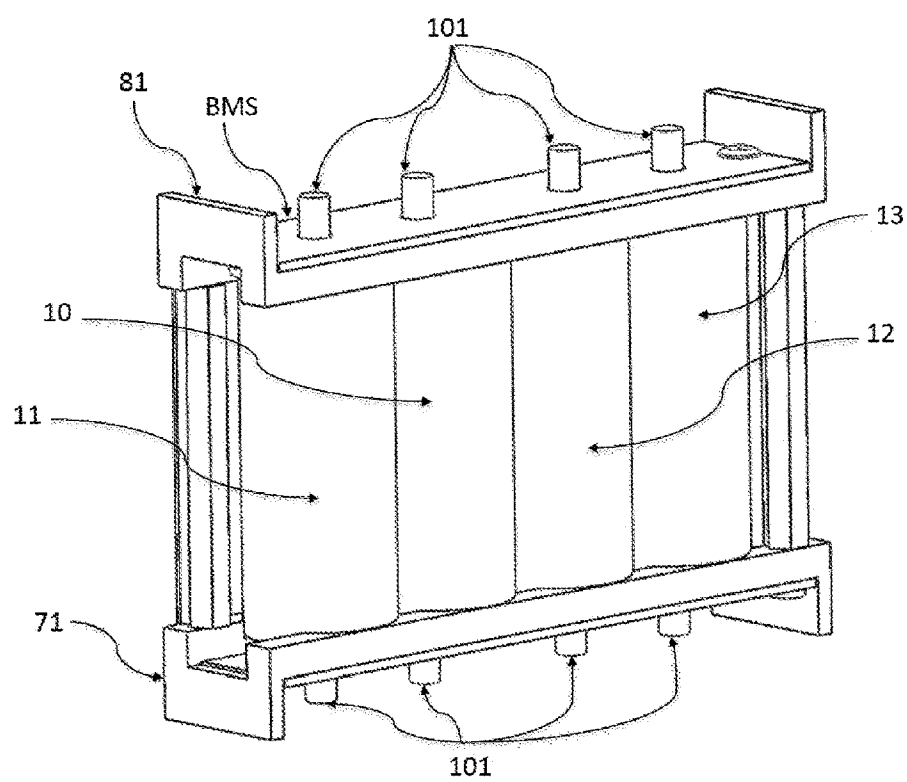
[Figura 3a]



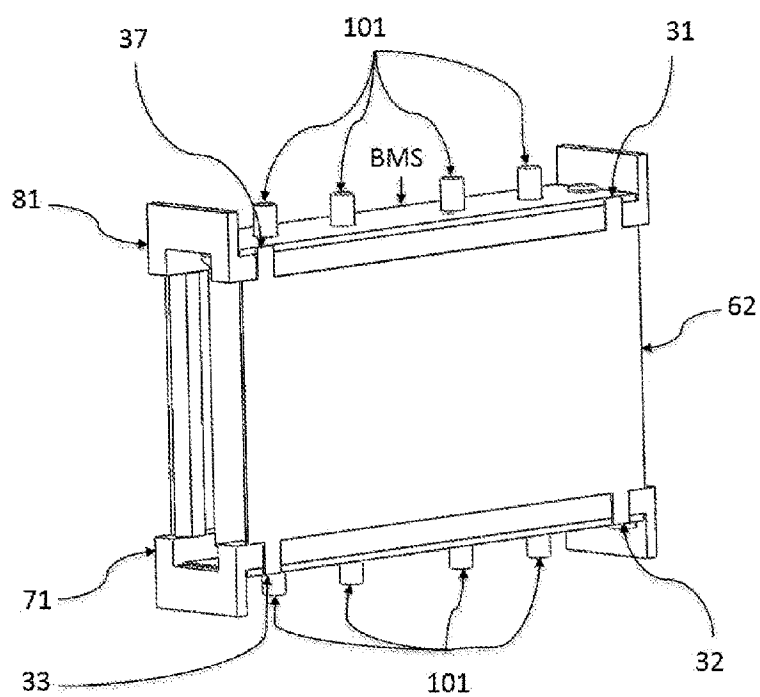
[Figura 3b]



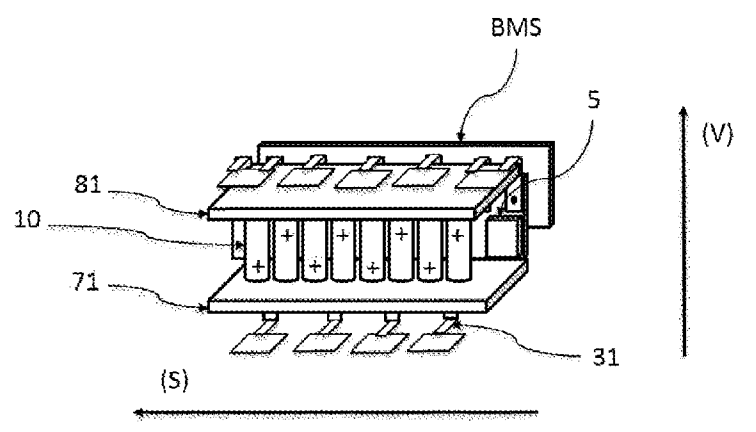
[Figura 3c]



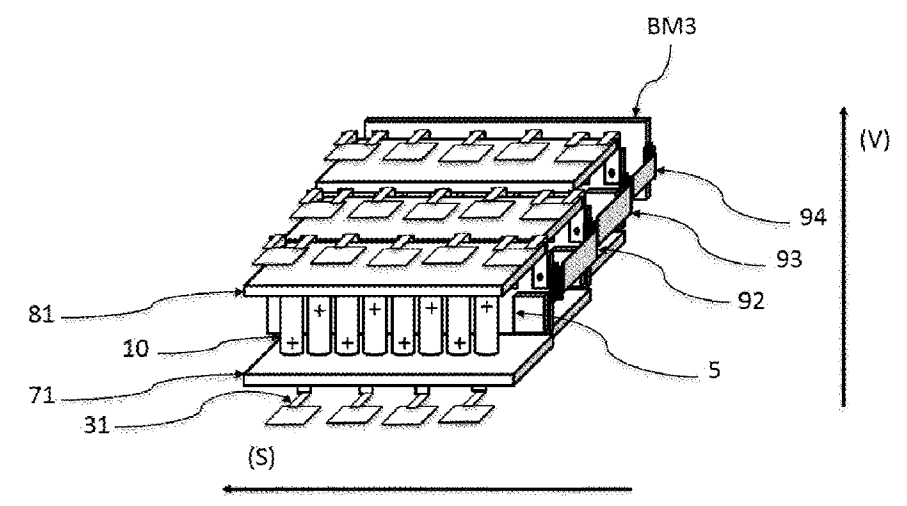
[Figura 3d]



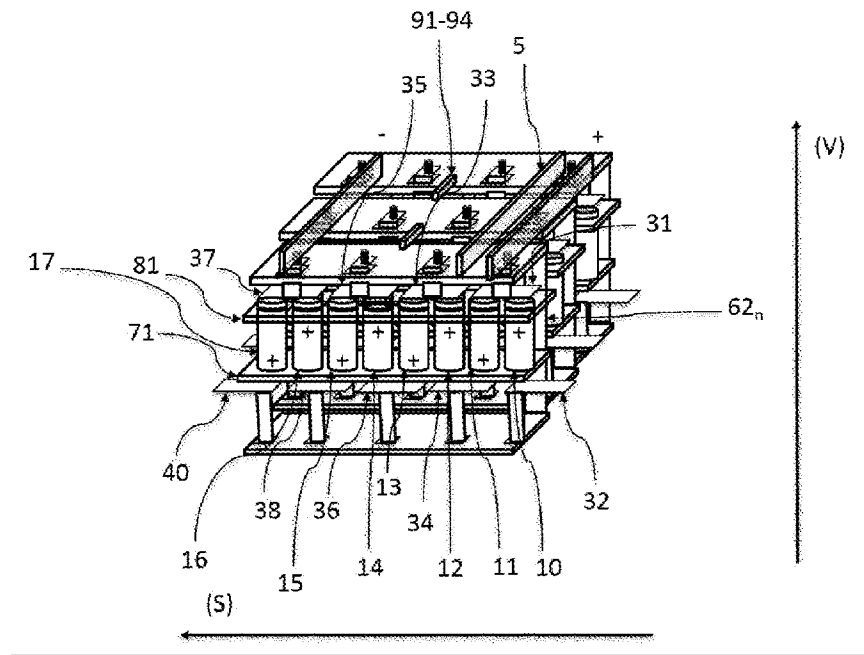
[Figura 4a]



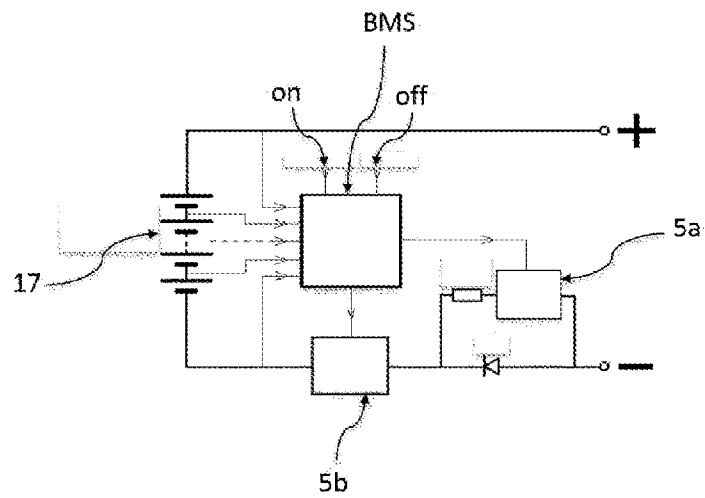
[Figura 4b]



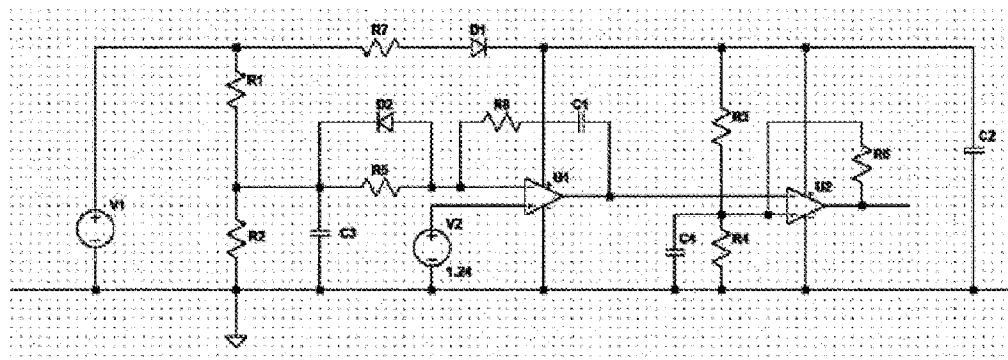
[Figura 5]



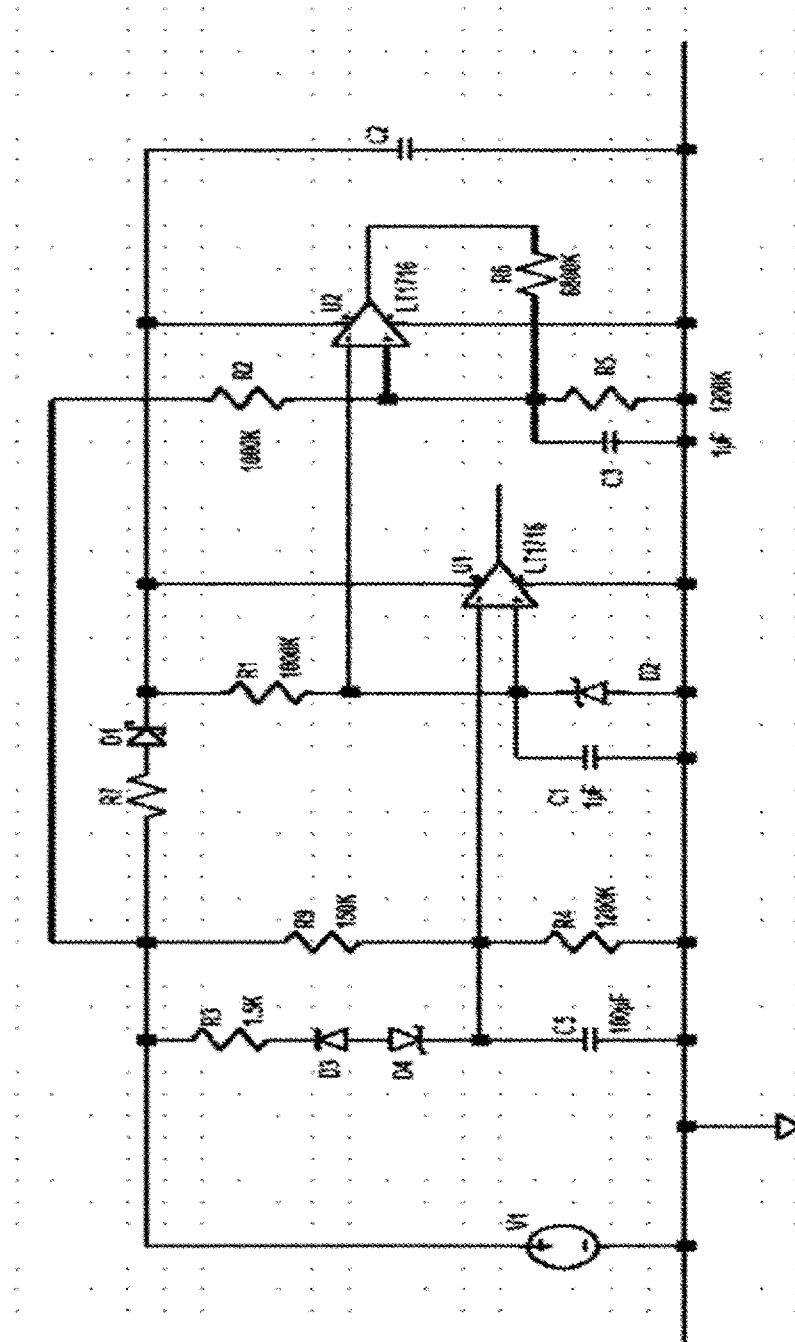
[Figura 6]



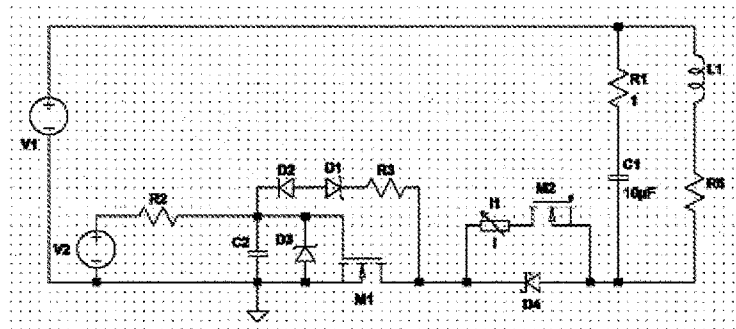
[Figura 7a]



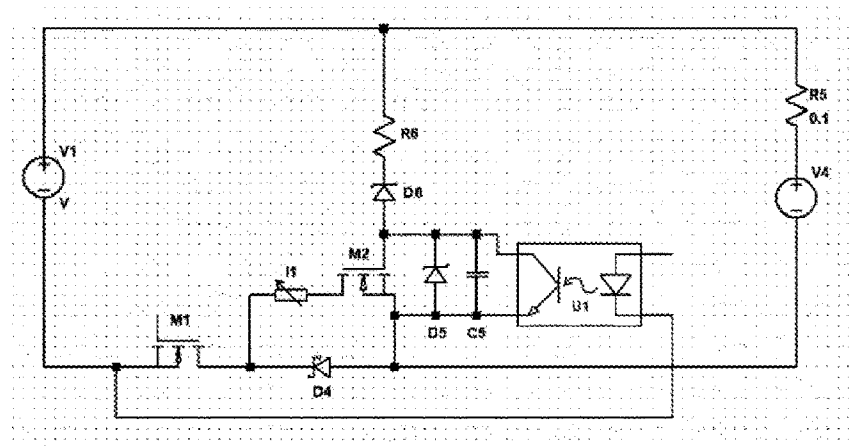
[Figura 7b]



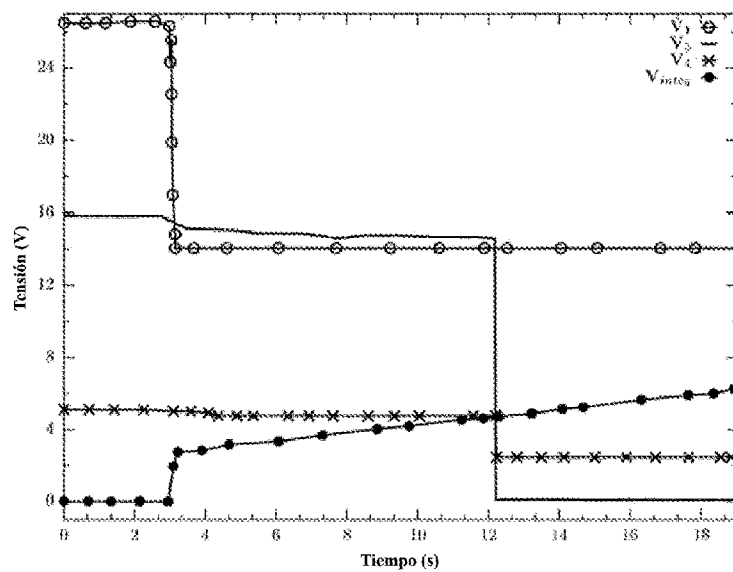
[Figura 8]



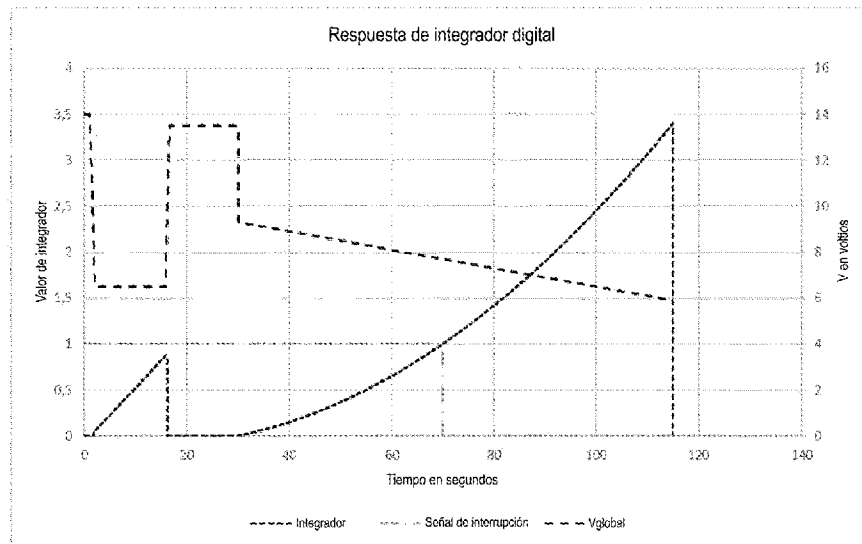
[Figura 9]



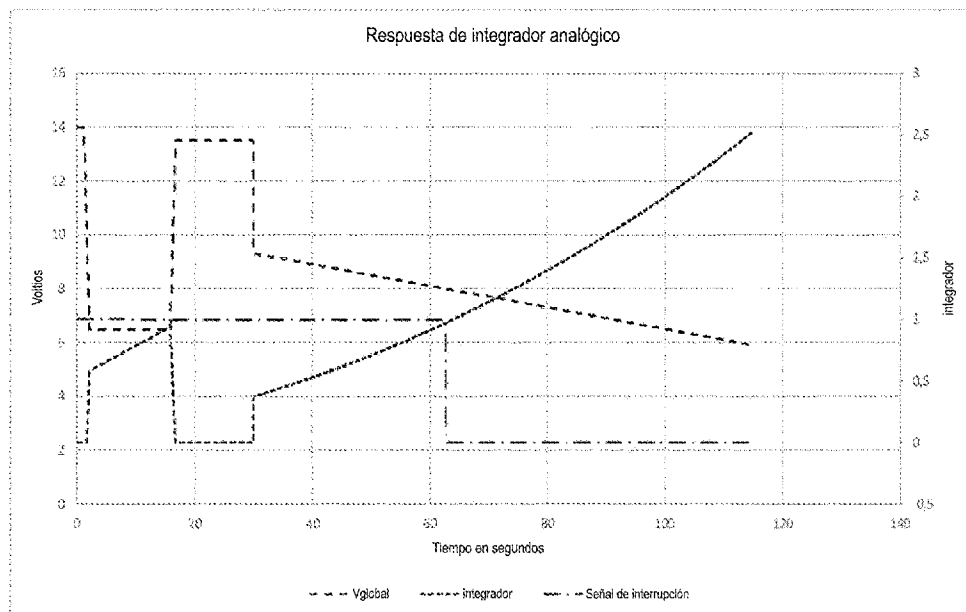
[Figura 10a]



[Figura 10b]



[Figura 10c]



[Figura 10d]

