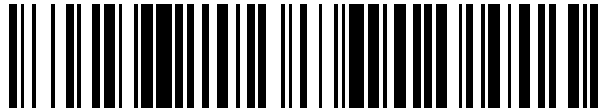


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 678 411**

51 Int. Cl.:

**H02J 7/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.11.2007 PCT/DK2007/000492**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.05.2008 WO08055505**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2007 E 07817888 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.05.2018 EP 2092627**

54 Título: **Sistema de gestión de baterías**

30 Prioridad:

**10.11.2006 EP 06388061**

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

**10.08.2018**

73 Titular/es:

**LITHIUM BALANCE A/S (100.0%)**

**Gregersensvej 1A**

**2630 Taastrup, DK**

72 Inventor/es:

**LONCAREVIC, IVAN**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 678 411 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema de gestión de baterías

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a sistemas y métodos para controlar la carga y descarga de celdas de batería tales como las celdas de ion litio.

10 **Antecedentes de la invención**

La introducción de las baterías de ion litio recargables abre nuevas posibilidades de actuaciones. Las tecnologías de litio ofrecen varias ventajas donde se requiere el máximo tiempo de funcionamiento y la vida útil de los ciclos de la batería en un amplio intervalo de temperaturas, junto con un tamaño compacto y un peso mínimo. Esta tecnología necesita estrictos criterios de carga y descarga. La protección y detección contra condiciones abusivas es en este caso una demanda. Se debe desarrollar un BMS (sistema de gestión de baterías) con el fin de cumplir con estas demandas.

El documento WO9932323A de la técnica anterior divulga un sistema en el que las celdas se monitorizan, o individualmente o en subunidades discretas de células, mediante módulos de control de baterías separados. Estos módulos de control de baterías realizan la función de puentear o derivar la corriente alrededor de la celda o subunidad de celdas con el fin de igualar el estado de carga de todas las celdas o subunidades de celdas.

Los módulos de control de baterías se colocan bajo el control general de una unidad de control central y actúan bajo la base de las órdenes enviadas desde la unidad de control central en vez de bajo sus propias órdenes.

**Sumario de la invención**

En los antecedentes anteriores, es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de gestión de baterías (BMS) que garantice las condiciones de carga y descarga óptimas para cada una de las celdas de litio individuales y proteja las celdas de litio de cualquier condición abusiva tal como una sobrecarga y/o un cortocircuito.

Estos y otros objetos y ventajas están de acuerdo con la invención obtenida por un sistema de gestión de baterías (BMS) para el control y la monitorización de una pluralidad de celdas de ion litio o celdas de batería similares que incluyen celdas de litio molibdeno, níquel, cadmio y PB, el BMS incluye un microcontrolador de control central y una pluralidad de circuitos de control conectados con una celda de batería respectiva y sirve para monitorizar individualmente la carga de la celda de batería individual respectiva y en el momento de alcanzar un estado de carga máxima establecer una derivación a través de la celda de batería individual para permitir una carga continua de las celdas de batería restantes y al mismo tiempo comunicar al microcontrolador de control central un mensaje que representa que se ha alcanzado el estado de carga máxima y que sirve durante la descarga de la batería para monitorizar el estado de la celda de batería individual respectiva e informar al microcontrolador de control central en el caso de que se haya alcanzado un estado de carga mínima para hacer que el microcontrolador de control central desconecte la batería de la carga con el fin de evitar la descarga excesiva de las celdas de batería individuales.

De acuerdo con una realización específica de la invención, dicho BMS comprende unos sensores de temperatura para la monitorización continua de la temperatura en el dispositivo, unos medios para apagar la carga/descarga en el caso de sobrecarga/cortocircuito, una monitorización de la corriente por medio de una resistencia de derivación, una protección de fusible del dispositivo en el caso de sobrecarga/cortocircuito, un suministro de alimentación para la unidad de control y un medidor de combustible.

Los anteriores y otros objetos y ventajas están además de acuerdo con la invención alcanzada por un método para controlar y monitorizar una pluralidad de celdas de ion litio o celdas de batería similares que incluyen celdas de litio molibdeno, níquel, cadmio y PB, comprendiendo el método:

- 55 – durante la carga de dichas celdas:
  - ajustar la tensión/corriente con respecto a la condición de celda para lograr un rendimiento de carga óptimo y puentear una o más celdas individuales para permitir la carga continua de las celdas restantes cuando dichas una o más celdas individuales han alcanzado la tensión máxima;
- 60 – durante la descarga de dichas celdas
  - monitorizar la tensión de cada celda individual hasta que se alcance un valor mínimo en una o más celdas individuales, momento en el que todas las celdas se apagan para evitar que la celda de ion litio alcance el nivel de tensión mínimo estropeándose por continuar la descarga;

garantizando de este modo el mayor rendimiento de la seguridad máxima de batería durante la carga y la descarga.

La presente invención se refiere además a un sistema de gestión de baterías (BMS) de un diseño modular, donde el sistema puede adaptarse a diferentes números y localizaciones físicas de las celdas recargables. En un sistema modular de acuerdo con la invención, los circuitos/funciones comunes a todas las celdas se proporcionan por lo tanto centralmente, por ejemplo, en una PCB individual o de otro modo, mientras que las celdas individuales pueden proporcionarse con sistemas de control correspondientes que comprenden medios de equilibrado de celdas y/o medios de detección esclavos, los sistemas de control individuales son o de un tipo común para todas las celdas del sistema o están individualmente adaptados a cada celda individual. Los sistemas de control en las celdas individuales pueden comunicarse con los circuitos centrales del sistema mediante conexiones cableadas, por ejemplo, una conexión analógica o un bus de comunicación digital de acuerdo con la implementación específica del sistema. Sin embargo, como alternativa sería posible proporcionar comunicación entre los sistemas de control de celdas individuales y las partes centrales del sistema mediante unos medios de comunicación inalámbricos, aumentando de este modo aún más la flexibilidad de toda la configuración.

En la siguiente descripción detallada de la invención, los conceptos de la invención se ilustrarán haciendo referencia a dos realizaciones específicas de la invención, pero se entiende que el alcance de la invención no se limita a esas realizaciones. Aunque las realizaciones mostradas y descritas en la descripción detallada de la invención se refieren a un número específico de celdas y a tensiones específicas sobre cada celda individual y sobre la totalidad de la batería, la invención no está limitada a estos valores numéricos específicos. De hecho, puede incluirse cualquier número de celdas individuales en el sistema y método de la invención.

### Breve descripción de los dibujos

La presente invención se entenderá mejor haciendo referencia a la siguiente descripción detallada de las realizaciones de la invención tomada junto con las figuras, donde:

- la figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de una primera realización de un BMS (sistema de gestión de baterías) de acuerdo con la presente invención,
- la figura 2 muestra una vista esquemática que ilustra la carga de una batería de ion litio de 14 celdas cuando se usa el BMS de la figura 1,
- La figura 3 muestra una vista esquemática similar a la vista de la figura 2 de la descarga de la batería de ion litio de 14 celdas cuando se usa el BMS de la figura 1.
- La figura 4 muestra un diagrama de bloques esquemático de una segunda realización de un BMS (sistema de gestión de baterías) de acuerdo con la presente invención.
- la figura 5 muestra una vista esquemática de un interruptor de batería de la segunda realización de un BMS (sistema de gestión de baterías) de acuerdo con la presente invención,
- la figura 6 muestra una vista esquemática de un suministro de alimentación de la segunda realización de un BMS (sistema de gestión de baterías) de acuerdo con la presente invención,
- la figura 7 muestra un diagrama esquemático de una puesta en marcha de un suministro de alimentación de la figura 6 de la segunda realización de un BMS (sistema de gestión de baterías) de acuerdo con la presente invención,
- la figura 8 muestra una vista esquemática de una parte de suministro para el bus de comunicación, un sensor de temperatura interno, un sensor de temperatura externo y un medidor de combustible de salida de la segunda realización de un BMS (sistema de gestión de baterías) de acuerdo con la presente invención;
- la figura 9 muestra una vista esquemática de una unidad de sincronización y control de la segunda realización de un BMS (sistema de gestión de baterías) de acuerdo con la presente invención,
- La figura 10 muestra una vista esquemática de un módulo de equilibrado de celdas y una medición de tensión de celdas de la segunda realización de un BMS (sistema de gestión de baterías) de acuerdo con la presente invención.
- la figura 11 muestra una vista esquemática de un único bus de cable de la segunda realización de un BMS (sistema de gestión de baterías) de acuerdo con la presente invención.

### Descripción detallada de la invención

Haciendo referencia a la figura 1 se muestra un diagrama de bloques esquemático de una primera realización del sistema de gestión de baterías o BMS de acuerdo con la invención, que se muestra conectado a una pluralidad de

celdas de ion litio, en la realización mostrada en la figura 1 un total de 15 celdas de ion litio. Una de las celdas de ion litio se designa con el número de referencia 12 y el BMS se designa en su totalidad con el número de referencia 10.

5 El BMS incluye centralmente un microcontrolador maestro que realiza la detección y el control general del BMS, microcontrolador central que se designa con el número de referencia 14. El microcontrolador 14 puede conectarse a un equipo externo tal como un PC externo a través de un conector de interfaz 16. El BMS está conectado a un conector o terminal de tierra común 18 y está conectado a un conector o terminal de entrada de carga a través de un MOSFET de control de carga 22 que sirve para separar el conector de entrada de carga de un conector de salida de batería 24 que constituye el terminal de salida positiva del sistema de batería en relación con el conector o terminal de tierra común 18.

15 La configuración en serie de las 15 celdas de ion litio define un terminal positivo, que está conectado a la unión entre el terminal o conector de salida de batería 24 y el terminal de detección de tensión de batería del MOSFET de control de carga 22. El terminal negativo de la configuración en serie de las 15 celdas de ion litio se conecta a través de una configuración en serie de MOSFET de control de descarga 26 y una resistencia de pocos ohmios al conector o terminal de tierra común 18. La tensión a través de la resistencia de pocos ohmios 28 se detecta por un amplificador de corriente que entrega una tensión de salida en respuesta a una corriente excesiva que pasa a través de la resistencia de pocos ohmios 28 para informar al microcontrolador maestro central 14 de la aparición de una carga de corriente excesiva a través de la configuración en serie de las 15 celdas de ion litio. El MOSFET de control de descarga 26 se controla mediante el microcontrolador maestro central 14 y se usa para apagar el suministro de corriente de las celdas de ion litio, como se describirá a continuación.

25 Como característica específica del BMS de acuerdo con la presente invención, cada celda de ion litio está conectada a un circuito de monitorización y control independiente que incluye para cada celda de ion litio un circuito de equilibrio de celdas 32, un sensor de temperatura 34 y un circuito esclavo de comunicación o detección 36 que establece la comunicación desde el circuito de equilibrio de celdas 32 y el sensor de temperatura hacia y desde el microcontrolador maestro central 14. El circuito de equilibrio de celdas 32 sirve básicamente para monitorizar la tensión a través de la celda de ion litio durante la carga y en el caso de que la celda de ion litio conectada al circuito de equilibrio de celdas en cuestión haya alcanzado la tensión máxima y el microcontrolador maestro 14 todavía esté controlando el BMS en la carga continua de las celdas de ion litio restantes, el circuito de equilibrio de celdas 32 deriva la celda de ion litio para permitir la carga continua de las celdas de ion litio restantes.

35 El sensor de temperatura 34 sirve para monitorizar si se alcanza una temperatura excesiva en la celda de ion litio y/o en los circuitos esclavos de equilibrio de celda y de detección 32 y 36, respectivamente, y el circuito esclavo de detección 36 sirve durante la descarga de la celda de ion litio para monitorizar la descarga de la celda de ion litio hasta un mínimo en cuyo momento el circuito esclavo de detección 36 informa al microcontrolador maestro 14 de la aparición de una descarga completa de una de las celdas que hace que el microcontrolador maestro 14 apague todo el circuito con el fin de evitar que la celda de ion litio alcance el nivel de tensión mínimo estropeándose por la descarga continua de la celda de ion litio.

40 Haciendo referencia a la figura 2 se muestra un diagrama que ilustra la carga ventajosa de un total de 14 celdas mediante el uso del BMS, como se muestra en la figura 1, sin embargo, modificado en comunicación con las 14 celdas de ion litio en lugar de 15 celdas de ion litio como se ilustra en la figura 1. A partir de la figura 2, es evidente que las celdas de ion litio individuales se cargan simultáneamente al mismo nivel máximo de aproximadamente 4,2 V.

50 Haciendo referencia a la figura 3 se muestra un diagrama que ilustra la descarga y el control ventajosos de un total de 14 celdas mediante el uso del BMS, como se muestra en la figura 1, sin embargo, modificado en comunicación con las 14 celdas de ion litio en lugar de 15 celdas de ion litio como se ilustra en la figura 1. A partir de la figura 2, es evidente que se monitoriza cada una de las celdas individuales y se permite que la batería en su conjunto se apague en el momento en que una sola celda de ion litio alcanza el nivel de tensión mínimo de 2,8 V.

55 Haciendo referencia a la figura 4 se muestra un diagrama de bloques esquemático de una segunda realización del sistema de gestión de baterías o BMS de acuerdo con la invención, que se muestra conectado a una pluralidad de celdas de ion litio, en la realización mostrada en la figura 4, un total de 15 celdas de ion litio. Una de las celdas de ion litio se designa con el número de referencia 12 y el BMS se designa en su totalidad con el número de referencia 10.

60 El BMS incluye centralmente un microcontrolador maestro 14 que realiza la detección y el control general del BMS. El microcontrolador maestro 14 puede conectarse a un equipo externo tal como un PC externo a través de un bus de dispositivo externo 16.

65 El BMS está conectado a un conector o terminal de batería común 24 que está conectado a la configuración en serie de las celdas de ion litio 12 y define un terminal positivo. El terminal negativo de la configuración en serie de las 15 celdas de ion litio está conectado a través de una resistencia de derivación de pocos ohmios 28. La tensión a través de la resistencia de derivación de pocos ohmios 28 se detecta por el amplificador de corriente 44 que entrega una

tensión de salida en respuesta a una corriente excesiva que pasa a través de la resistencia de derivación de pocos ohmios 28 durante la carga o durante la descarga para informar al microcontrolador maestro central 14 de la aparición de una carga de corriente excesiva a través de la configuración en serie de las 15 celdas de ion litio. En el caso de un cortocircuito/sobrecarga, se alcanza el umbral de las corrientes de carga o de las corrientes de descarga y el microcontrolador maestro central apaga el proceso de carga/descarga.

La resistencia de derivación de pocos ohmios 28 está conectada además a una unión entre el MOSFET de habilitación de descarga 26 y el MOSFET de habilitación de carga 22 que sirve para separar la carga de la descarga del terminal de tierra 18 y la carga en el terminal de tierra 20. El MOSFET de habilitación de descarga 26 y el MOSFET de habilitación de carga 22 están controlados por el microcontrolador maestro central 14 y se usan para conectar las celdas de ion litio a la carga en el caso de descarga y al cargador en el caso de carga y para apagar el suministro de corriente en el caso de cortocircuito/sobrecarga como se describirá a continuación.

Como característica específica del BMS de acuerdo con la presente invención, cada celda de ion litio está conectada a un circuito de monitorización y control independiente que incluye para cada celda de ion litio un circuito de equilibrio de celda 32 y un circuito esclavo de comunicación y detección 36 que estable una comunicación desde el circuito de equilibrio de celdas 32 hacia y desde el microcontrolador maestro central 14. El circuito de detección 36 sirve para monitorizar la tensión a través de la celda de ion litio durante la carga y en el caso de que la celda de ion litio conectada al circuito de equilibrio de celdas en cuestión haya alcanzado la tensión máxima y el microcontrolador maestro 14 todavía está controlando el BMS en carga continua de las celdas de ion litio restantes, el circuito de equilibrio de celdas 32 deriva la celda de ion litio en cuestión que ha alcanzado la tensión máxima para permitir la carga continua de las celdas de ion litio restantes.

La derivación se realiza por el circuito de equilibrio de celdas 32 mediante un cortocircuito en el polo positivo y el polo negativo de la celda a través de una resistencia de potencia y un transistor de conmutación rápida. La modulación de PWM se realiza en una realización de la invención para garantizar una corriente ajustable a través de la resistencia.

El circuito esclavo de detección 36 sirve durante la descarga de la celda de ion litio para monitorizar la descarga de la celda de ion litio a un mínimo en cuyo momento el circuito esclavo de detección 36 informa al microcontrolador maestro 14 de la aparición de una descarga completa de una de las celdas que hace que el microcontrolador maestro 14 apague toda la circuitería para evitar que la celda de ion litio alcance el nivel de tensión mínimo estropeándose por la descarga continua de la celda de ion litio.

Un suministro de alimentación alimentado desde la batería se usa para suministrar a la electrónica del BMS con tensión de CC. Los transistores de conmutación conectados en la configuración de medio puente y filtrados por un filtro de paso bajo, y regulados adicionalmente por unos reguladores de tensión proporcionan las tensiones necesarias para la electrónica de control.

Un sensor de temperatura interno 34 sirve para monitorizar e informar al microcontrolador maestro 14 de la temperatura en el microcontrolador maestro 14 y en el caso de que se alcance una temperatura excesiva, el microcontrolador maestro 14 apagará la carga/descarga. Un sensor de temperatura de batería 40 sirve para monitorizar e informar al microcontrolador maestro de la temperatura en la celda de ion litio y/o en los circuitos esclavos de equilibrio de celdas y de detección 32 y 36, respectivamente. Si se alcanza una temperatura excesiva en la celda de ion litio y/o en los circuitos esclavos de equilibrio de celdas y de detección 32 y 36, el microcontrolador maestro apagará el proceso de carga/descarga.

Un bus de comunicación de celdas 42 se usa para la comunicación entre el microcontrolador maestro y un microcontrolador esclavo proporcionado en cada circuito esclavo individual. El bus está separado del microcontrolador maestro por una etapa de aislamiento y (des)acoplamiento 38. El bus también se usa para el medidor de combustible donde se informa de la capacidad restante de la batería.

Haciendo referencia a la figura 5, se muestra una descripción esquemática detallada de un interruptor de habilitación de descarga y de habilitación de carga y de la resistencia de derivación de detección de corriente. El BMS contiene dos interruptores CMOS paralelos que sirven para separar el conector de tierra de entrada de carga del conector de tierra de salida de batería. Cada interruptor se crea mediante una conexión paralela de MOSFET donde el MOSFET número D1 hasta el D20 se usan para conectar la carga durante la descarga y el número de MOSFET D52, D55, D68, D64, D65, D67 se usan para conectar el cargador durante la carga.

La carga se conmuta a la batería con nivel 'ALTO' de la señal BATTERY\_SW, conectando de este modo la tensión positiva derivada de +15 V a través de los transistores Q2 y Q1. El cargador se conmuta a la batería con un nivel 'ALTO' de señal CHARGER\_SW, conectando de este modo los +15 V a los transistores Q29 y Q28.

El apagado de hardware se activa al alcanzar el nivel umbral obtenido de la resistencia de derivación en el caso de sobrecarga/cortocircuito. El valor analógico de la corriente de carga se obtiene de la salida de inversor U2B CHARGE. El valor analógico de la corriente de carga se realiza en dos intervalos donde se lee el intervalo de

corriente más bajo de la salida de U4A y se lee el intervalo más alto de la salida del opamp U2A, donde los márgenes del intervalo de corriente más bajo y más alto variarán en función de la aplicación y se configurará determinando la ganancia de las resistencias de los amplificadores no inversores R8, R7, R35. El transistor Q30 habilita o deshabilita el suministro para el opamp de detección de corriente de carga por razones de ahorro de energía.

En el caso de que el fusible de fusión F2 se funda debido a un cortocircuito a través de los MOSFET D61 y D71 para evitar la descarga profunda de la batería, se inicia el apagado por "fusión de fusible" mediante 2 señales en una función AND lógica proporcionadas por Q16 y Q17 para evitar la activación aleatoria del apagado por "fusión de fusible". En el caso de que el hardware se apague debido a un alto nivel de corriente, un nivel "ALTO" de la señal SHUT DOWN en el transistor Q4 dará como resultado la apertura del transistor Q4 que permanece abierto por la retroalimentación de tensión positiva a través de la resistencia R24. El apagado solo se puede finalizar cambiando el nivel de la señal SHUTDOWN\_RST cortando de este modo el transistor Q5 y desconectando la retroalimentación de tensión positiva proporcionada por la resistencia R24.

Haciendo referencia a la figura 6 se muestra una descripción esquemática detallada de un suministro de alimentación para el módulo de control que se crea por los transistores de conmutación D41 y D40 conectados en una configuración de semipunte y accionada por el controlador de semipunte U22 donde se aplica la retroalimentación de la tensión de batería a través del opamp U4B conectado en la configuración de seguidor de tensión en la función como un amortiguador. La salida de CC del módulo de control se crea filtrando la tensión de CC pulsante de los transistores de conmutación con el filtro de LC L1 y C64 y regulando la tensión mediante los reguladores de tensión U24 (salida de 15 V +15V\_ON) y U23 (salida de 5 V +5V\_ON) y +9 V usando un diodo Zener D48 y +5 V mediante un regulador U20 donde la salida de 5 V se suministra directamente desde la batería para alimentar al microcontrolador maestro en el modo de espera. La salida de +5 V se desactiva por Q25, que se abre cuando está activo la PWM (modulación de ancho de pulso) del semipunte.

Haciendo referencia a la figura 7 hay una vista de diagrama de la secuencia de puesta en marcha de la fuente de alimentación donde la señal AUX\_START 'ALTA' después del encendido del microcontrolador maestro (1) proporciona el suministro de alimentación temporal para el semipunte. Después de aproximadamente 100 ms, la tensión de CC está completamente desarrollada, lo que da como resultado un aumento de la tensión +5V\_ON (2) y, después de 100 ms adicionales, se termina el suministro de alimentación (3).

Haciendo referencia a la figura 8a se muestra una descripción esquemática detallada de una parte de suministro para la comunicación desde el microcontrolador maestro al bus de comunicación de microcontrolador esclavo donde la señal desde el microcontrolador maestro al microcontrolador esclavo TX\_CELL se amplifica por el transistor Q10.

Haciendo referencia a la figura 8B se muestra una descripción esquemática detallada de una parte de suministro para la comunicación desde el bus de comunicación de microcontrolador esclavo al microcontrolador maestro, donde la señal desde el microcontrolador esclavo al microcontrolador maestro se suministra por una señal +5V\_ON y la corriente está limitada por la resistencia R194 cuando RX\_CELL se conmuta a tierra para proporcionar el nivel de señal "BAJO".

Haciendo referencia a la figura 8c se muestra una descripción esquemática detallada de un sensor de temperatura interior donde la temperatura interna se detecta por el termistor R45.

Haciendo referencia a la figura 8d se muestra una descripción esquemática detallada de un sensor de temperatura externa, donde la detección de la temperatura externa o de batería se proporciona por unos diodos supresores de tensión transitoria, resistencias de ajuste de nivel de tensión, condensadores de filtrado y un termistor NTC externo.

Haciendo referencia a la figura 8e se muestra una descripción esquemática detallada de una salida analógica para un medidor de combustible, donde el nivel de tensión se ajusta mediante una resistencia R44. El medidor de combustible usa la salida PWM (V\_OUT) donde el ciclo de trabajo de la salida puede usarse para obtener la capacidad restante de la batería, como alternativa la salida PWM (V\_OUT) puede usarse para transportar información binaria para un medidor de combustible digital. El medidor de combustible cuenta todas las corrientes que entran y salen de la batería. Un amplificador de dos etapas Q11, Q13, Q12, Q14 se usa para mejorar la capacidad de transporte de corriente de la PWM\_output. Las etapas del amplificador de dos etapas se filtran mediante una red RC paralela y se separan mediante un optoacoplador ISO1 del microcontrolador maestro.

Haciendo referencia a la figura 9 se muestra una unidad de sincronización y control para el microcontrolador esclavo para controlar el apagado, habilitar la carga o descarga y un circuito de detección. Cada esclavo tiene su propia dirección para que el maestro los reconozca y cada esclavo recibe individualmente pulsos y valores de sincronización para equilibrar las celdas desde el maestro y envía mediciones de tensión e información de estado al maestro. El circuito de detección consiste en la detección de corriente de la corriente de descarga (DISCHARGE\_HIGH, DISCHARGE\_LOW), la detección de la corriente de carga (CHARGE), la detección de la temperatura interna (TEMPSNS\_NT), la detección de la temperatura externa (TEMPSNS\_EXT) y la detección de la tensión de batería (BATTERY\_VOLTAGE). El suministro de alimentación del módulo de control está soportado en el

arranque por una señal START\_AUX y la conmutación del semipunto está regulada por una señal PWM\_AUX y la retroalimentación de la salida +5V\_ON cuando el semipunto está listo para suministrar a su controlador desde su propia salida. Los 5V\_uP puede deshabilitar los opamp de detección de corriente, reduciendo de este modo el consumo de energía en el modo de espera. El interruptor CMOS para habilitar la carga se controla mediante la señal CHARGE\_SW y el interruptor CMOS para habilitar la descarga se controla mediante la señal BATTERY\_SW. La señal SHUT\_DOWN 'ALTA' desconectará los +15 V de las puertas, garantizando de este modo el estado abierto de los MOSFET y el casi inmediato nivel 'ALTO' de la señal TURN\_OFF garantiza la rápida descarga de las puertas a través de una resistencia de 12 ohmios. El microcontrolador proporciona una anulación de estado de apagado mediante una señal SHUT\_DOWN en el nivel 'BAJO' durante un período corto de tiempo y las señales de activación para OUT\_1 y OUT\_2: OUT\_1\_DRIVE y OUT\_2\_DRIVE. El nivel "ALTO" de la señal WAKE\_UP proporciona una señal baja en el pin 1 del microcontrolador a través de la tierra del colector Q8, activando de este modo el microcontrolador desde el modo de ahorro de energía (espera). La comunicación de celdas se proporciona por la señal TX\_CELL (transferencia a celda) y la señal RX\_CELL (recepción desde celda), por lo que la carga puede regularse por el BMS transfiriendo información a la celda usando TX\_CELL y recibiendo información desde la celda usando la señal RX\_CELL y pueden realizarse diagnósticos adicionales del BMS usando el software apropiado.

Haciendo referencia a la figura 10a se muestra un módulo de equilibrado de celdas donde la carga de cada celda individual se controla por su propio microcontrolador protegido de pico de tensión. El equilibrio de celdas se obtiene cortocircuitando el polo positivo y el negativo de la celda a través de una resistencia de alimentación y un transistor de conmutación rápida. La PWM se usa para garantizar la corriente ajustable a través de la resistencia. El esclavo recibe una tensión del maestro, calcula la diferencia entre el valor recibido y calcula el ciclo de trabajo para la PWM de equilibrio de celdas. Si la tensión de celda es menor que la tensión recibida del maestro, la PWM se establece en cero.

Haciendo referencia a la figura 10b se muestra un módulo de medición de tensión de celda donde la medición se realiza mediante un divisor de tensión fabricado de resistencias paralelas de 1k ohmios donde el valor analógico se conecta al pin 3 del microcontrolador. El equilibrio de celdas se detiene al medir la tensión para evitar una caída de tensión en los cables. La medida se transmite al microcontrolador maestro. En el modo de espera, la detección de tensión se deshabilita al desconectar el transistor NPN, lo que da como resultado que también se corte el transistor PNP.

Haciendo referencia a la figura 11a se muestra un bus de un solo cable para la comunicación de las señales TX y RX a un único cable DATA que incluye aislamiento galvánico de la fuente y que se amplifica por el transistor D64.

Haciendo referencia a la figura 11b se muestra una etapa de potencia de la salida OUTPUT\_1.

Haciendo referencia a la figura 11c se muestra una circuitería de protección del termistor que monitoriza la batería y/o en los circuitos de equilibrio y detección y control de celdas.

Haciendo referencia a la figura 12 se muestra una celda para un bus de comunicación de microcontrolador maestro para desacoplar la señal TX\_CELL de las señales RX1 hasta RX15 y acoplar las señales TX1 hasta TX15 a la señal RX\_CELL.

Se proporciona una descripción detallada de una realización de la invención haciendo referencia a los siguientes anexos, donde:

- El ANEXO A contiene una descripción técnica;
- El ANEXO B contiene una descripción de software; y
- El ANEXO C contiene diagramas de circuitos detallados de partes del sistema.

### Anexo A

#### Especificación del sistema

<b>Tensión de batería</b>		
Cantidad de celdas		15
Tensión de celda		2,8 V – 4,2 V/ Celda
Tensión mínima		42 VDC
Tensión máxima		63 VDC
<b>Manejo de corriente de CC</b>		
Corriente continua de descarga		150 A
Corriente de descarga máxima (< 8s)		250 A
Máx. manejo de corriente de carga		35 A
Corriente de carga pico (< 1s)		50 A
<b>Mediciones / Precisión</b>		
Tensión de celda única		< 1 %

## ES 2 678 411 T3

	Tensión de la batería	< 1 %
	Δ resolución de temperatura	< 0,25 °C
	Temperatura	+/-3 °C
<b>Equilibrio de celdas</b>		
	Corriente de puenteo máxima 1 A	Ajustable desde 0 A
<b>Consumo de energía de BMS</b>		
	Consumo en espera	< 250 μA
	Consumo en activo	< 50 mA
<b>Sobrecarga</b>		
	Descarga > 200 A	Apagado de software
	Período de descanso	10 s, 3 intentos seguidos para reiniciar el BMS
	Comportamiento de sobrecarga personalizado	TBD
<b>Cortocircuito</b>		
	Activación de cortocircuito de batería	Apagado de hardware
	Período de descanso	10 s, 3 intentos seguidos para reiniciar el BMS
	Comportamiento de cortocircuito personalizado	TBD
<b>Fusible</b>		
	MEGA FUSE de Littell & fuse	175 A
<b>Protección de temperatura alta</b>		
	Disipador de calor	Pasivo
	Terminación por sobrecarga	
<b>Sobretensión</b>		
	Tiempo de respuesta de desconexión de la batería cuando aparece la sobretensión	20 ms
	Desconexión de celda única en el caso de sobretensión	1 s
<b>Bajatensión</b>		
	Dispositivo de apagado	TBD
<b>Condiciones de funcionamiento</b>		
	Temperatura ambiente mínima	-20 °C
	Temperatura ambiente máxima	+50 °C
	Temperatura de funcionamiento máxima	+105 °C

### Descripción de placa base

5 El módulo BMS puede describirse en principio como un interruptor CMOS de alta capacidad de corriente caracterizado por el apagado de emergencia en el caso de cortocircuito o sobrecarga de la batería. Este interruptor proporciona la conexión del cargador a la batería en el caso de carga y a la carga (motor) durante el funcionamiento normal.

- 10
- Interruptor de batería para cargador y carga controlado por el microcontrolador caracterizado por un apagado de hardware en el caso de sobrecarga o cortocircuito; detección de corriente
  - Suministro de alimentación para el módulo de control
  - Parte de suministro para el bus de comunicación de celdas y salida analógica reservada para el medidor de combustible
- 15
- Microcontrolador maestro

(Véase la figura 5)

#### Función:

20 Interruptor de batería para cargador y carga controlado por el microcontrolador caracterizado por un apagado de hardware en el caso de sobrecarga o cortocircuito; detección de corriente. Además, se introduce el apagado por "fusión de fusible" para evitar la descarga profunda de la batería en el caso de cortocircuito de los MOSFET de conmutación.

#### Descripción:

25 El BMS contiene dos CMOS paralelos para conectar la batería al cargador o a la carga. Cada interruptor se crea mediante una conexión paralela de MOSFET: los transistores D1 hasta D20 para la conexión de carga y el interruptor para la conexión de cargador se crea mediante una combinación paralela de los transistores D52, D55, D68, D64, D65, D67.

En el modo normal, la carga se conmuta a la batería con un nivel "ALTO" de la señal *BATTERY\_SW*. Esto conecta



la tensión positiva obtenida desde el +15 V a través de los transistores Q2 y Q1. La conexión del cargador se habilita por los transistores Q29 a Q28 con la señal *CHARGER\_SW* 'ALTA'.

El apagado de hardware se activa alcanzando el nivel de umbral de las corrientes en el caso de sobrecarga /cortocircuito. El nivel de corriente se obtiene a partir de la resistencia de derivación R1, el valor analógico de la corriente de carga se obtiene a partir de la salida de inversor U2B - *CHARGE*. La lectura de la corriente de carga se realiza en dos intervalos: para el intervalo de corriente más bajo se lee desde la salida de U4A y para el intervalo más alto desde la salida del opamp U2A. Los márgenes del intervalo de corriente más bajo y más alto serán varios en función del proyecto concreto y se configurarán por una ganancia que determine las resistencias de unos amplificadores no inversores R8, R7, R35. El transistor Q30 habilita o deshabilita el suministro para el opamp de detección de corriente de carga por razones de ahorro de energía.

El apagado de hardware iniciado por un alto nivel de corriente dará como resultado el nivel "ALTO" de la señal *SHUT DOWN* en el transistor Q4 que resulta en la apertura del transistor Q4, que permanece abierto a través de la retroalimentación de tensión positiva a través de la resistencia R24 (obsérvese que el nivel de la señal *SHUTDOWN\_RST* es 'ALTA' durante el funcionamiento normal).

La tensión positiva de la abertura *SHUT DOWN* Q6 cierra Q2, lo que da como resultado el corte del transistor Q1 que desconecta la fuente de +15 V antes de conectar las puertas de los interruptores a tierra para evitar el cortocircuito de +15V\_ON a tierra que podría aparecer cuando las puertas de los transistores estén conectadas a tierra.

El apagado solo se puede finalizar cambiando el nivel de la señal *SHUTDOWN\_RST* cortando el transistor Q5 y desconectando la retroalimentación de tensión positiva proporcionada por la resistencia R24.

El apagado iniciado por un microcontrolador se realiza estableciendo el nivel de *TURN\_OFF* en nivel 'ALTO' (apagado de software).

El apagado por "fusión de fusible" se proporciona conectando los polos positivo y negativo de la batería lo que resulta en un cortocircuito a través de los MOSFET D61 y D71. La corriente de cortocircuito fundirá el fusible de cargador F2. El apagado por "fusión de fusible" se inicia por 2 señales en la función AND lógica (proporcionada por las circuiterías de Q16 y Q17) para evitar la activación aleatoria de este tipo de apagado. La activación del cargador se indica al procesador mediante la señal *CHARGER\_ACTIVE* 'ALTA'.

(Véase la figura 6)

Función:

Fuente de alimentación del módulo de control

Descripción:

El núcleo de la fuente de alimentación se alimenta por la batería y se crea por unos transistores de conmutación D41 y D40 conectados en configuración semipunte accionados por un controlador de semipunte U22. La retroalimentación de la tensión de suministro (batería) se aplica a través del opamp U2B conectado en una configuración de seguidor de tensión en la función como un amortiguador.

La salida de CC se crea filtrando la tensión de CC pulsante con un filtro LC de paso bajo (conexión paralela de L1 y C64). Las tensiones reguladas se proporcionan por los reguladores de tensión U24 (salida 15 V +15V\_ON) y U23 (salida 5 V +5V\_ON); +9 V usando un diodo Zener D48 y +5 V por un regulador U20. La salida +5 V se suministra directamente desde la batería y está destinada únicamente para suministrar al microcontrolador principal en el modo de espera. La salida de +5 V se deshabilita por el transistor Q25, que se abre cuando la PWM del semipunte está activo.

En primer lugar, la señal *AUX\_START* I 'ALTA' al inicio garantiza la tensión VCC de suministro para la unidad. Después de un tiempo, esta señal se establece en 'BAJA' y la VCC se obtiene de la tensión +15V\_ON. La puesta en marcha de la fuente de alimentación de conmutación del módulo de control puede describirse como se muestra en la figura 1. Después del encendido del microcontrolador maestro (1.), el procesador configura la señal *AUX\_START* a 'ALTA' para proporcionar el suministro temporal para el controlador de semipunte. Después de un cierto tiempo (aproximadamente 100 ms) la tensión de CC está completamente desarrollada, lo que da como resultado el aumento de la tensión +5V\_ON (2.). Para garantizar el correcto funcionamiento de la fuente de alimentación, el suministro temporal se mantiene durante 100 ms adicionales y después de esto se termina (3.).

(Véase la figura 7)

(Véase la figura 8)

Función:

Parte de suministro para el bus de comunicación de celdas y la salida analógica reservado para el medidor de combustible.

Descripción:

La señal de transferencia del microcontrolador para las celdas *TX\_CELL* se amplifica por un transistor Q10. La señal recibida de los microcontroladores esclavos por un controlador maestro se suministra por una señal +5V\_ON y la corriente está limitada por una R194 cuando la *RX\_CELL* se conmuta a tierra para proporcionar el nivel de señal

"BAJO". La temperatura interna se detecta por un termistor R45 y el nivel de tensión para el controlador se ajusta mediante una resistencia R44.

5 Para el medidor de combustible se reserva la salida de PWM ( $V_{OUT}$ ), donde el ciclo de trabajo de la salida (es decir, el ancho de pulso) puede ser igual a la capacidad restante de la batería o también es capaz de llevar información binaria para el medidor de combustible digital. La capacidad de llevar corriente de la salida se mejora mediante un amplificador de dos etapas creado por Q11, Q13 y Q12, Q14. Las etapas en las conexiones en cascada se filtran mediante unos filtros de paso bajo creados por unas redes RC paralelas. Esta salida también se separa por un optoacoplador ISO 1 del microcontrolador maestro.

10 La circuitería para la detección de temperatura externa se crea mediante unos diodos supresores de tensión transitoria, unas resistencias de ajuste de nivel de tensión, unos condensadores de filtrado y un termistor NTC externo.

(Véase la figura 9)

15 Función:

Sincronización y el control de los microcontroladores esclavos. El control del apagado y la habilitación de la carga y el cargador.

20 Descripción:

El microcontrolador puede programarse y reconfigurarse por un conector J32. Las señales para sincronizar y controlar pueden dividirse en los siguientes grupos:

- Circuitos de detección
- Puesta en marcha y regulación de la fuente de alimentación del módulo de control
- 25 ➤ Control de interruptor CMOS
- Comunicación de celdas
- Comunicación de cargador
- Salida analógica/digital

30 La circuitería de detección consiste en la detección de corriente de una corriente de carga ( $DISCHARGE\_HIGH$  y  $DISCHARGE\_LOW$ ) y la corriente de carga ( $CHARGE$ ), la detección de la temperatura interna ( $TEMPSENS\_INT$ ) y la temperatura de la batería ( $TEMPSENS\_EXT$ ), la detección de la tensión de batería tensión ( $BATTERY\_VOLTAGE$ ).

35 La fuente de alimentación del módulo de control está soportada en la puesta en marcha mediante una señal  $START\_AUX$  y la conmutación del semipunto está regulada por una señal  $PWM\_AUX$  y la retroalimentación de la salida  $+5V\_ON$  para notificar cuándo el semipunto está listo para suministrar a su controlador desde su propia salida. La  $+5V\_UP$  puede deshabilitar el suministro de los opamps de detección de corriente, reduciendo de este modo el consumo de energía en el modo de espera.

40 El interruptor CMOS del cargador se conmuta mediante la señal  $CHARGE\_SW$  y el interruptor de carga se controla por un nivel de una señal  $BATTERY\_SW$ . En el caso de apagar la tensión positiva,  $SHUT\_DOWN$  desconectará los  $+15\text{ V}$  voltios de las puertas que garantizan el estado abierto de los MOSFET y casi inmediatamente después de que el nivel 'ALTO' de la señal  $TURN\_OFF$  garantice la descarga rápida de las puertas a través de la resistencia de  $12\ \Omega$ .

La comunicación de celdas se proporcionada por una señal  $TX\_CELL$  (transferir a celdas) y  $RX\_CELL$  (recibir de celdas).

45 Durante la carga, la carga puede regularse transfiriendo información de BMS a un cargador utilizando la señal  $TX$  y recibiendo información desde el cargador, la señal  $RX$ . Estas señales pueden usarse para un diagnóstico del BMS con el software adecuado.

50 El microcontrolador proporciona una cancelación de estado de apagado mediante una señal  $SHUT\_DOWN$  en un nivel 'BAJO' durante un corto período de tiempo y las señales de accionamiento para las salidas  $OUT\_1$  y  $OUT\_2$ :  $OUT\_1\_DRIVE$  y  $OUT\_2\_DRIVE$ .

El procesador se activa desde el modo de ahorro de energía (espera) mediante el nivel "ALTO" de la señal  $WAKE\_UP$  que proporcionará una señal baja en el pin 1 del microcontrolador a través de la conexión a tierra del colector del Q8.

55 **Módulo de control**

La función principal del módulo de control es supervisar la carga de las celdas individuales de la batería y la carga general mediante el control del cargador.

60 (Véase la figura 10)

Función:

Equilibrio de celdas.

65 Descripción:

Cada celda individual de la batería está controlada por su propio microcontrolador protegido de pico de tensión. El

equilibrio de células se proporciona cortocircuitando el polo positivo y negativo de la celda a través de la resistencia de alimentación. El puenteo se realiza mediante una modulación de PWM para garantizar la corriente ajustable a través de la resistencia. La celda se puentea a través del transistor de conmutación rápida. La medición de tensión de celda se realiza mediante un divisor de tensión formado por resistencias paralelas de 1 kΩ, donde el valor

5 analógico está conectado al pin 3 del microcontrolador esclavo.  
En el modo de espera, la detección de tensión se deshabilita apagando el transistor NPN, lo que da como resultado el corte también del transistor PNP.

(Véase la figura 11)

10

**Función:**

Bus de un solo cable para la comunicación de cargador y la interfaz de salida.

**Descripción:**

15 Convertir las señales TX y RX a un solo cable DATA caracterizado por el aislamiento galvánico de la fuente y amplificar mediante un transistor D64. El módulo de control también incluye una etapa de potencia de la salida OUTPUT\_1. En el tablero de control hay una circuitería de protección adicional del termistor localizada en la placa base.

20

(Véase la figura 12)

**Función:**

Acoplar/desacoplar la señal de bus de comunicación de la celda al microcontrolador, que incluye un aislamiento galvánico.

25

**Descripción:**

Desacoplar las señales TX\_CELL a RX1 hasta RX15 y acoplar las señales TX1 hasta TX15 para la señal RX\_CELL.

**Características de software**

30

**Funciones internas:**

*Mediciones analógicas*

La medición de la tensión de la batería, la detección de corriente, la detección de temperatura se describe en la parte de hardware - *tiempo de refresco: 10 ms*

35

*Gestión de energía*

Para minimizar el consumo de energía en el modo de espera, se involucran en el diseño algunas características de ahorro de energía:

40

- Desconectar el cargador
- Deshabilitar la medición de tensión de las celdas individuales
- Deshabilitar la detección de corriente continua (monitorizar muestras 10 veces por segundo)
- Deshabilitar la fuente de alimentación para la circuitería de control excepto el microcontrolador maestro

Fuente de alimentación

Tensión de puesta en marcha de fuente de alimentación <sup>1</sup>	27,78 V
Tensión de salida de fuente de alimentación	20 V
Ciclo de trabajo de PWM máx. de fuente de alimentación	90 %

45

**Funciones:**

*Cargar*

Corriente máx. de carga (< 1 s) <sup>2</sup>	35 A
Corriente máx. de carga (< 40 ms) <sup>3</sup>	50 A
Tiempo de reposo de apagado de carga <sup>4</sup>	10 s
Apagados seguidos <sup>5</sup>	3
Máx. tensión de celda <sup>6</sup>	4,25 V
Reinicio máx. de tensión de celda	4,15 V
Máx. tensión total <sup>7</sup>	58,8 V
Reinicio máx. de tensión total	58,1 V

*Descargar*

Corriente máx. de descarga (< 1 s) (véase nota 2)	200 A
Corriente máx. de descarga (< 40 ms) (véase nota 3)	250 A
Tiempo de reposo de apagado de descarga (véase nota 4)	10 s
Apagados seguidos (véase nota 5)	3

Mín. tensión de celda <sup>8</sup>	2,8 V
Reinicio mín. de tensión de celda <sup>9</sup>	3,7 V
Descarga que rehabilita el medidor de combustible	10 Ah

<sup>1</sup> Tensión total mínima requerida para poner en marcha la fuente de alimentación

<sup>2</sup> Duración de más de 1 segundo se considera una sobrecarga

5 <sup>3</sup> Duración de más de 40 milisegundos se considera una sobrecarga

<sup>4</sup> Intervalo de tiempo hasta el siguiente intento de reinicio

<sup>5</sup> Número máximo de intentos seguidos hasta el apagado definitivo del BMS

10 <sup>6</sup> Cuando la tensión de celda más alta alcanza este valor, la carga se detiene y el equilibrio de celda igualará las tensiones de celda. Cuando la tensión de celda máxima cae por debajo del valor dado por el *Reinicio máx. de tensión de celda*, la carga se rehabilita

<sup>7</sup> Cuando la tensión de la batería alcanza este nivel, la carga se detiene y se rehabilita de nuevo cuando la tensión cae por debajo del valor de *reinicio máx. de tensión total*

<sup>8</sup> Si la tensión de celda más baja alcanza este valor, se detiene la descarga

<sup>9</sup> La tensión más baja entre las tensiones de celdas debe alcanzar este valor para rehabilitar la descarga

15 <sup>10</sup> La capacidad restante mínima cargada de la batería, cuando se rehabilita la descarga

#### Equilibrio de celdas

20 Cuando se inicia el equilibrio de celdas, la PWM se calcula a partir de la tensión de la celda. El cálculo se hace sumando las diferencias en la tensión de celda a partir de la tensión de celda más baja entre sí. Después de sumar todas las tensiones de celda, se calcula el valor de PWM para cada celda para garantizar la desaparición de energía máxima total no exceda el límite

Energía máx. de equilibrio de celdas <sup>11</sup>	27 W
Promedio de tensión de inicio de equilibrio de celdas <sup>12</sup>	4,10 V
Tensión de inicio pico de equilibrio de celdas <sup>13</sup>	4,20 V
Corriente de carga mín. de equilibrio de celdas <sup>14</sup>	0,5 A

#### Temperatura

Temperatura de batería de corte alta <sup>15</sup>	70 °C
Temperatura de batería de reinicio alta	60 °C
Temperatura de batería de corte baja <sup>16</sup>	-20 °C
Temperatura de batería de reinicio baja	-10 °C
Temperatura de BMS de corte alta <sup>17</sup>	100 °C
Temperatura de BMS de reinicio alta	90 °C

25

#### Medidor de combustible (contar Amperios/horas)

Entrada mín. de medidor de combustible <sup>18</sup>	±0,3 A
Valor máx. <sup>19</sup>	105 % de la capacidad especificada
Autoaprendizaje <sup>20</sup>	1 % / ciclos

#### Modo de espera

Entrar en modo de espera después de (< 300 mA)	60 s
Corriente de activación	300 mA
Tiempo de búsqueda en espera	0,1 s

#### 30 Interfaces:

Bus de un solo cable (comunicación con un cargador o el programa de diagnóstico)

1 salida analógica

1 Salida de nivel "alta" / "baja" de colector abierto

35

<sup>11</sup> Máxima disipación de energía total permitida en las resistencias de alimentación de equilibrio de celdas

<sup>12</sup> Cuando la tensión promedio de todas las celdas alcanza este nivel y se cumple la condición *corriente de carga mín de equilibrio de celdas* se activa el equilibrio de celdas

<sup>13</sup> Cuando la tensión de cualquiera de las celdas alcanza este valor, se activa el equilibrio de celdas

40 <sup>14</sup> Cuando la corriente de carga alcanza este valor y se cumple la condición *promedio de tensión de inicio de equilibrio de celdas* se activa el equilibrio de celdas

<sup>15</sup> Cuando se alcanza esta temperatura de batería, la carga y la descarga se detienen hasta que la temperatura desciende a *Temperatura de batería de reinicio alta* y a continuación las funciones se rehabilitan

<sup>16</sup> Cuando se alcanza esta temperatura de batería, la carga y la descarga se detienen hasta que la temperatura sube a *Temperatura de batería de reinicio baja* y a continuación las funciones se rehabilitan

45 <sup>17</sup> Cuando se alcanza esta temperatura BMS interna, la carga y la descarga se detienen hasta que la temperatura no cae a *Temperatura de BMS de reinicio alta* y a continuación las funciones se rehabilitan

<sup>18</sup> El valor de la corriente de carga/descarga debe superar este valor para ser relevante para el conteo del medidor

<sup>19</sup> Valor máximo indicado por un medidor de combustible relacionado con la capacidad previamente evaluada usando el

autoaprendizaje

<sup>20</sup> Cuando la batería se carga de vacía a llena, la capacidad real puede reevaluarse en el intervalo del 1 % del valor obtenido previamente en el proceso de autoaprendizaje

5 **Comunicación interna (celdas) de BMS**

**Comunicación interna**

El maestro controla y monitoriza a todos los esclavos mediante una comunicación entre esclavos y maestro. El maestro maneja la comunicación y los esclavos solo responden cuando se les pregunta.

10 La comunicación se basa en un dúplex completo USART, que se ejecuta en 5kb con transmisión de 9 bits.

Cuando se establece el noveno bit, el byte es una orden, de lo contrario son sus datos.

Al recibir un paquete, se almacena en una memoria intermedia para calcular si la suma de comprobación es la misma que la recibida. Solo si la suma de comprobación coincide, se usará el paquete.

15 **Byte de inicio / Dirección**

Al comienzo de todos los paquetes, tiene que haber un byte de inicio que contenga la dirección del esclavo que se recibe o se transmite. Es posible conectar hasta 120 esclavos al maestro. Los esclavos tendrán en los mismos la dirección dada en producción para que el maestro acceda a los mismos. Las direcciones de los esclavos comenzarán en 1 hasta la cantidad de esclavos conectados.

20 *Lista de direcciones: (establecer 9º bit)*

Valor	Dirección
0	Direcciones globales
1 - 120	Direcciones esclavas

**Orden**

25 El maestro envía paquetes a los esclavos para informarles o darles instrucciones. La orden es siempre el primer byte después del byte de inicio.

Siempre hay 3 bytes de órdenes en un paquete (byte de inicio, órdenes y suma de comprobación)

*Lista de órdenes: (establecer 9º bit)*

Valor	Nombre	Descripción
0 – 120	Byte de inicio	Byte de inicio y dirección de los esclavos
121	Enviar info a maestro	Devolver datos al maestro
122	Info desde el maestro	Tensión de batería promedio
123	Comprobación de errores	Comprobar si uno de los esclavos tiene un error
124	Entra en modo de espera	Poner los esclavos en el modo de espera
125	Pulso de sincronismo	El maestro transmitirán un pulso de sincronismo
126	Calibración	El maestro transmite la tensión de celda real y el esclavo ajusta la tensión medida
128 - 255	Suma de comprobación	

30 **Datos**

En algunos de los paquetes, es necesario transferir unos pocos bytes de datos. Cuando se transmite un byte de datos, el bit de paridad debe ser bajo para indicar que es un byte de datos y no una orden. La memoria intermedia de recepción en los esclavos es muy pequeña y solo es posible enviar o recibir paquetes de hasta 16 bytes de datos. Al transmitir valores de datos de 2 bytes, se envía primero el LSB.

35 **Comprobación de suma**

La suma de comprobación es el último byte de los paquetes y los datos que vienen después se ignoran, solo se acepta un nuevo byte de inicio en un nuevo paquete. Ya que la suma de comprobación solo se calcula con 8 bits, se suma un valor de 25 para cada bit de paridad. Cada vez que la suma de comprobación tiene desbordamiento, la suma de comprobación se incrementa una vez. La suma de comprobación en sí misma no se suma a la suma de comprobación ni se incluye en el cálculo. La suma de comprobación solo puede tener un valor de entre 128 a 255, si el valor está fuera del intervalo, se suman dos valores diferentes dependiendo del valor de la suma de comprobación.

Suma de comprobación	Valor a sumar
Paridad	25
Cada Byte	1
Desbordamiento	1
0 – 122	133 (128+5)
123 – 127	10
128 - 255	No suma

45

**Ex1**

Byte de inicio: 15  
 Orden: 121  
 Datos: No  
 Datos: No  
 Suma de comprobación: 186

**Ex2**

Byte de inicio: 120  
 Orden: 121  
 Datos: No  
 Datos: No  
 Suma de comprobación: 169

**Ex3**

Byte de inicio: 15  
 Orden: 122  
 Datos: 189  
 Datos: 3  
 Suma de comprobación: 134

*Paquete maestro estándar:*

Cuenta de Bytes	Nombre
1	Byte de inicio / Dirección
1	Orden
2	Datos (tensión de equilibrio de celdas)
2	Datos (etapas PWM / Tensión)
1	Suma de comprobación
<b>7</b>	<b>Bytes Totales</b>

*Paquete esclavo estándar:*

Cuenta de Bytes	Nombre
1	Byte de inicio / Dirección
1	Orden
1	Datos (byte de estado)
2	Datos (tensión de batería)
1	Suma de comprobación
<b>6</b>	<b>Bytes Totales</b>

5

**Anexo B**

**1 Maestro versión 1.03.05**

El maestro controla el cargador de BMS y descarga la corriente y recopila información de los esclavos para el equilibrio y la protección de celdas.

10

**1.1 Mediciones**

El maestro mide la corriente de carga, la corriente de descarga, la tensión de batería, la temperatura interna y la temperatura de batería. Todas las medidas se calculan 100 veces/s y las medidas promedio se realizan cada segundo.

15

**1.2 Comunicación interna**

El maestro controla la comunicación entre el maestro y todos los esclavos. El siguiente diagrama de flujo se repite todo el tiempo en funcionamiento normal.

20

1. El maestro envía un pulso de sincronización para que los esclavos ajusten la frecuencia de reloj para dejarse llevar sobre la temperatura.
2. La información sobre el equilibrio de celdas se envía desde el maestro a todos los esclavos.
3. El maestro recopila información de tensión de todos los esclavos.

25

**1.3 Cable único**

La información sobre el estado del BMS y las tensiones medidas del esclavo se transmite cada segundo en funcionamiento normal.

Información desde el maestro

Bytes	Nombre	Descripción
4	Bytes de estado	Información de bit
1	Cuenta de celdas	Número de celdas en el BMS
2	Tensión de batería	Tensión de batería medida en el BMS
2	Tensión de batería total	Tensiones esclavas sumadas entre sí
2	Tensión de celda baja	La tensión de celda más baja
2	Tensión de celda promedio	La tensión de celda promedio
2	Tensión de celda alta	La tensión de celda más alta
2	Medidor de combustible	Contador de medidor de combustible
2	Corriente de descarga	Corriente de descarga
2	Corriente de carga	Corriente de carga
2	Temperatura de entrada	Temperatura en el interior del BMS
2	Temperatura de salida	Temperatura de batería
2	Etapas de tensión de celda	Cantidad total de equilibrio de celdas
2	PWM de tensión de celda	Tensión de equilibrio de celdas para la PWM

#### 1.4 Fuente de alimentación

En funcionamiento normal, los 5 voltios y los 16 voltios son el suministro de alimentación en funcionamiento y detenida en espera.

Diagrama de flujo al poner en marcha la fuente de alimentación:

- 5 1. Encender la fuente de alimentación de 5 voltios y esperar 80 ms.
2. Medir el desplazamiento en los opamps.
3. Encender AUX\_START y esperar 100 ms para cargar los condensadores
4. Iniciar la PWM en el controlador y esperar 100 ms
- 10 5. Detener AUX\_START y el funcionamiento de la fuente de alimentación.

La PWM para la fuente de alimentación de 16 voltios se calcula a partir de la tensión de batería y funcionando con un valor fijo para mantener una tensión de salida de 16 voltios. La PWM se ajusta cada 10 ms.

#### 1.5 Carga

15 El BMS controla la carga y la protección contra la sobrecarga. Para controlar la carga, el MOSFET de carga puede estar encendido/apagado y solo está encendido cuando la carga está activa. Cuando al conectar un cargador y el maestro detecta el cargador en el pin CHARGER\_ACTIVE, el MOSFET se enciende y puede comenzar la carga. Si la corriente de carga está por debajo de 0,5 A durante 30 segundos la carga se detiene y el cargador debe desconectarse antes de rehabilitarse.

20 Si la corriente de carga está por encima del límite, la carga se detiene y se volverá a intentar 3 veces antes de bloquearse. Para desbloquearse, se elimina la señal de activación y el cargador durante 10 segundos.

Si la temperatura de batería supera el límite, la carga se detiene hasta que la temperatura está 10 °C dentro de los límites, cuando se reinicia automáticamente.

25 Si la temperatura de BMS supera el límite, la carga se detiene hasta que la temperatura sea de 10 °C dentro de los límites, cuando se reinicia automáticamente.

#### 1.6 Descarga

30 El BMS controla la descarga y la protección contra descargas profundas apagando el MOSFET de descarga. Si una o más celdas se descargan, el MOSFET de descarga se apaga y el maestro entrará en el modo de espera. La descarga solo está activa si la señal de activación está activa y el maestro activa y enciende los circuitos de control, pero solo se activa si las tensiones de celda están dentro de los límites de descarga. De lo contrario, el maestro volverá a entrar en el modo de espera de nuevo después de 30 segundos.

Si la corriente de descarga está por encima del límite, la descarga se detiene y se volverá a intentar 3 veces antes de bloquearse. Para desbloquearse, se elimina la señal de activación y el cargador durante 10 segundos.

35 Si la temperatura de batería supera el límite, la carga se detiene hasta que la temperatura está 10 °C dentro de los límites, cuando se reinicia automáticamente.

Si la temperatura de BMS supera el límite, la carga se detiene hasta que la temperatura sea de 10 °C dentro de los límites, cuando se reinicia automáticamente.

#### 1.7 Medidor de combustible

40 El medidor de combustible cuenta todas las corrientes que entran y salen de la batería. Si el valor de corriente medida está por debajo de 0,3 A, no se cuenta en el medidor de combustible. El valor de medidor de combustible no se permite que esté por debajo de cero o por encima del 105 % de la capacidad especificada.

#### 1.8 Espera

45 Si la señal de activación y el cargador han desaparecido durante 30 segundos, el BMS pasará a modo de espera para minimizar el consumo de energía. El maestro se activa cuando la señal de activación o el cargador se conecta.

50 Si hay una tensión baja en uno o más esclavos, el maestro solo encenderá los circuitos de control y comprobará las tensiones esclavos y volverá a la espera. Para activar el maestro una vez más, en primer lugar se elimina la señal de activación y se reconecta.

#### 1.9 Configuraciones de software

Configuraciones de fuente de alimentación

Descripción	Valor
Tensión de puesta en marcha de fuente de alimentación <sup>1</sup>	25,55 V
Tensión de salida de fuente de alimentación	23 V
Pulso de PWM máx. de fuente de alimentación	90 %

Configuraciones de corriente

Descripción	Valor
Corriente de carga máxima lenta	35 A
Tiempo de corriente de carga máxima lenta	0,1 s
Corriente de carga máxima rápida	50 A
Corriente de carga mínima	0,5 A

Corriente de descarga máxima lenta	150 A
Tiempo de corriente de descarga máxima lenta	8 s
Corriente de descarga máxima rápida	250 A
Detección de medidor de combustible mínima	0,3 A
Eficiencia de carga de medidor de combustible	100 %
Capacidad de batería	80 Ah

Configuraciones de tensión

Descripción	Valor
Tensión de celda mínima	2,8 V
Reinicio de tensión de celda mínima	3,3 V
Tensión de celda máxima	4,1 V
Reinicio de tensión de celda máxima	4,0 V
Tensión de inicio de equilibrio de celdas (celda única)	4,0 V
Tensión de inicio de equilibrio de celdas (promedio)	3,8 V
Disipación de energía total de equilibrio de celdas	27 W

Configuraciones de temperatura

Temperatura interna de BMS máx.	105 °C
Reiniciar temperatura interna de BMS	90 °C
Temperatura de carga de batería mín.	-10 °C
Reiniciar temperatura de carga de batería mín.	0 °C
Temperatura de carga de batería máx.	50 °C
Reiniciar temperatura de carga de batería máx.	40 °C
Temperatura de descarga de batería mín.	-20 °C
Reiniciar temperatura de descarga de batería mín.	-10 °C
Temperatura de descarga de batería máx.	70 °C
Reiniciar temperatura de descarga de batería máx.	60 °C

5

**2 Versión de esclavo 1.03.01**

El esclavo mide la tensión de la celda y controla el equilibrio de celdas con información del maestro.

**2.1 Mediciones**

10 El esclavo mide la tensión de la celda cada 9,5 ms y calcula un valor promedio después de 50 mediciones. El equilibrio de celdas se detiene mientras se mide para evitar un valor incorrecto provocado por la caída de tensión en los cables. La medición se transmite al maestro. La medición se calibra en producción a través de la comunicación.

**2.2 Equilibrio de celdas**

15 El esclavo hace que los valores controlados de equilibrio de celdas se reciban desde el maestro. El esclavo recibe una tensión desde el maestro, la diferencia entre este valor y el valor medido se multiplica y se coloca en segundo lugar. También se recibe un valor calculado fijo desde el maestro y se multiplica por la variación de tensión usada para calcular el ciclo de trabajo para la PWM de equilibrio de celdas. Si la tensión de celda es menor que la tensión recibida desde el maestro, la PWM se establece a cero.

20

**2.3 Comunicación**

Cada uno de los esclavos tiene su propia dirección para que el maestro los reconozca y controlar la batería. El esclavo recibe pulsos y valores sincronizados para el equilibrio de celdas cada segundo y el maestro obtiene la medición de tensión y la información de estado cada segundo.

25

**2.4 Espera**

Si la comunicación desde el maestro se detiene durante más de 10 s, el esclavo se pone en espera y aguarda a que la comunicación se inicie de nuevo.

**3 Comunicación interna**

El maestro controla y monitoriza todos los esclavos mediante una comunicación entre esclavos y maestro. El maestro maneja la comunicación y los esclavos solo responden cuando se les pregunta.

La comunicación se basa en un dúplex completo USART, que se ejecuta en 5kb con transmisión de 9 bits. Cuando se establece el noveno bit, el byte es una orden, de lo contrario son sus datos.

35

Al recibir un paquete, se almacena en una memoria intermedia para calcular si la suma de comprobación es la misma que la recibida. Solo si la suma de comprobación coincide, se usará el paquete.

**3.1 Byte de inicio / Dirección**

Al comienzo de todos los paquetes, tiene que haber un byte de inicio que contenga la dirección del esclavo que se recibe o se transmite. Es posible conectar hasta 120 esclavos al maestro. Los esclavos tendrán en los mismos la

40



dirección dada en producción para que el maestro acceda a los mismos. Las direcciones de los esclavos comenzarán en 1 hasta la cantidad de esclavos conectados.

Lista de direcciones: (establecer 9º bit)

Valor	Dirección
0	Direcciones globales
1 - 120	Direcciones esclavas

5

### 3.2 Orden

El maestro envía paquetes a los esclavos para informarles o darles instrucciones. La orden es siempre el primer byte después del byte de inicio.

Siempre hay 3 bytes de órdenes en un paquete (byte de inicio, órdenes y suma de comprobación)

10

Lista de órdenes: (establecer 9º bit)

Valor	Nombre	Descripción
0 - 120	Byte de inicio	Byte de inicio y dirección de los esclavos
121	Enviar info a maestro	Devolver datos al maestro
122	Info desde el maestro	Tensión de batería promedio
123	Comprobación de errores	Comprobar si uno de los esclavos tiene un error
124	Entra en modo de espera	Poner los esclavos en el modo de espera
125	Pulso de sincronismo	El maestro transmitirá un pulso de sincronismo
126	Calibración	El maestro transmite la tensión de celda real y el esclavo ajusta la tensión medida
128 - 255	Suma de comprobación	

### 3.3 Datos

15

En algunos de los paquetes, es necesario transferir unos pocos bytes de datos. Cuando se transmite un Byte de datos, el bit de paridad debe ser bajo para indicar que es un byte de datos y no una orden. La memoria intermedia de recepción en los esclavos es muy pequeña y solo es posible enviar o recibir paquetes de hasta 16 bytes de datos. Al transmitir valores de datos de 2 bytes, se envía primero el LSB.

### 3.4 Comprobación de suma

20

La suma de comprobación es el último byte de los paquetes y los datos que vienen después se ignoran, solo se acepta un nuevo byte de inicio en un nuevo paquete. Ya que la suma de comprobación solo se calcula con 8 bits, se suma un valor de 25 para cada bit de paridad. Cada vez que la suma de comprobación tiene desbordamiento, la suma de comprobación se incrementa una vez. La suma de comprobación en sí misma no se suma a la suma de comprobación ni se incluye en el cálculo. La suma de comprobación solo puede tener un valor de 128 a 255, si el valor está fuera del intervalo, se suman dos valores diferentes dependiendo del valor de la suma de comprobación.

25

Suma comprobación de	Valor a sumar
Paridad	25
Cada Byte	1
Desbordamiento	1
0 - 122	133 (128+5)
123 - 127	10
128 - 255	No suma

#### Ex1

Byte de inicio: 15

Orden: 121

Datos: No

Datos: No

Suma de comprobación:

186

#### Ex2

Byte de inicio: 120

Orden: 121

Datos: No

Datos: No

Suma de comprobación: 169

#### Ex3

Byte de inicio: 15

Orden: 122

Datos: 189

Datos: 3

Suma de comprobación: 134

Paquete maestro estándar:

Cuenta de Bytes	Nombre
1	Byte de inicio / Dirección
1	Orden
2	Datos (tensión de equilibrio de celdas)
2	Datos (etapas PWM / Tensión)
1	Suma de comprobación

<b>7</b>	<b>Bytes Totales</b>
----------	----------------------

*Paquete esclavo estándar:*

<b>Cuenta de Bytes</b>	<b>Nombre</b>
1	Byte de inicio / Dirección
1	Orden
1	Datos (byte de estado)
2	Datos (tensión de batería)
1	Suma de comprobación
<b>6</b>	<b>Bytes Totales</b>

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de gestión de baterías (BMS) para el control y la monitorización de una pluralidad de celdas de ion litio o celdas de baterías similares que incluyen celdas de litio molibdeno, níquel, cadmio y PB, incluyendo el BMS un microcontrolador de control central (14) y una pluralidad de circuitos de control (32, 36) conectados con una celda de batería respectiva (12) y que sirven para monitorizar individualmente la carga de la celda de batería individual respectiva y en el momento de alcanzar un estado de carga máxima en la celda de batería individual establecen una derivación a través de la celda de batería individual para permitir una carga continua de las celdas de batería restantes y al mismo tiempo comunicar al microcontrolador de control central (14) un mensaje que representa que se ha alcanzado el estado de carga máxima y que sirve durante la descarga de la batería para monitorizar el estado de la celda de batería individual respectiva y para informar al microcontrolador de control central (14) en el caso de que se haya alcanzado un estado de carga mínima en la celda de batería individual para hacer que el microcontrolador de control central (14) desconecte la batería como un todo de la carga con el fin de evitar la descarga excesiva de las celdas de batería individuales, comprendiendo dichos circuitos de control unos medios de equilibrado de celda (32) y unos medios de detección de esclavos (36), y comprendiendo dichos medios de detección de esclavos (36) un microcontrolador esclavo.
2. Un sistema de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho sistema de gestión de baterías comprende además un bus de comunicación de celda (42) para la comunicación entre dicho microcontrolador de control central (14) y dicho microcontrolador esclavo proporcionado en cada medio de detección de esclavo individual (36).
3. Un sistema de gestión de baterías de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicho bus de comunicación (42) está separado de dicho microcontrolador de control central (14) por una etapa de aislamiento y un (des)acoplamiento (38).
4. Un sistema de gestión de baterías de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además unos sensores de temperatura para la monitorización continua de la temperatura de las celdas y/o en los circuitos de control y detección y equilibrio de celdas, respectivamente, permitiendo que la unidad de control central reduzca la corriente de carga en el caso de alta temperatura.
5. Un sistema de gestión de baterías de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además unos medios (26, 22) para el apagado de la carga/descarga de las celdas controlado por dicho microcontrolador de control central (14) en el caso de sobrecarga o cortocircuito de la batería.
6. Un sistema de gestión de baterías de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además unos medios (28, 30) para monitorizar la corriente a través de la pluralidad de celdas (12), por lo que se usa una resistencia en derivación localizada en serie con las celdas.
7. Un sistema de gestión de baterías de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un fusible para protección en el caso de sobrecarga o cortocircuito de la batería.
8. Un sistema de gestión de baterías de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una unidad de suministro de alimentación para suministrar a la unidad de control.
9. Un sistema de gestión de baterías de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un medidor de combustible para la monitorización continua del nivel de batería.
10. Un método para controlar y monitorizar una pluralidad de celdas de ion litio o celdas de batería similares que incluyen celdas de litio molibdeno, níquel, cadmio y PB, comprendiendo el método proporcionar dicho sistema de gestión de baterías de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores y:
- durante la carga de dichas celdas:
    - ajustar la tensión/corriente con respecto a la condición de celda para lograr un rendimiento de carga óptimo y puentear una o más celdas individuales para permitir la carga continua de las celdas restantes cuando dichas una o más celdas individuales han alcanzado la tensión máxima;
  - durante la descarga de dichas celdas:
    - monitorizar la tensión de cada celda individual hasta que se alcance un valor mínimo en una o más celdas individuales, momento en el que todas las celdas se apagan para evitar que dicha una o más celdas alcancen el nivel de tensión mínimo dañándose o estropeándose por continuar la descarga;
- garantizando de este modo el mayor rendimiento de los procesos de carga/descarga y evitando daños a las celdas individuales.

11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, donde se monitorizan la temperatura de una o más celdas individuales y/o los circuitos de equilibrio y detección de celdas y/o los circuitos adicionales que incluyen el microprocesador central, por lo que se reduce la corriente de carga en el caso de que se alcance una temperatura alta inaceptable en una o más de dichas celdas y/o circuitos.

5

12. Un método de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, donde la carga/descarga de las celdas se interrumpe en el caso de sobrecarga o cortocircuito de la batería.

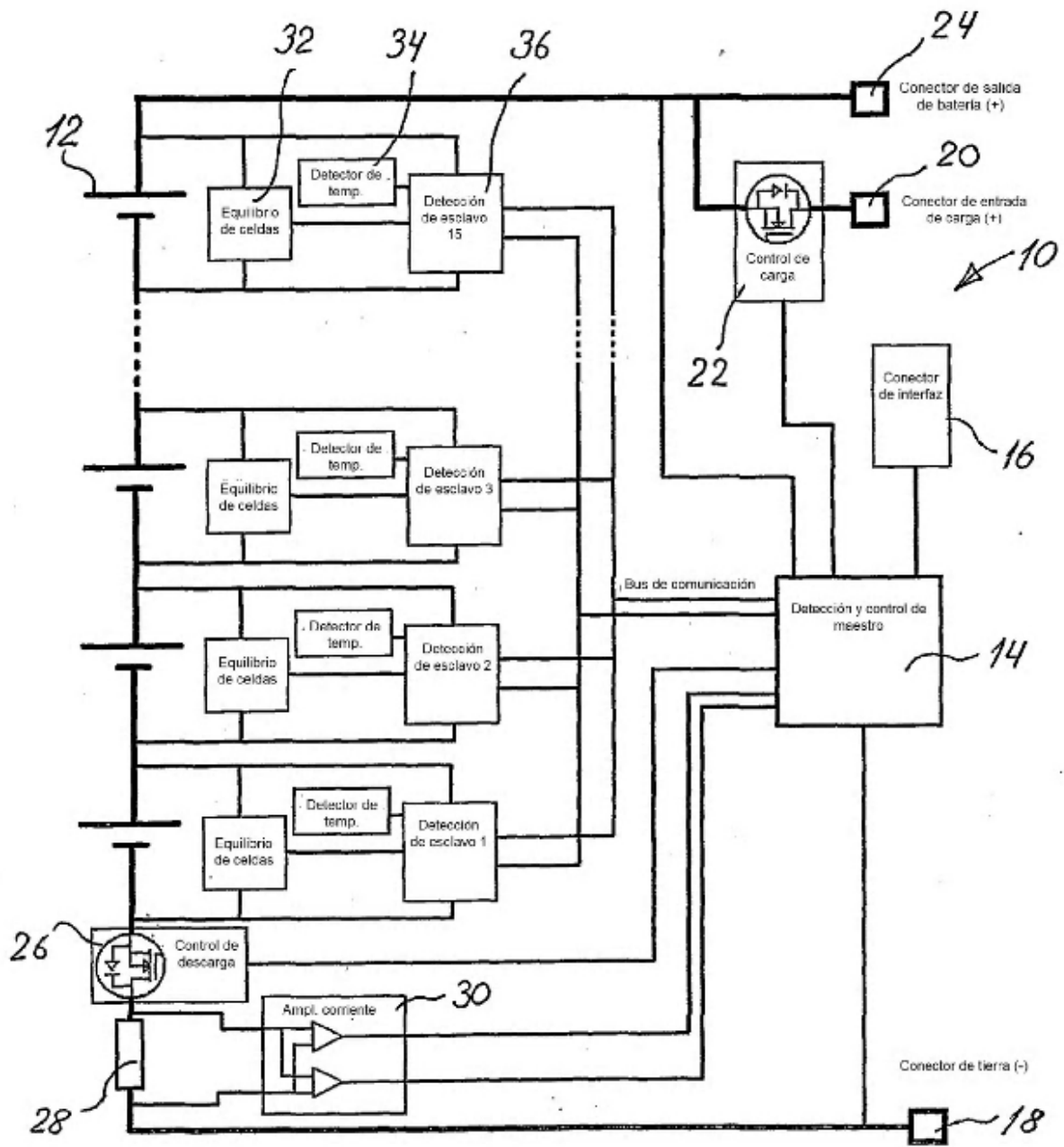


Fig. 1

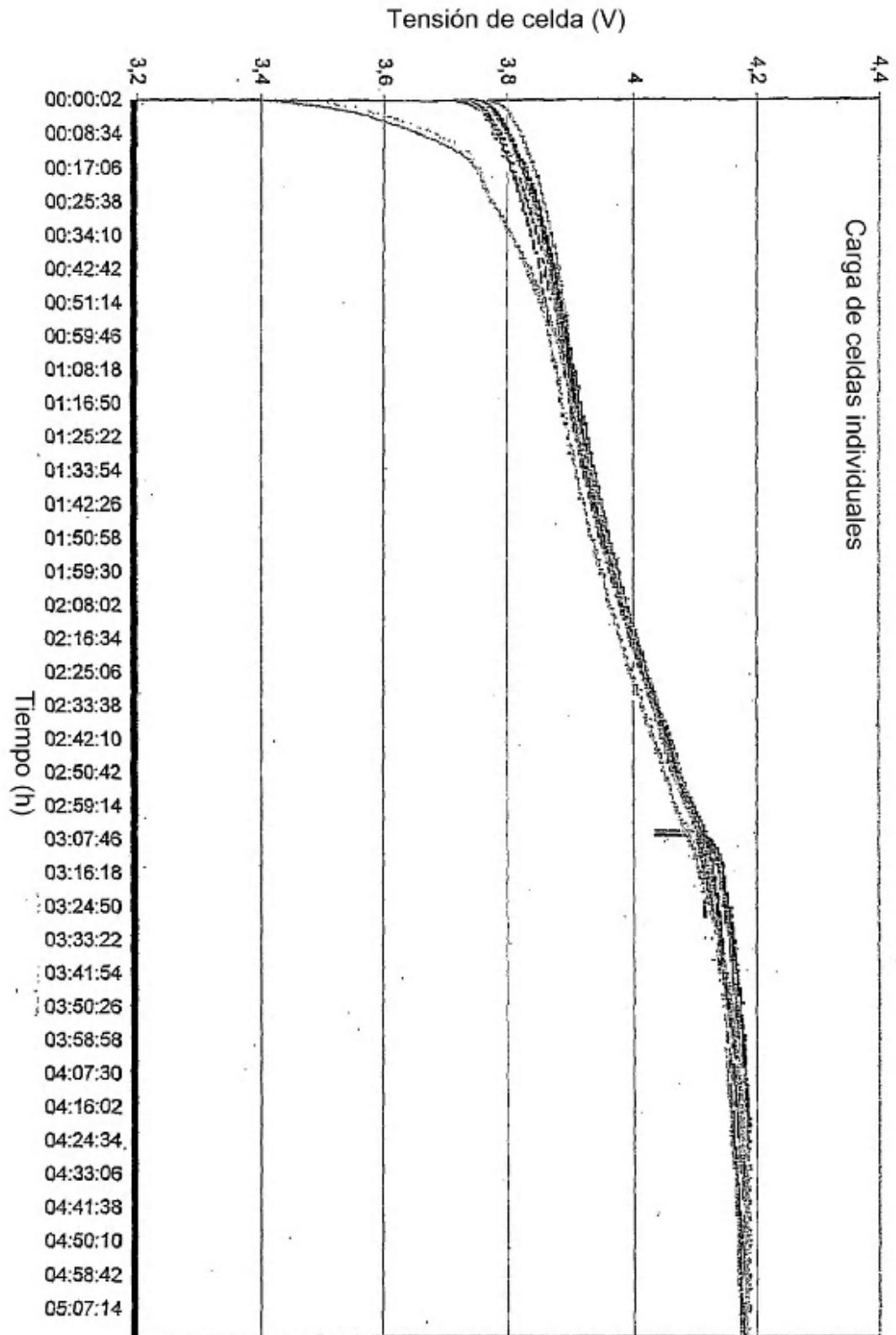


Fig. 2

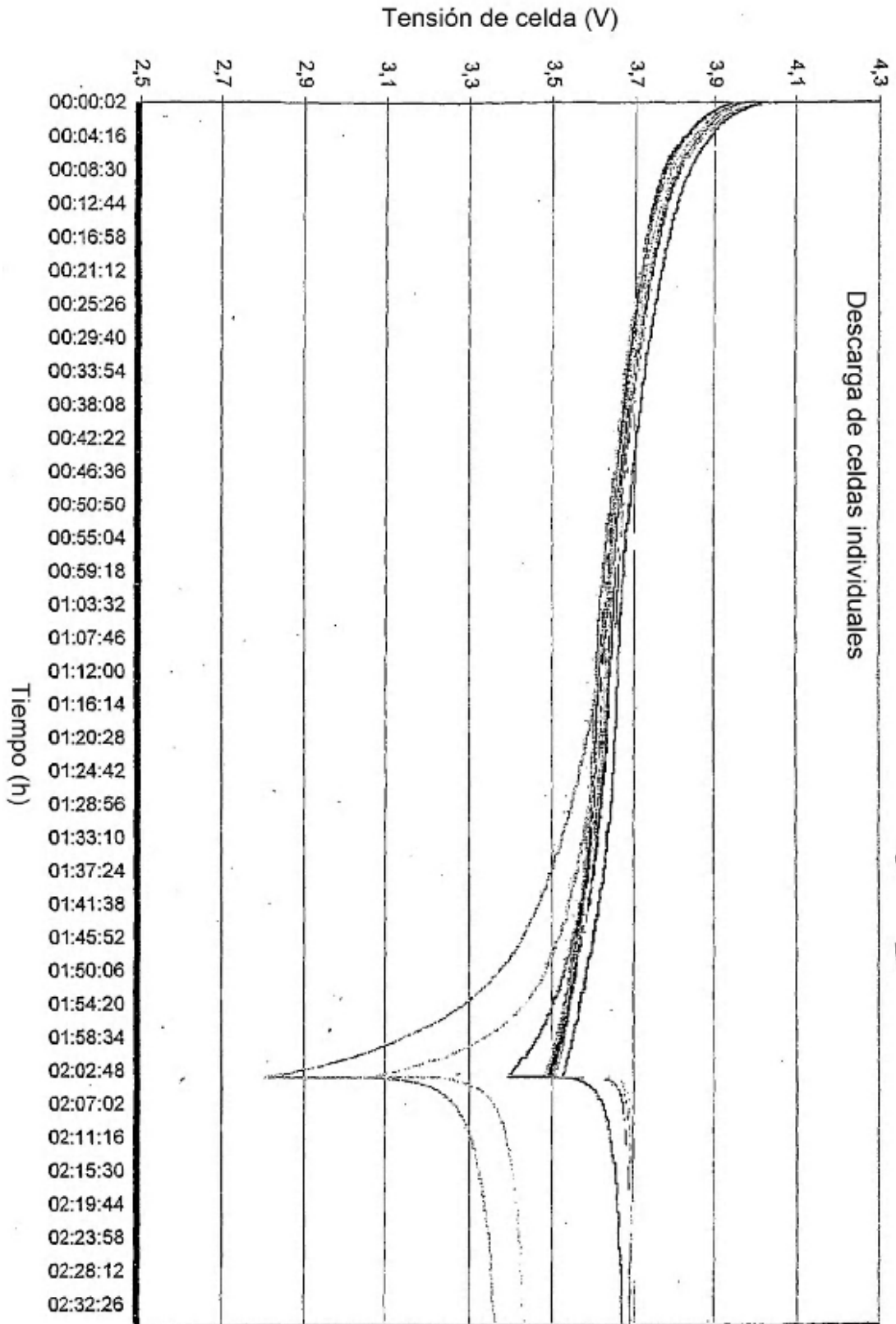
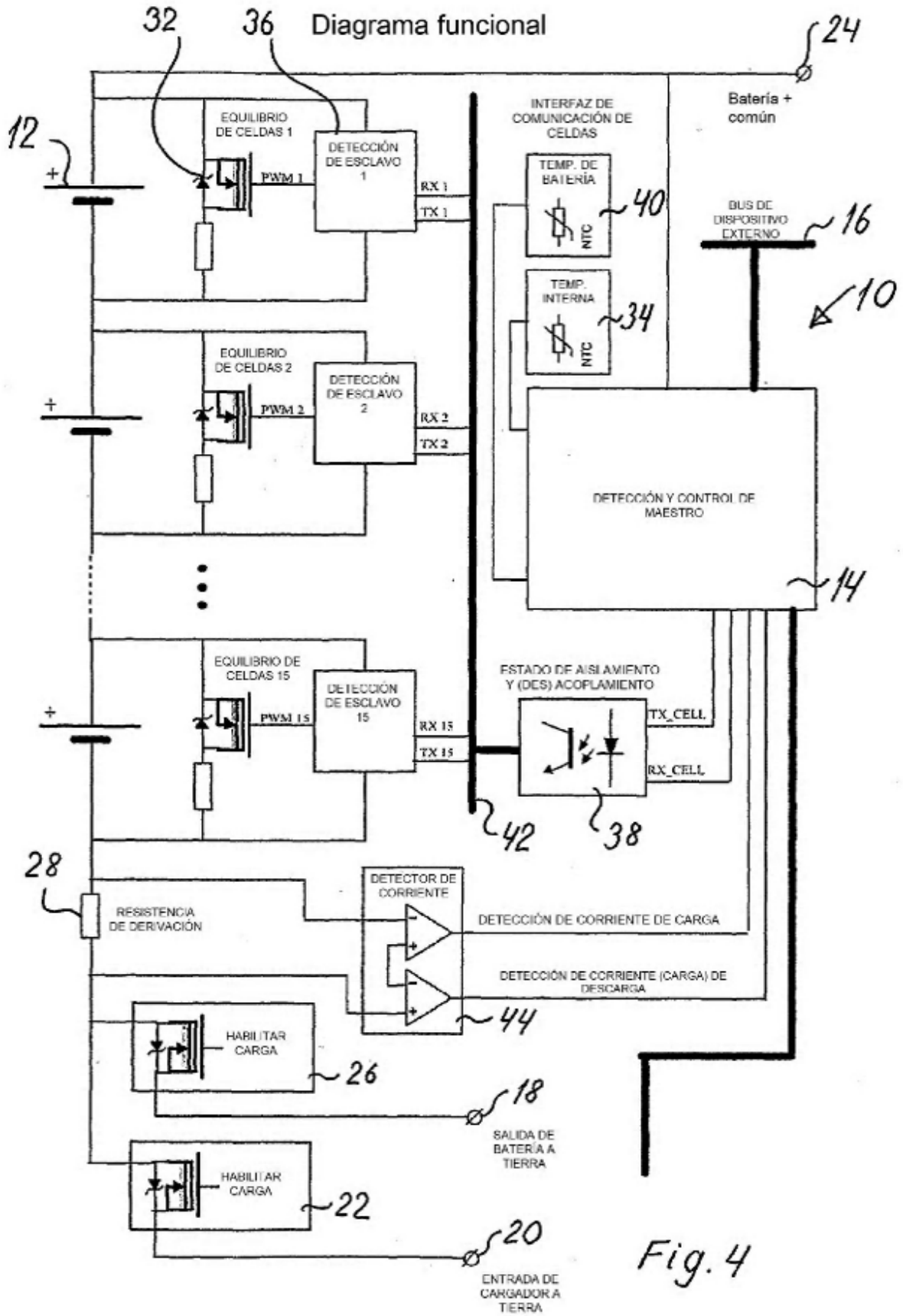


Fig. 3





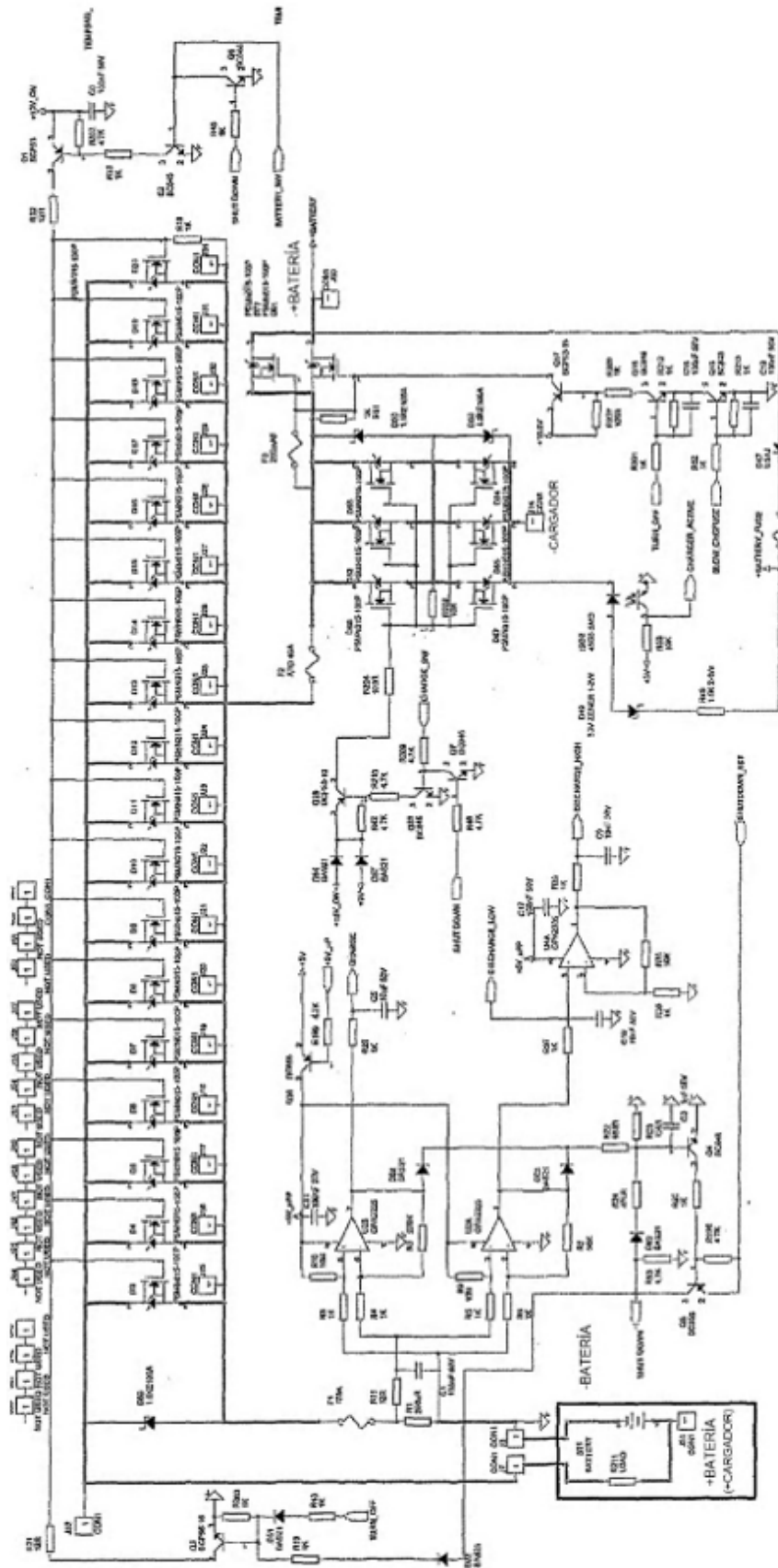


Fig. 5

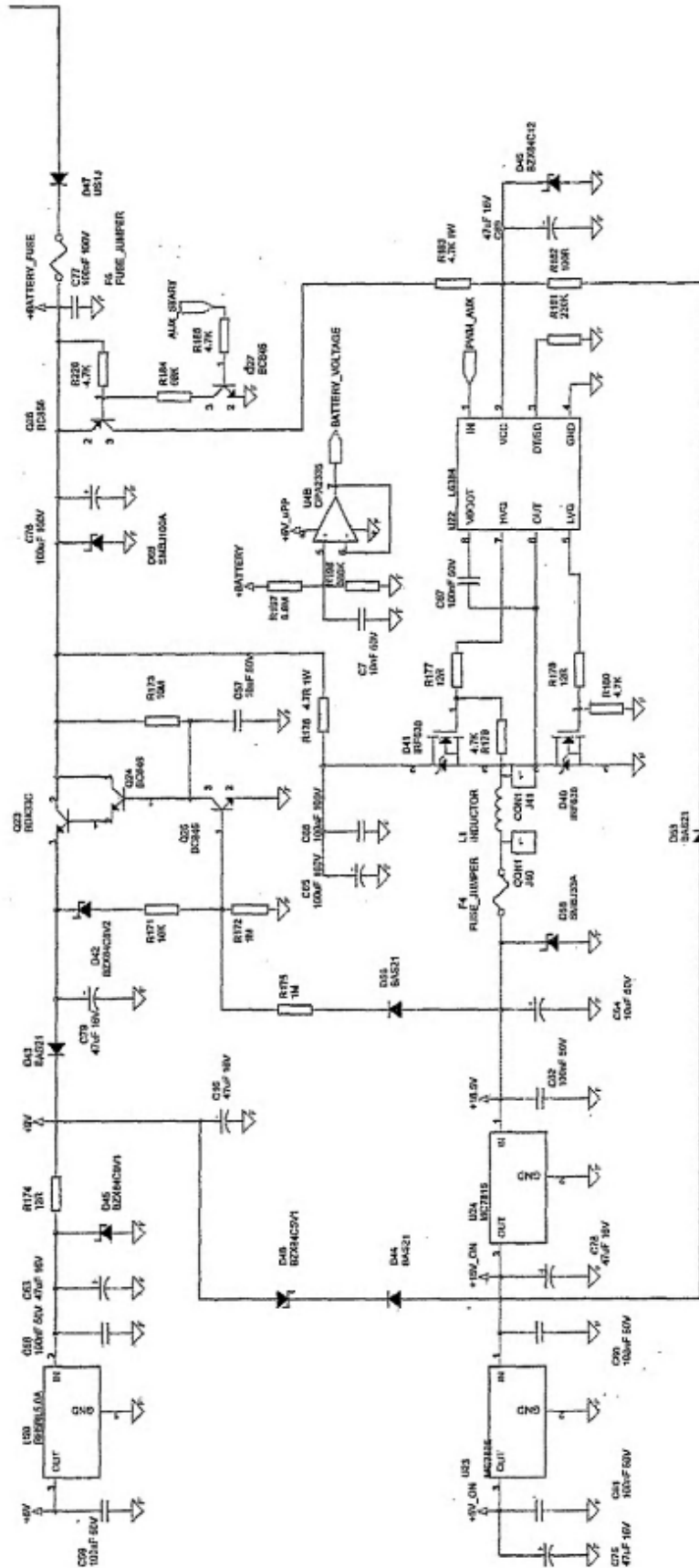


Fig. 6

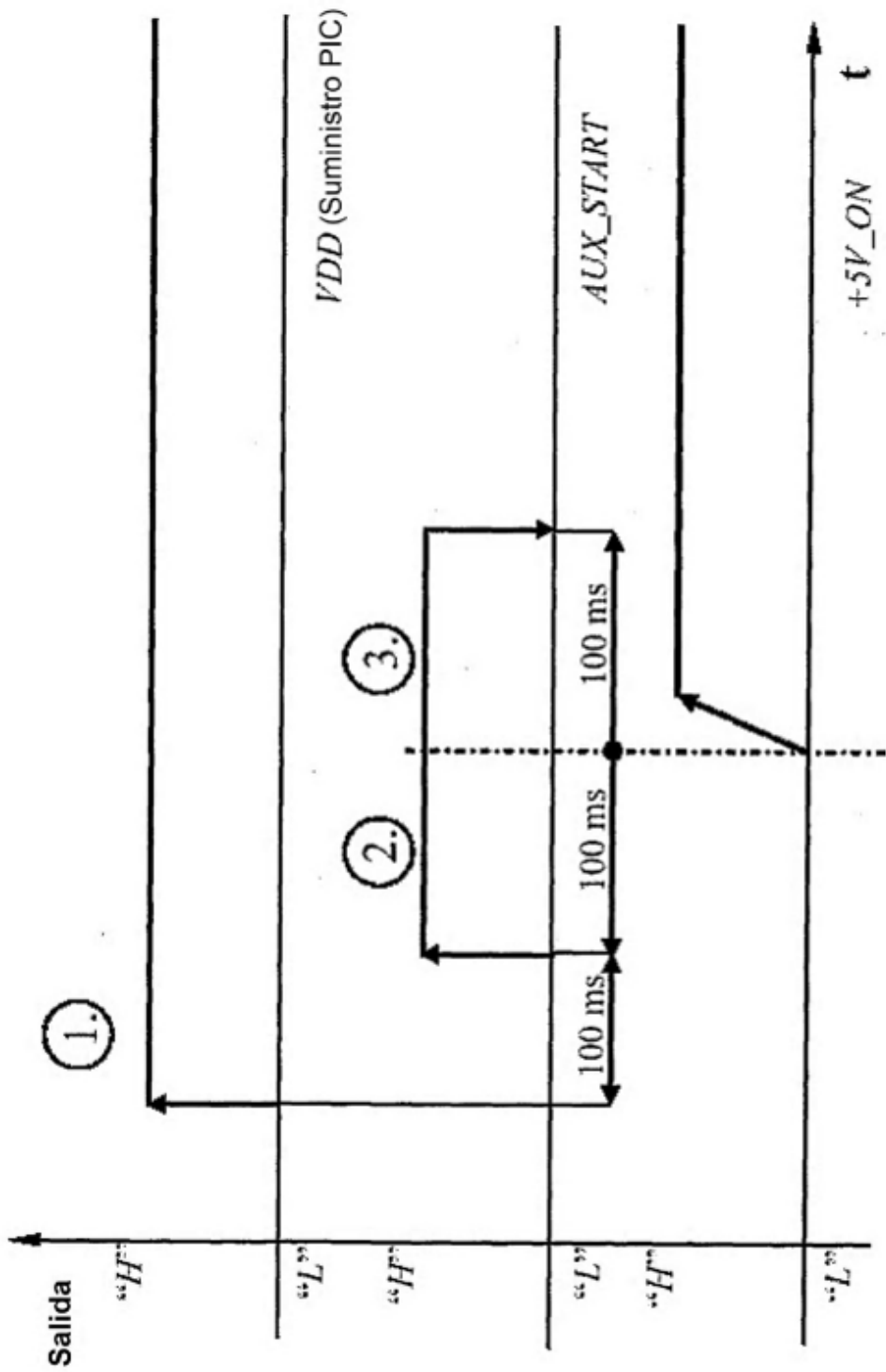


Fig. 7

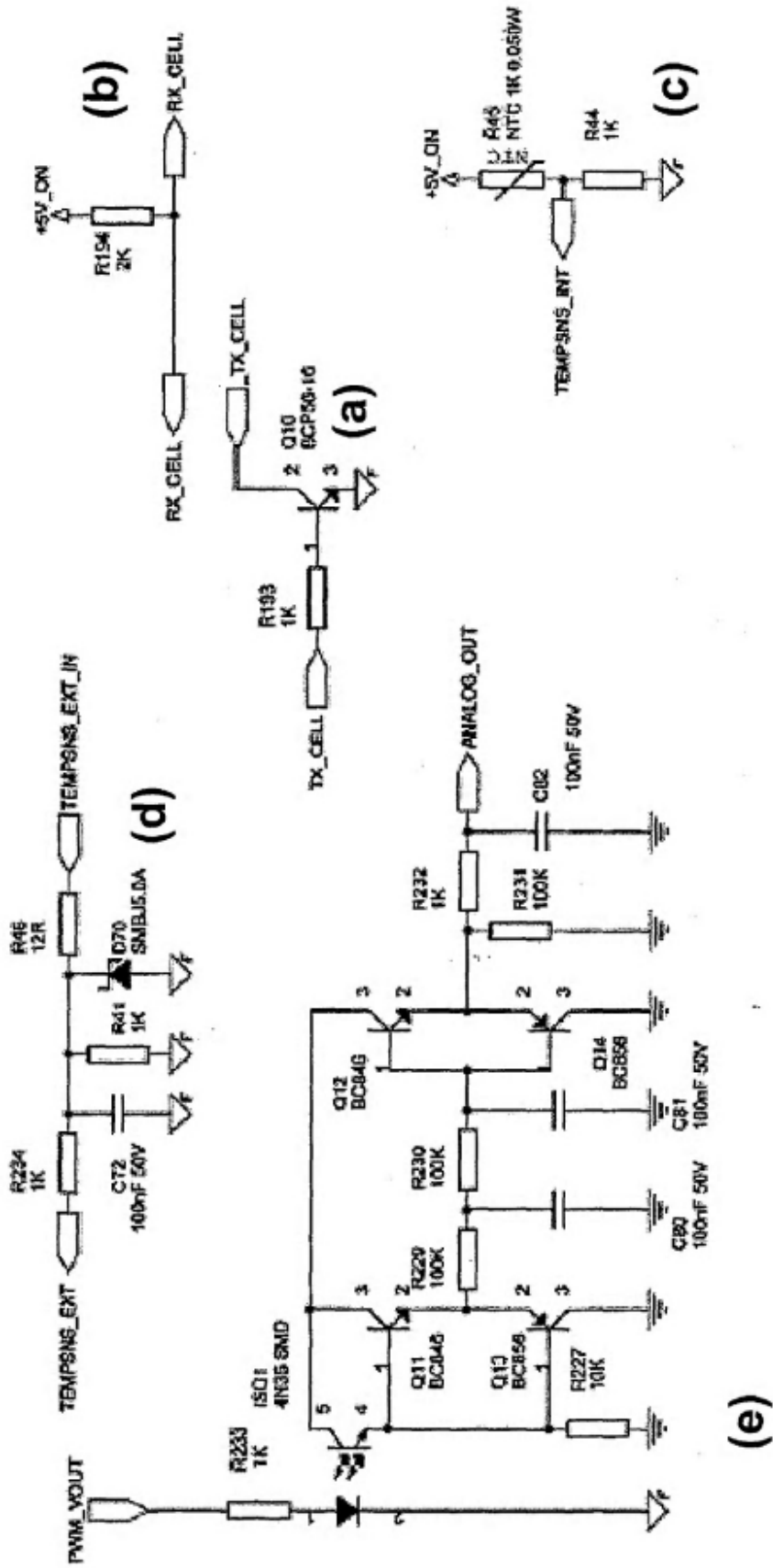


Fig. 8

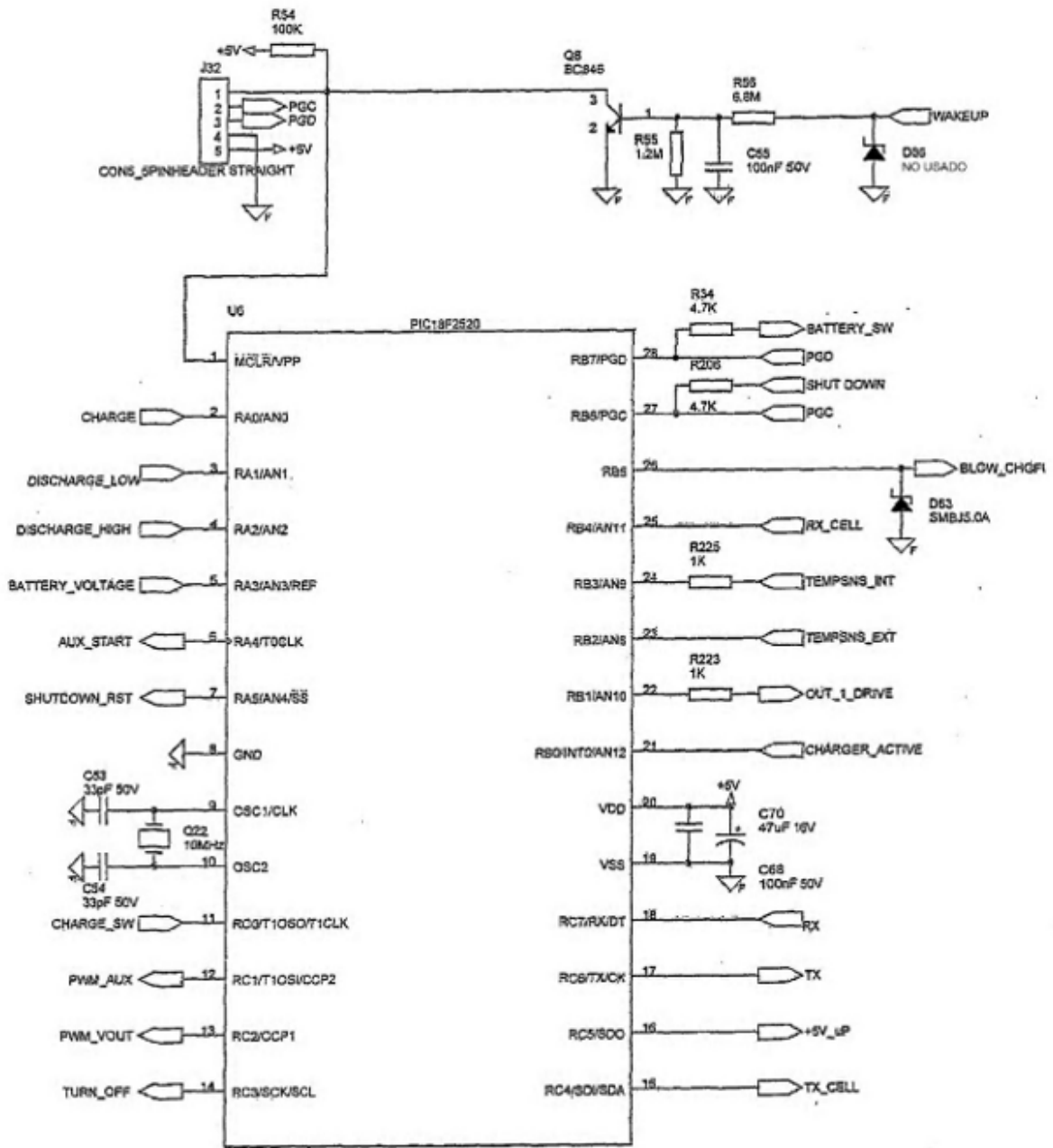


Fig. 9

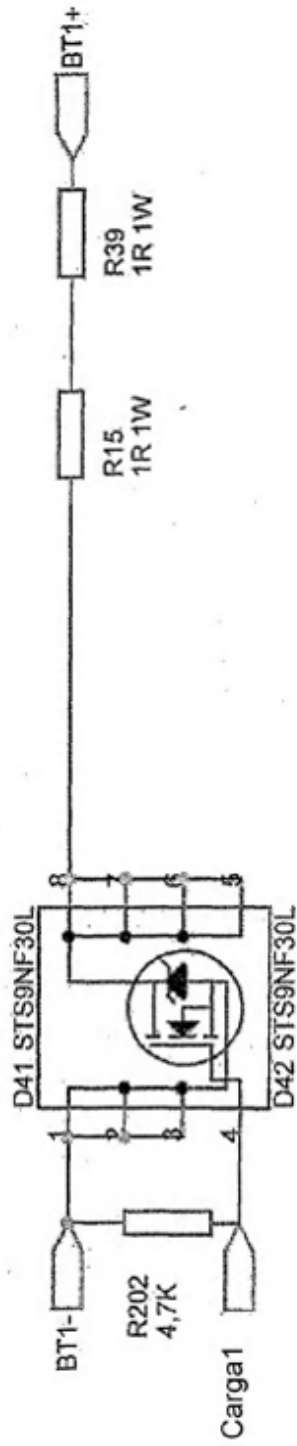


Fig. 10a

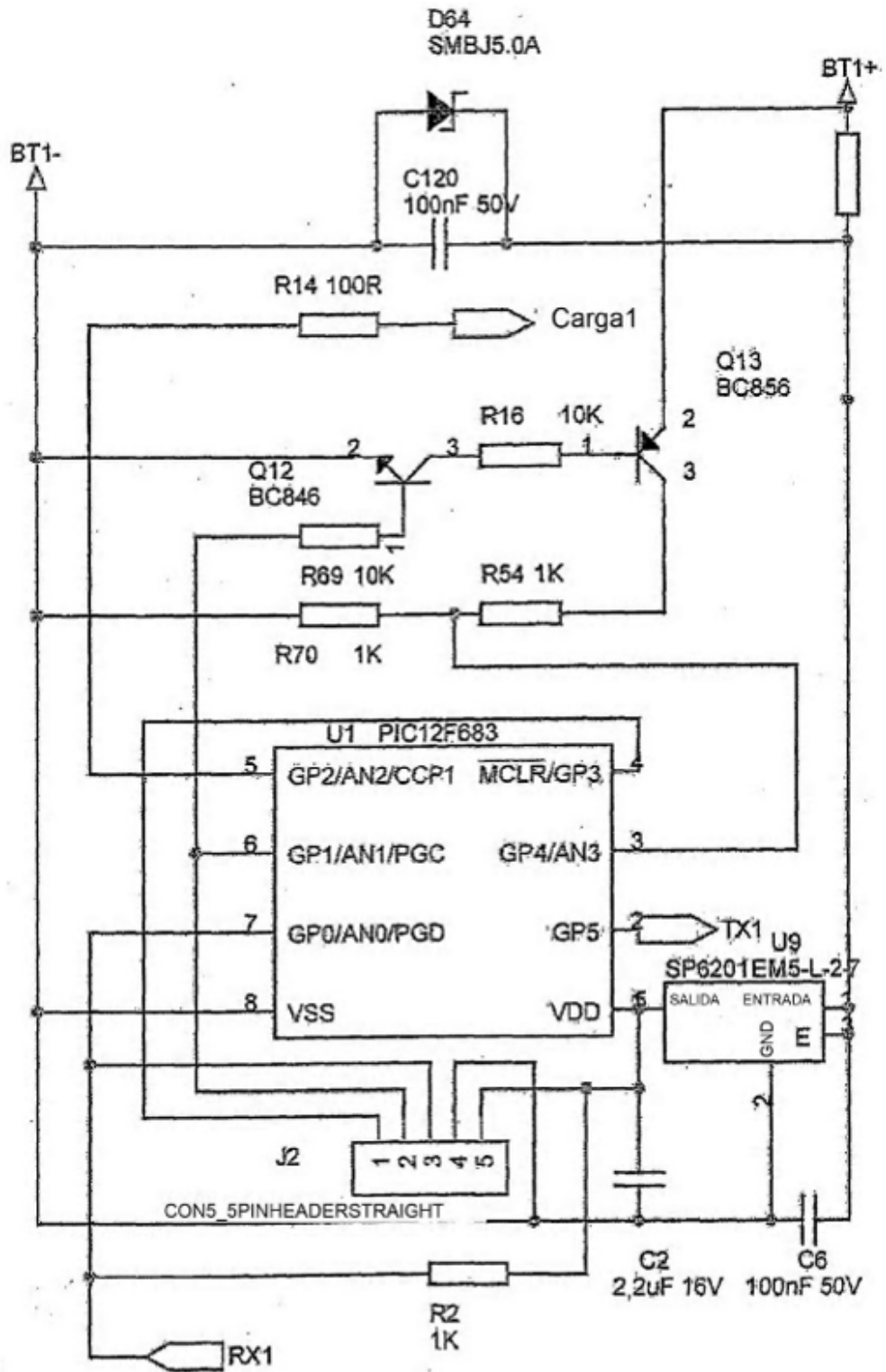


Fig 10 b

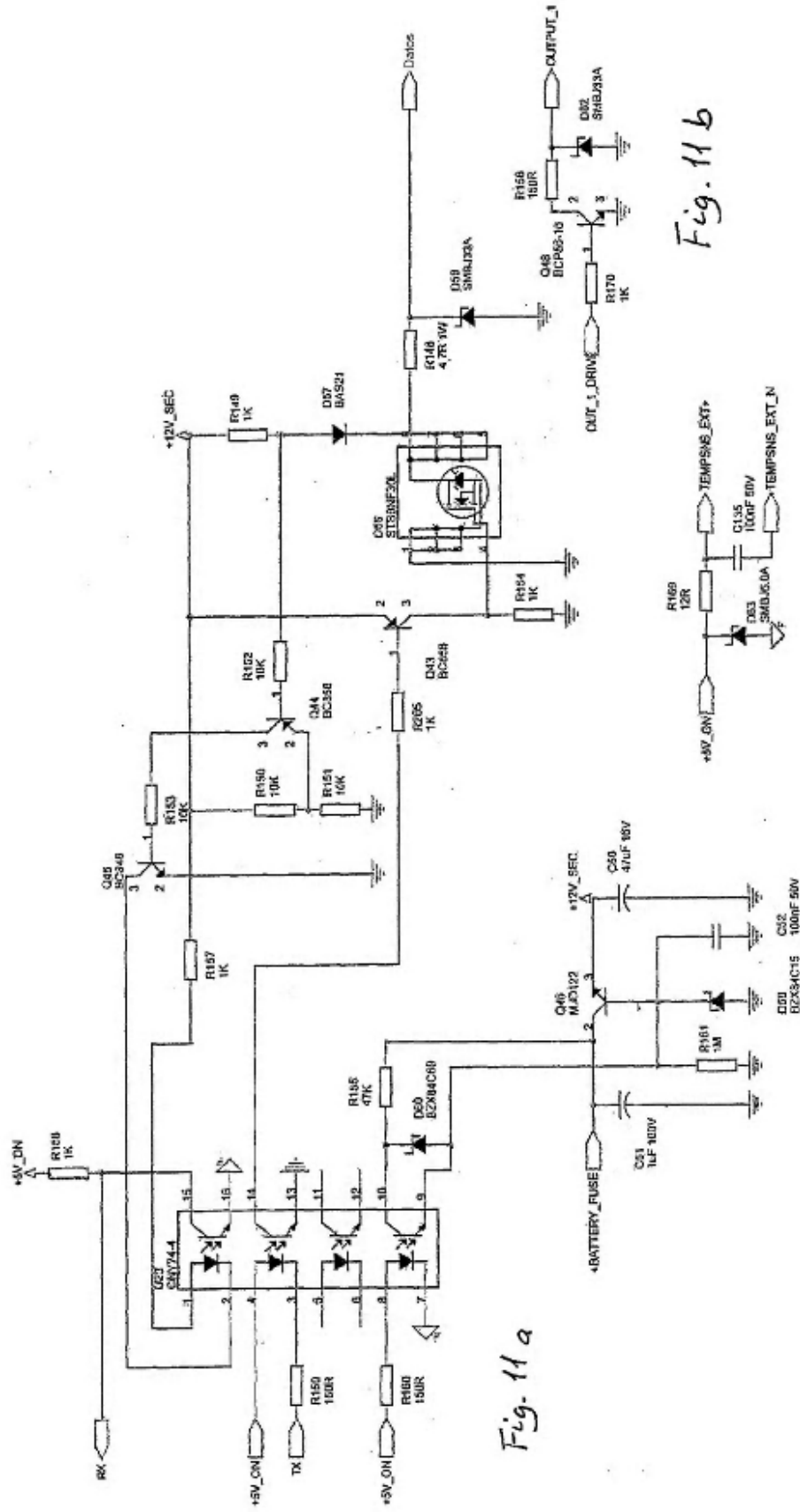


Fig. 11a

Fig. 11b

Fig. 11c



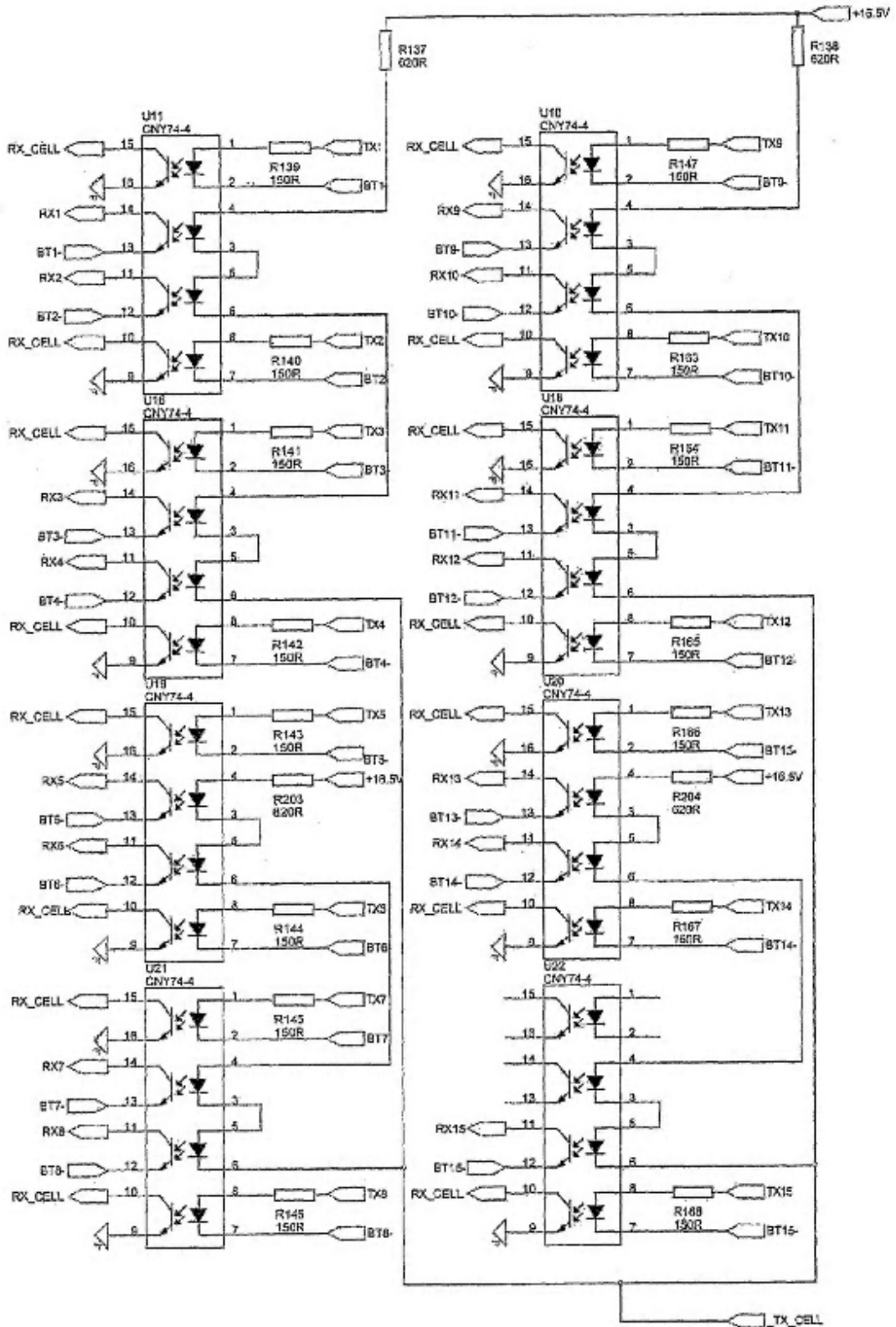


Fig. 12

Diseño de conectores principales de BMS

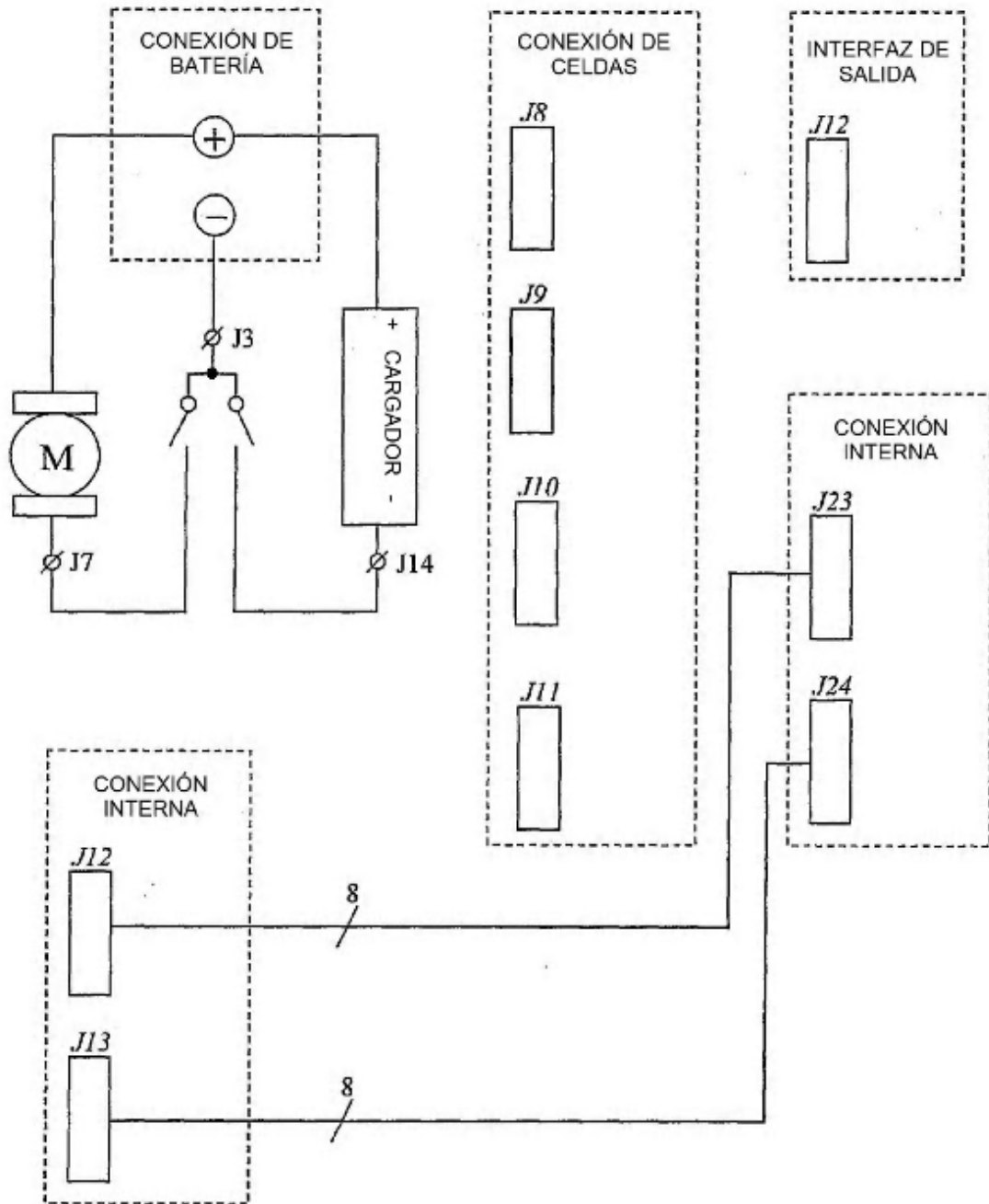


Fig. 13