

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 993 257**

51 Int. Cl.:

G01R 31/367 (2009.01)

G01R 31/388 (2009.01)

B60L 3/12 (2006.01)

B60L 58/12 (2009.01)

H01M 10/42 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2020** **PCT/KR2020/018205**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.06.2021** **WO21118312**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2020** **E 20900671 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2024** **EP 4024067**

54 Título: **Sistema de gestión de baterías, paquete de baterías, vehículo eléctrico y método de gestión de baterías**

30 Prioridad:

11.12.2019 KR 20190164892

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

26.12.2024

73 Titular/es:

**LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.00%)
Tower 1, 108 Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 07335, KR**

72 Inventor/es:

LEE, BOM-JIN

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 993 257 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, paquete de baterías, vehículo eléctrico y método de gestión de baterías

5 **Sector de la técnica**

La presente divulgación se refiere a una tecnología que determina el estado de carga de una batería.

10 La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente coreana n.º 10-2019-0164892 presentada el 11 de diciembre de 2019 en la Oficina de Propiedad Intelectual de Corea.

Estado de la técnica

15 Recientemente, se ha producido un aumento rápido de la demanda de productos electrónicos portátiles tales como ordenadores portátiles, cámaras de vídeo y teléfonos móviles y, dado el amplio desarrollo de los vehículos eléctricos, los acumuladores para el almacenamiento de energía, los robots y los satélites, se están realizando muchos estudios sobre baterías de alto rendimiento que se puedan recargar repetidamente.

20 Actualmente, las baterías disponibles en el mercado incluyen baterías de níquel-cadmio, baterías de níquel-hidrógeno, baterías de níquel-zinc, baterías de litio y similares y, entre ellas, las baterías de litio tienen un efecto de memoria bajo o inexistente y, por consiguiente, están ganando más atención que las baterías de níquel por las ventajas de que se pueden recargar cuando sea conveniente, su tasa de autodescarga es muy baja y su densidad de energía es alta.

25 Una batería pasa repetidamente por un estado de ciclo y otro de reposo. El estado de ciclo se refiere a un estado en el que la carga/descarga de la batería está en curso. El estado de reposo se refiere a un estado en el que la carga/descarga de la batería se interrumpe (detiene), es decir, una corriente de carga y una corriente de descarga no fluyen por la batería.

30 Incluso en el estado de reposo de la batería, el estado de carga (SOC) de la batería puede no mantenerse constantemente debido al historial de carga/descarga del estado de ciclo, la autodescarga de la batería y el consumo de potencia de un sistema de gestión de baterías. En consecuencia, es necesario monitorizar el SOC de la batería incluso en el estado de reposo de la batería.

35 Entretanto, convencionalmente, una curva de tensión de circuito abierto (OCV) ampliamente utilizada para estimar el SOC de la batería es un conjunto de datos que define una relación entre la OCV y el SOC de la batería cuando la histéresis se elimina por completo con un lapso de tiempo suficientemente largo tras la interrupción de la carga/descarga de la batería.

40 Sin embargo, en caso de que el estado de reposo no se mantenga durante un tiempo suficientemente largo después de que la batería conmute del estado de ciclo al estado de reposo, es imposible eliminar de forma suficiente la histéresis generada por el historial de carga/descarga del estado de ciclo.

45 Por consiguiente, la estimación del SOC en función únicamente de la curva OCV desde el tiempo de inicio del estado de reposo (es decir, el tiempo de finalización del estado de ciclo) sin considerar el periodo de tiempo durante el cual la batería se mantiene en estado de reposo da como resultado una baja precisión.

50 El documento US2019/178948 se refiere a una unidad de control electrónico que está configurada para: i) calcular la tensión superficial a partir de un historial de uso de la batería secundaria; ii) calcular la cantidad de cambio en la OCV a partir de la tensión superficial calculada iii) corregir una OCV estimada con el uso de la cantidad de cambio en la OCV; estimándose la OCV estimada a partir de un valor de tensión y un valor de corriente de la batería secundaria; y iv) estimar un SOC correspondiente a la OCV estimada corregida como el SOC de la batería secundaria.

55 El documento US2017/010327 se refiere a un dispositivo de estimación del estado de carga (SOC) para una batería secundaria en el que una curva de correlación que indica una relación entre un SOC y la tensión de circuito abierto (OCV) difiere entre un proceso de carga y un proceso de descarga.

60 El documento US2018136283 se refiere a un método para estimar el estado de una batería que incluye determinar si un estado previo a un estado de reposo de una batería es un estado de carga o un estado de descarga; seleccionar un perfil de corriente que comprende uno o ambos de un impulso de carga y un impulso de descarga en función del estado anterior de la batería; estabilizar una tensión de circuito abierto (OCV) de la batería aplicando el perfil de corriente a la batería; y medir la OCV estabilizada.

65 El documento US2015355285 se refiere a un dispositivo de estimación del estado de carga que incluye una unidad de medición de tensión que mide la tensión de un circuito cerrado en una batería, una unidad de estimación de carga que estima un estado de carga en un modo de carga haciendo referencia a la información del modo de carga que asocia una tensión de circuito cerrado con un estado de carga de la batería, y una unidad de estimación de descarga que

estima un estado de carga en un modo de descarga haciendo referencia a la información del modo de descarga que asocia una tensión de circuito cerrado generada por el uso de un patrón de descarga de la batería con un estado de carga de la batería mediante el uso de la tensión de circuito cerrado medida.

5 Objeto de la invención

Problema técnico

10 La presente divulgación está diseñada para resolver el problema descrito anteriormente y, por lo tanto, la presente divulgación tiene como objetivo determinar con precisión el estado de carga (SOC) de una batería mientras la batería está en reposo mediante el cambio de una curva de tensión de circuito abierto (OCV) que define una relación entre la OCV y el SOC, de acuerdo con el periodo de tiempo durante el cual la batería se mantiene en el estado de reposo después de que la batería conmute del estado de ciclo al estado de reposo.

15 Estos/as y otros/as objetos y ventajas de la presente divulgación se entenderán mediante la siguiente descripción y serán evidentes a partir de las realizaciones de la presente divulgación. Además, se entenderá fácilmente que los objetos y ventajas de la presente divulgación pueden realizarse mediante los medios expuestos en las reivindicaciones adjuntas y una combinación de los mismos.

20 Solución técnica

Se proporciona un sistema de gestión de baterías de acuerdo con un primer aspecto en la reivindicación 1.

25 El circuito de control puede estar configurado para determinar el primer tiempo de espera y el primer tiempo de conmutación en función de un SOC de referencia y una temperatura de referencia en caso de que la batería se esté descargando cuando se recibe la señal de desconexión. El SOC de referencia indica el SOC de la batería cuando se recibe la señal de desconexión. La temperatura de referencia indica una temperatura de la batería cuando se recibe la señal de desconexión.

30 La memoria puede estar configurada además para almacenar una tercera curva OCV que define una tercera relación que indica un promedio de la primera relación y la segunda relación. El circuito de control puede estar configurado para estimar el SOC de la batería en el intervalo de tiempo predeterminado desde el segundo punto temporal en función de la tensión de la batería medida en el intervalo de tiempo predeterminado y la tercera curva OCV en caso de que la batería se esté descargando cuando se recibe la señal de desconexión.

35 El circuito de control puede estar configurado para estimar el SOC de la batería en el intervalo de tiempo predeterminado desde un tercer punto temporal hasta un cuarto punto temporal en función de la tensión de la batería medida en el intervalo de tiempo predeterminado y en la segunda curva OCV en caso de que la batería se esté cargando cuando se recibe la señal de desconexión. El tercer punto temporal es un punto temporal en el que ha transcurrido un segundo tiempo de espera desde que se recibió la señal de desconexión. El cuarto punto temporal es un punto temporal en el que ha transcurrido un segundo tiempo de conmutación desde que se recibió la señal de desconexión, siendo el segundo tiempo de conmutación más largo que el del segundo tiempo de espera.

45 El circuito de control puede estar configurado para determinar el segundo tiempo de espera y el segundo tiempo de conmutación en función de un SOC de referencia y una temperatura de referencia en caso de que la batería se esté descargando cuando se recibe la señal de desconexión. El SOC de referencia indica el SOC de la batería cuando se recibe la señal de desconexión. La temperatura de referencia indica una temperatura de la batería cuando se recibe la señal de desconexión.

50 La memoria puede estar configurada además para almacenar una tercera curva OCV que define una tercera relación que indica un promedio de la primera relación y la segunda relación. El circuito de control puede estar configurado para estimar el SOC de la batería en el intervalo de tiempo predeterminado a partir del cuarto punto temporal en función de la tensión de la batería medida en el intervalo de tiempo predeterminado y en la tercera curva OCV en caso de que la batería se esté cargando cuando se recibe la señal de desconexión.

55 Un paquete de baterías de acuerdo con otro aspecto de la presente divulgación incluye el sistema de gestión de baterías.

60 Un vehículo eléctrico de acuerdo con otro aspecto de la presente divulgación incluye el paquete de baterías.

En la reivindicación 9 se proporciona un método de gestión de baterías de acuerdo con otro aspecto adicional.

Efectos ventajosos

65 De acuerdo con al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, es posible determinar con precisión el estado de carga (SOC) de una batería mientras la batería está en reposo cambiando una curva de tensión de circuito

abierto (OCV) que define una relación entre la OCV y el SOC, de acuerdo con el periodo de tiempo durante el cual la batería se mantiene en estado de reposo después de que la batería conmute del estado de ciclo al estado de reposo.

Los efectos de la presente divulgación no se limitan a los efectos mencionados anteriormente y los expertos en la técnica entenderán claramente estos y otros efectos a partir de las reivindicaciones adjuntas.

Descripción de las figuras

Los dibujos adjuntos ilustran una realización preferida de la presente divulgación y, junto con la descripción detallada de la presente divulgación que se describe a continuación, sirven para proporcionar una mayor comprensión de los aspectos técnicos de la presente divulgación y, por consiguiente, la presente divulgación no debe interpretarse como limitada a los dibujos.

La Figura 1 es un diagrama que muestra a modo de ejemplo una configuración de un vehículo eléctrico de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 2 es un diagrama para describir la histéresis mediante el historial de carga/descarga en un estado de ciclo de una batería.

La Figura 3 es un diagrama para describir un fenómeno en el que la histéresis generada por la descarga de una batería se reduce en un estado de reposo.

La Figura 4 es un diagrama para describir un fenómeno en el que la histéresis generada por la carga de una batería se reduce en estado de reposo.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método de gestión de baterías de acuerdo con una primera realización de la presente divulgación.

La Figura 6 ilustra tablas de datos para el método de la Figura 5.

La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método de gestión de baterías de acuerdo con una segunda realización de la presente divulgación.

La Figura 8 ilustra tablas de datos para el método de la Figura 7.

Descripción detallada de la invención

A continuación en el presente documento, las realizaciones preferidas de la presente divulgación se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Antes de la descripción, se debería entender que no se debe interpretar que los términos o las palabras utilizadas en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas están limitados a significados generales y del diccionario, sino que deben interpretarse en función de los significados y conceptos correspondientes a los aspectos técnicos de la presente divulgación considerando que el inventor puede definir los términos apropiadamente para una mejor explicación.

Los términos que incluyen un número ordinal, tales como "primero/a", "segundo/a" y similares, se utilizan para distinguir un elemento de otro de entre diversos elementos, pero sin pretender limitar los elementos mediante dichos términos.

A menos que el contexto indique claramente lo contrario, se entenderá que el término "comprende", cuando se utiliza en esta memoria descriptiva, especifica la presencia de los elementos mencionados, pero no excluye la presencia o adición de uno u otros más elementos. Adicionalmente, el término "unidad de control", como se utiliza en el presente documento, se refiere a una unidad de procesamiento de al menos una función u operación, y puede implementarse mediante *hardware* o *software* de forma individual o en combinación.

Además, a lo largo de toda la memoria descriptiva, se entenderá, además, que, cuando se hace referencia a un elemento "conectado a" otro elemento, este puede estar conectado directamente al otro elemento o pueden estar presentes elementos intermedios.

La Figura 1 es un diagrama que muestra a modo de ejemplo una configuración de un vehículo eléctrico 1 de acuerdo con la presente divulgación.

Con referencia a la Figura 1, el vehículo eléctrico 1 incluye un controlador del vehículo 2, un paquete de baterías 20, un conmutador 30, un inversor 40 y un motor eléctrico 50.

El controlador del vehículo 2 está configurado para generar una señal de conexión en respuesta a un botón de arranque del motor (no se muestra) proporcionado en el vehículo eléctrico 1 que se conmuta a la posición ON por parte de un usuario. El controlador del vehículo 2 está configurado para generar una señal de desconexión en respuesta a que el botón de arranque del motor se ha conmutado a la posición OFF por parte del usuario.

El conmutador 30 está instalado en una línea de potencia 3 para el paquete de baterías 20. Mientras el conmutador 30 está en estado encendido, la potencia puede transferirse desde cualquiera de los paquetes de baterías 20 y el inversor 40 a los otros a través de la línea de potencia 3. El conmutador 30 puede incluir uno cualquiera de los dispositivos de conmutación conocidos, tal como un relé y un transistor de efecto de campo (FET) o una combinación de los mismos.

El inversor 40 convierte la potencia de corriente continua suministrada desde una batería B en energía de corriente alterna y la suministra al motor eléctrico 50. El motor eléctrico 50 convierte la potencia de corriente alterna del inversor 40 en energía cinética para el vehículo eléctrico 1.

El paquete de baterías 20 incluye la batería B y un sistema de gestión de baterías 100.

La batería B incluye al menos una celda de batería. La celda de la batería no se limita a un tipo particular e incluye cualquier tipo de batería o celda recargable, por ejemplo, una celda de iones de litio.

El sistema de gestión de baterías 100 incluye un sensor de tensión 110, una memoria 140 y un circuito de control 150. El sistema de gestión de baterías 100 puede incluir además al menos uno de entre un sensor de temperatura 120, un sensor de corriente 130 o un circuito de comunicación 160.

El sensor de tensión 110 se proporciona para poder conectarse eléctricamente a un terminal de electrodo positivo y un terminal de electrodo negativo de la batería B. El sensor de tensión 110 está configurado para medir una tensión a través de la batería B (de ahora en adelante en el presente documento se denomina "tensión de la batería") en un intervalo de tiempo predeterminado, y emitir una señal que indica la tensión de la batería medida al circuito de control 150.

El sensor de temperatura 120 está colocado dentro de una distancia predeterminada de la batería B. Por ejemplo, puede utilizarse un termopar como sensor de temperatura 120. El sensor de temperatura 120 está configurado para medir una temperatura de la batería B (de ahora en adelante en el presente documento denominada "temperatura de la batería") en el intervalo de tiempo predeterminado y emitir al circuito de control 150 una señal que indica la temperatura medida de la batería.

El sensor de corriente 130 está instalado en la línea de potencia 3. Se proporciona el sensor de corriente 130 para poder conectarse eléctricamente a la batería B en serie a través de la línea de potencia 3. Por ejemplo, el sensor de corriente 130 puede incluir una resistencia Shunt o un dispositivo de efecto Hall. El sensor de corriente 130 está configurado para medir una corriente eléctrica que fluye a través de la línea de potencia 3 (de ahora en adelante en el presente documento denominada "corriente de batería") en el intervalo de tiempo predeterminado, y emitir al circuito de control 150 una señal que indica la corriente de la batería medida. La corriente de la batería medida durante la descarga de la batería B puede denominarse "corriente de descarga" y la corriente de la batería medida durante la carga de la batería B puede denominarse "corriente de carga".

La memoria 140 está configurada para almacenar programas y datos necesarios para realizar métodos de gestión de baterías de acuerdo con las realizaciones como se describe a continuación. La memoria 140 puede incluir, por ejemplo, al menos un tipo de medio de almacenamiento del tipo de una memoria flash, un disco duro, un disco de estado sólido (SSD), una unidad de disco de silicio (SDD), una tarjeta multimedia de tipo micro, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una estática de acceso aleatorio memoria (SRAM), memoria de solo lectura (ROM), una memoria programable de solo lectura borrrable eléctricamente (EEPROM) o una memoria programable de solo lectura (PROM).

El circuito de control 150 está acoplado de forma operativa al controlador del vehículo 2, al conmutador 30, al sensor de tensión 110, al sensor de temperatura 120, al sensor de corriente 130, a la memoria 140 y al circuito de comunicación 160. Acoplado de forma operativa se refiere a la conexión para permitir la transmisión y recepción unidireccional o bidireccional de señales. El circuito de control 150 puede implementarse en el *hardware* utilizando al menos uno de entre los circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de puertas programables en campo (FPGA), microprocesadores o unidades eléctricas para llevar a cabo otras funciones.

El circuito de comunicación 160 puede estar acoplado al controlador del vehículo 2 del vehículo eléctrico 1 para permitir la comunicación entre ellos. El circuito de comunicación 160 puede transmitir un mensaje desde el controlador del vehículo 2 al circuito de control 150 y transmitir un mensaje desde el circuito de control 150 al controlador del vehículo 2. La comunicación entre el circuito de comunicación 160 y el controlador del vehículo 2 puede utilizar, por ejemplo, redes cableadas tales como una red de área local (LAN), una red de área de controlador (CAN), y redes inalámbricas en cadena y/o de campo cercano tales como *Bluetooth*, *ZigBee*, *wifi* o similares.

El circuito de control 150 puede determinar el SOC de la batería B en función de la tensión de la batería, la corriente de la batería y/o la temperatura de la batería. La determinación del SOC durante la carga/descarga de la batería B puede utilizar métodos bien conocidos tal como el conteo de amperios, filtro de Kalman o similares. La determinación del SOC de la batería B mientras la batería B está en reposo se describirá en detalle a continuación.

La Figura 2 es un diagrama para describir la histéresis mediante el historial de carga/descarga en el estado de ciclo de la batería B.

Haciendo referencia a la Figura 2, una curva 201 define una primera relación entre la OCV y el SOC de la batería B

durante la descarga de la batería B y puede denominarse "primera curva OCV" o "curva OCV de descarga". La curva 201 puede ser datos adquiridos previamente a partir de un proceso de prueba de descarga repitiendo la descarga de corriente constante y el reposo de forma alternante desde la carga completa hasta la descarga completa de otra batería (baterías) que tiene la misma memoria descriptiva que la batería B en un entorno en el que se mantiene una temperatura de referencia predeterminada (por ejemplo, 25 °C). Por ejemplo, durante la prueba de descarga, puede repetirse la descarga que utiliza una tasa de corriente predeterminada (por ejemplo, 0,1 C) durante un primer tiempo de prueba (por ejemplo, 60 min) y el reposo durante un segundo tiempo de prueba (por ejemplo, 5 min). En este caso, la OCV de la curva 201 puede indicar la tensión de la batería cada vez que la batería B reposa durante el segundo tiempo de prueba durante la prueba de descarga.

Una curva 202 define una segunda relación entre la OCV y el SOC de la batería B durante la carga de la batería B, y puede denominarse "segunda curva OCV" o "curva OCV de carga". La curva 202 puede ser datos adquiridos previamente a partir del proceso de prueba de descarga mediante la repetición de la carga de corriente constante y el reposo desde la descarga completa hasta la carga completa de otra batería (baterías) que tiene la misma memoria descriptiva que la batería B en un entorno en el que se mantiene la temperatura de referencia predeterminada (por ejemplo, 25 °C). Por ejemplo, durante la prueba de carga, puede repetirse la carga que utiliza la tasa de corriente predeterminada (por ejemplo, 0,1 C) durante un tercer tiempo de prueba (por ejemplo, 60 min) y el reposo durante un cuarto tiempo de prueba (por ejemplo, 5 min). En este caso, la OCV de la curva 202 puede indicar la tensión de la batería cada vez que la batería B reposa durante el cuarto tiempo de prueba durante la prueba de carga.

Una curva 203 define una tercera relación que indica un promedio de la primera relación y la segunda relación y puede denominarse "tercera curva OCV" o "curva OCV promedio". Al hacer el promedio de la primera relación y la segunda relación, la histéresis inducida por la descarga y la histéresis inducida por la carga se anulan mutuamente. Por consiguiente, la tercera relación puede indicar la OCV y el SOC de la batería B cuando se elimina completamente la histéresis de la batería B.

En el mismo SOC, la OCV de la curva 201 es inferior a la OCV de la curva 203 debido a la histéresis generada por la descarga, mientras que la OCV de la curva 202 es superior a la OCV de la curva 203 debido a la histéresis generada por la carga. Por ejemplo, donde $SOC = A$ [%], $OCV V_1$ de la curva 201 es inferior a la $OCV V_2$ de la curva 203, y la $OCV V_3$ de la curva 202 es superior a la $OCV V_2$ de la curva 203. Como referencia, la curva 203 es un promedio de la curva 201 y de la curva 202, $V_2 = (V_1 + V_3)/2$.

Por la misma razón, en la misma OCV, el SOC de la curva 201 es superior al SOC de la curva 203, mientras que el SOC de la curva 202 es inferior al SOC de la curva 203. Por ejemplo, donde $OCV = V_1$ [V], el SOC A [%] de la curva 201 es superior al SOC B [%] de la curva 203, y el SOC C [%] de la curva 202 es inferior al SOC B [%] de la curva 203.

La Figura 3 es un diagrama para describir un fenómeno en el que la histéresis generada por la descarga de la batería B se reduce en el estado de reposo.

Haciendo referencia a la Figura 3, en respuesta a una señal de desconexión recibida durante la descarga de la batería B, la batería B entra en el estado de reposo a partir de un punto temporal T_0 . Para facilitar la descripción, supongamos que el SOC real de la batería B en el punto temporal T_0 es A [%].

Con referencia a las Figuras 2 y 3, como la histéresis por la descarga se resuelve a partir del punto temporal T_0 , la tensión de la batería aumenta gradualmente. En el punto temporal T_1 , la tensión de la batería alcanza el $OCV V_1$ de la curva 201. El punto temporal T_1 puede ser un punto temporal en el que ha transcurrido un tiempo predeterminado desde el punto temporal T_0 . Con un lapso de un tiempo suficiente desde el punto temporal T_0 , la tensión de la batería alcanza la $OCV V_2$ de la curva 203.

En un punto temporal T_2 después del punto temporal T_1 , la tensión de la batería V_x está entre V_1 y V_2 . Cuando se hace referencia a la curva 201, el SOC en el punto temporal T_2 se determina como D [%]. Por el contrario, cuando se hace referencia a la curva 203, el SOC en el punto temporal T_2 se determina como E [%].

Mientras la batería B está en reposo, V_x sube gradualmente hasta V_2 , y, por consiguiente, aumenta la diferencia entre V_x y V_1 , mientras que la diferencia entre V_x y V_2 disminuye, como puede verse en las Figuras 2 y 3. Además, mientras la batería B está en reposo, aumenta la diferencia ΔE_1 entre A y D, mientras que la diferencia ΔE_2 entre A y E disminuye.

Cuando ΔE_1 es menor que ΔE_2 , el SOC determinado en función de la curva 201 está más cerca del SOC real que el SOC determinado en función de la curva 203. Por el contrario, cuando ΔE_1 es mayor que ΔE_2 , el SOC determinado en función de la curva 203 está más cerca del SOC real que el SOC determinado en función de la curva 201.

En vista de esto, el circuito de control 150 puede estar configurado para determinar un primer tiempo de conmutación Δt_{C1} como un tiempo estimado necesario hasta que ΔE_1 sea igual a ΔE_2 . El circuito de control 150 puede determinar el SOC en un intervalo de tiempo predeterminado en función de la curva 201 a partir de un punto temporal cuando ha

transcurrido un primer tiempo de espera Δt_{R1} desde el punto temporal T_0 , y determinar el SOC en el intervalo de tiempo predeterminado en función de la curva 203 a partir de un punto temporal en el que ha transcurrido el primer tiempo de conmutación Δt_{C1} desde el punto temporal T_0 .

- 5 La Figura 4 es un diagrama para describir un fenómeno en el que la histéresis generada por la carga de la batería B se reduce en el estado de reposo.

Haciendo referencia a la Figura 4, en respuesta a una señal de desconexión recibida durante la carga de la batería B, la batería B pasa al estado de reposo a partir de un punto de tiempo T_{10} . Para facilitar la descripción, supongamos que el SOC real de la batería B en el punto temporal T_{10} es A [%].

Con referencia a las Figuras 2 y 4, como la histéresis por la carga se resuelve después del punto temporal T_{10} , la tensión de la batería cae gradualmente. En el punto temporal T_{11} , la tensión de la batería alcanza la OCV V_3 de la curva 202. El punto temporal T_{11} puede ser un punto temporal en el que ha transcurrido un tiempo predeterminado desde el punto temporal T_{10} . Con un lapso de un tiempo suficiente desde el punto temporal T_{10} , la tensión de la batería alcanza la OCV V_2 de la curva 203.

En un punto temporal T_{12} después del punto temporal T_{11} , la tensión de la batería V_y está entre V_3 y V_2 . Cuando se hace referencia a la curva 202, el SOC en el punto temporal T_{12} se determina como F [%]. Por el contrario, cuando se hace referencia a la curva 203, el SOC en el punto temporal T_{12} se determina como G [%].

Mientras la batería B está en reposo, V_y cae gradualmente hasta V_2 y, por consiguiente, aumenta la diferencia entre V_y y V_3 , mientras que la diferencia entre V_y y V_2 disminuye, como puede verse en las Figuras 2 y 4. Adicionalmente, mientras la batería B está en reposo, aumenta la diferencia ΔE_3 entre A y F, mientras que la diferencia ΔE_4 entre A y G disminuye.

Cuando ΔE_3 es menor que ΔE_4 , el SOC determinado en función de la curva 202 está más cerca del SOC real que el SOC determinado en función de la curva 203. Por el contrario, cuando ΔE_3 es mayor que ΔE_4 , el SOC determinado en función de la curva 203 está más cerca del SOC real que el SOC determinado en función de la curva 202.

En vista de esto, el circuito de control 150 puede estar configurado para determinar un segundo tiempo de conmutación Δt_{C2} como un tiempo estimado necesario hasta que ΔE_3 sea igual a ΔE_4 . El circuito de control 150 puede determinar el SOC en el intervalo de tiempo predeterminado en función de la curva 202 a partir de un punto temporal cuando ha transcurrido un tiempo de espera Δt_{R2} desde el punto temporal T_{10} , y puede determinar el SOC en el intervalo de tiempo predeterminado en función de la curva 203 a partir de un punto temporal en el que ha transcurrido el segundo tiempo de conmutación Δt_{C2} desde el punto temporal T_{10} .

La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método de gestión de baterías de acuerdo con una primera realización de la presente divulgación, y la Figura 6 ilustra tablas de datos para el método de la Figura 5. El método de la Figura 5 puede iniciarse mediante una señal de desconexión del controlador del vehículo 2 durante la descarga de la batería B.

Con referencia a las Figuras 1 a 3, 5 y 6, en la etapa S510, el circuito de control 150 almacena un SOC de referencia y una temperatura de referencia en la memoria 140. El SOC de referencia indica el SOC de la batería B cuando se recibe la señal de desconexión. La temperatura de referencia indica la temperatura de la batería cuando se recibe la señal de desconexión.

En la etapa S520, el circuito de control 150 interrumpe un flujo de corriente a través de la batería B. Es decir, el circuito de control 150 apaga el conmutador 30. Por consiguiente, la batería B se conmuta desde el estado de ciclo hasta el estado de reposo.

En la etapa S530, el circuito de control 150 determina el primer tiempo de espera Δt_{R1} y el primer tiempo de conmutación Δt_{C1} en función del SOC de referencia y la temperatura de referencia.

El primer tiempo de espera Δt_{R1} es una longitud de tiempo necesario desde que se recibió la señal de desconexión para determinar el SOC de la batería B utilizando la curva 201. En la fase temprana del estado de reposo, la tensión de la batería aumenta rápidamente, por lo que no es deseable determinar el SOC de la batería B utilizando la curva 201 desde el inicio del estado de reposo. De acuerdo con la invención, el primer tiempo de espera Δt_{R1} es un tiempo estimado necesario hasta que la tasa a la que aumenta la tensión de la batería sea igual a una tasa umbral predeterminada (por ejemplo, 0,01 V/minuto) desde el tiempo de inicio del estado de reposo.

El primer tiempo de conmutación Δt_{C1} es más largo que el primer tiempo de espera Δt_{R1} . El primer tiempo de conmutación Δt_{C1} es una longitud de tiempo necesario desde que se recibió la señal de desconexión para determinar el SOC de la batería B utilizando la curva 203 en lugar de la curva 201.

Haciendo referencia a la Figura 6, una tabla de datos 610 y una tabla de datos 620 se almacenan en la memoria 140.

La tabla de datos 610 define una relación entre el SOC de referencia, la temperatura de referencia y el primer tiempo de espera Δt_{R1} . La tabla de datos 610 define que la temperatura de referencia inferior está asociada con el primer tiempo de espera más largo Δt_{R1} en el mismo SOC de referencia. Por ejemplo, cuando el SOC de referencia es del 90 [%] y la temperatura de referencia es de 25 [°C], se determina 1 minuto como el primer tiempo de espera Δt_{R1} , y cuando el SOC de referencia es del 90 [%] y la temperatura de referencia es de 0 [°C], se determinan 5 minutos como el primer tiempo de espera Δt_{R1} . Adicionalmente, la tabla de datos 610 define que el SOC de referencia inferior está asociado con el primer tiempo de espera Δt_{R1} más largo o igual en la misma temperatura de referencia. Por ejemplo, cuando el SOC de referencia es del 80 [%] y la temperatura de referencia es de 25 [°C], se determinan 2 minutos como el primer tiempo de espera Δt_{R1} , y cuando el SOC de referencia es del 70 [%] y la temperatura de referencia es de 25 [°C], se determinan 3 minutos como el primer tiempo de espera Δt_{R1} .

La tabla de datos 620 define una relación entre el SOC de referencia, la temperatura de referencia y el primer tiempo de conmutación Δt_{C1} . La tabla de datos 620 define que la temperatura de referencia inferior está asociada con el primer tiempo de conmutación más largo Δt_{C1} en el mismo SOC de referencia. Adicionalmente, la tabla de datos 620 define que el SOC de referencia inferior está asociado con el primer tiempo de conmutación Δt_{C1} más largo o igual en la misma temperatura de referencia.

Los valores numéricos de la tabla de datos 610 y la tabla de datos 620 se proporcionan a modo de ejemplo para facilitar la comprensión.

Como alternativa, cada uno del primer tiempo de espera Δt_{R1} y del primer tiempo de conmutación Δt_{C1} puede ajustarse previamente a un valor particular independientemente del SOC y de la temperatura. En este caso, las etapas S510 y S530 pueden omitirse del método de la Figura 5.

En la etapa S540, el circuito de control 150 mide la tensión de la batería.

En la etapa S550, el circuito de control 150 determina si ha transcurrido el primer tiempo de espera Δt_{R1} desde que se recibió la señal de desconexión. Cuando un valor en la etapa S550 es "Sí", se lleva a cabo la etapa S560.

En la etapa S560, el circuito de control 150 determina si ha transcurrido el primer tiempo de conmutación Δt_{C1} desde que se recibió la señal de desconexión. Cuando un valor de la etapa S560 es "No", se lleva a cabo la etapa S570. Cuando el valor de la etapa S560 es "Sí", se lleva a cabo la etapa S580.

En la etapa S570, el circuito de control 150 determina el SOC de la batería B en función de la tensión de la batería y de la primera curva OCV 201.

En la etapa S580, el circuito de control 150 determina el SOC de la batería B en función de la tensión de la batería y de la tercera curva OCV 203.

El circuito de control 150 puede determinar el SOC de la batería B en el intervalo de tiempo predeterminado repitiendo las etapas S540 a S580 hasta que se recibe una señal de conexión desde el controlador del vehículo 2.

La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método de gestión de baterías de acuerdo con una segunda realización de la presente divulgación, y la Figura 8 ilustra tablas de datos para el método de la Figura 7. El método de la Figura 7 puede iniciarse mediante una señal de desconexión del controlador del vehículo 2 durante la carga de la batería B.

Con referencia a las Figuras 1, 2, 4, 7 y 8, en la etapa S710, el circuito de control 150 almacena el SOC de referencia y la temperatura de referencia en la memoria 140. El SOC de referencia indica el SOC de la batería B cuando se recibe la señal de desconexión. La temperatura de referencia indica la temperatura de la batería cuando se recibe la señal de desconexión.

En la etapa S720, el circuito de control 150 interrumpe un flujo de corriente a través de la batería B. Es decir, el circuito de control 150 apaga el conmutador 30. Por consiguiente, la batería B se conmuta desde el estado de ciclo hasta el estado de reposo.

En la etapa S730, el circuito de control 150 determina el segundo tiempo de espera Δt_{R2} y el segundo tiempo de conmutación Δt_{C2} en función del SOC de referencia y la temperatura de referencia.

El segundo tiempo de espera Δt_{R2} es una longitud de tiempo necesario desde que se recibió la señal de desconexión para determinar el SOC de la batería B utilizando la curva 202. En la fase temprana del estado de reposo, la tensión de la batería cae rápidamente, por lo que no es deseable determinar el SOC de la batería B utilizando la curva 202 desde el inicio del estado de reposo. Por ejemplo, el segundo tiempo de espera Δt_{R2} es un tiempo estimado necesario hasta que la tasa a la que cae la tensión de la batería es igual a una tasa umbral predeterminada (por ejemplo, 0,01 V/minuto) desde el tiempo de inicio del estado de reposo.

El segundo tiempo de conmutación Δt_{C2} es una longitud de tiempo necesario desde que se recibió la señal de desconexión para determinar el SOC de la batería B utilizando la curva 203 en lugar de la curva 202.

Con referencia a la Figura 8, una tabla de datos 810 y una tabla de datos 820 se almacenan en la memoria 140. La tabla de datos 810 define una relación entre el SOC de referencia, la temperatura de referencia y el segundo tiempo de espera Δt_{R2} . La tabla de datos 810 define que la temperatura de referencia inferior está asociada con el segundo tiempo de espera más largo Δt_{R2} en el mismo SOC de referencia. Por ejemplo, cuando el SOC de referencia es del 80 [%] y la temperatura de referencia es de 25 [°C], se determinan 15 minutos como el segundo tiempo de espera Δt_{R2} , y cuando el SOC de referencia es del 80 [%] y la temperatura de referencia es de 0 [°C], se determinan 41 minutos como el segundo tiempo de espera Δt_{R2} . Adicionalmente, la tabla de datos 810 define que el mayor SOC de referencia está asociado con el segundo tiempo de espera mayor o igual en la misma temperatura de referencia. Por ejemplo, cuando el SOC de referencia es del 20 [%] y la temperatura de referencia es de 25 [°C], se determinan 3 minutos como el segundo tiempo de espera, y cuando el SOC de referencia es del 30 [%] y la temperatura de referencia es de 25 [°C], se determinan 7 minutos como el segundo tiempo de espera.

La tabla de datos 820 define una relación entre el SOC de referencia, la temperatura de referencia y el segundo tiempo de conmutación Δt_{C2} . La tabla de datos 820 define que la temperatura de referencia inferior está asociada con el segundo tiempo de conmutación más largo Δt_{C2} en el mismo SOC de referencia. Adicionalmente, la tabla de datos 820 define que el mayor SOC de referencia está asociado con el segundo tiempo de conmutación mayor o igual Δt_{C2} en la misma temperatura de referencia.

Los valores numéricos de la tabla de datos 810 y de la tabla de datos 820 se proporcionan a modo de ejemplo para facilitar la comprensión.

Como alternativa, cada uno del segundo tiempo de espera Δt_{R2} y del segundo tiempo de conmutación Δt_{C2} puede ajustarse previamente a un valor particular independientemente del SOC y de la temperatura. En este caso, las etapas S710 y S730 pueden omitirse del método de la Figura 5.

En la etapa S740, el circuito de control 150 mide la tensión de la batería.

En la etapa S750, el circuito de control 150 determina si ha transcurrido el segundo tiempo de espera Δt_{R2} desde que se recibió la señal de desconexión. Cuando un valor en la etapa S750 es "Sí", se lleva a cabo la etapa S760.

En la etapa S760, el circuito de control 150 determina si ha transcurrido el segundo tiempo de conmutación Δt_{C2} desde que se recibió la señal de desconexión. Cuando un valor de la etapa S760 es "No", se lleva a cabo la etapa S770. Cuando el valor de la etapa S760 es "Sí", se lleva a cabo la etapa S780.

En la etapa S770, el circuito de control 150 determina el SOC de la batería B en función de la tensión de la batería y de la segunda curva OCV 202.

En la etapa S780, el circuito de control 150 determina el SOC de la batería B en función de la tensión de la batería y de la tercera curva OCV 203.

El circuito de control 150 puede determinar el SOC de la batería B en el intervalo de tiempo predeterminado repitiendo las etapas S740 a S780 hasta que se reciba una señal de conexión desde el controlador del vehículo 2.

Las realizaciones de la presente divulgación descritas anteriormente no se implementan únicamente a través del aparato y el método, y pueden implementarse a través de programas que realizan las funciones correspondientes a las configuraciones de las realizaciones de la presente divulgación o medios de grabación que tienen los programas grabados en ellos, y tal implementación pueden lograrla fácilmente los expertos en la técnica a partir de la divulgación de las realizaciones descritas anteriormente.

Si bien la presente divulgación se ha descrito anteriormente con respecto a un número limitado de realizaciones y dibujos, la presente divulgación no se limita a los mismos y es evidente para los expertos en la materia que se pueden realizar diversas modificaciones y cambios en los mismos dentro de los aspectos técnicos de la presente divulgación y el alcance equivalente de las reivindicaciones adjuntas.

Adicionalmente, los expertos en la materia pueden realizar otras tantas sustituciones, modificaciones y cambios en la presente divulgación descrita en lo que antecede sin apartarse de los aspectos técnicos de la presente divulgación, la presente divulgación no está limitada por las realizaciones descritas anteriormente y los dibujos adjuntos, y todas o algunas de las realizaciones se pueden combinar selectivamente para permitir diversas modificaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de gestión de baterías (100), que comprende:

5 una memoria (140) configurada para almacenar una primera curva de tensión de circuito abierto, OCV y una segunda curva OCV;
un sensor de tensión (110) configurado para medir una tensión de batería que es una tensión a través de una batería (B); y un circuito de control (150) acoplado a la memoria (140) y al sensor de tensión (110),

10 en donde la primera curva OCV define una primera relación entre la OCV y el estado de carga, SOC, de la batería (B) durante la descarga de la batería,
la segunda curva OCV define una segunda relación entre la OCV y el SOC de la batería (B) durante la carga de la batería,
el circuito de control (150) está configurado para:

15 interrumpir un flujo de corriente a través de la batería (B) para que la batería esté en un estado de reposo cuando el circuito de control (150) recibe una señal de desconexión, y
estimar un SOC de la batería (B) en un intervalo de tiempo predeterminado desde un primer punto temporal hasta un segundo punto temporal en función de la tensión de la batería medido en el intervalo de tiempo
20 predeterminado y en la primera curva OCV en caso de que la batería (B) se esté descargando cuando se recibe la señal de desconexión,
el primer punto temporal es un punto temporal en el que ha transcurrido un primer tiempo de espera desde que se recibió la señal de desconexión, y
el segundo punto temporal es un punto temporal en el que ha transcurrido un primer tiempo de conmutación desde que se recibió la señal de desconexión, siendo el primer tiempo de conmutación más largo que el del
25 primer tiempo de espera,
en donde el primer tiempo de espera es un tiempo estimado necesario hasta que la tasa a la que aumenta la tensión de la batería es igual a una tasa umbral predeterminada desde el tiempo de inicio del estado de reposo.

30 2. El sistema de gestión de baterías (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el circuito de control (150) está configurado para determinar el primer tiempo de espera y el primer tiempo de conmutación en función de un SOC de referencia y una temperatura de referencia en caso de que la batería (B) se esté descargando cuando se recibe la señal de desconexión,

35 el SOC de referencia indica un SOC de la batería (B) cuando se recibe la señal de desconexión y
la temperatura de referencia indica una temperatura de la batería (B) cuando se recibe la señal de desconexión.

3. El sistema de gestión de baterías (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la memoria (140) está configurada además para almacenar una tercera curva OCV que define una tercera relación que indica un promedio
40 de la primera relación y la segunda relación, y
el circuito de control (150) está configurado para estimar el SOC de la batería en el intervalo de tiempo predeterminado a partir del segundo punto temporal en función de la tensión de la batería medida en el intervalo de tiempo predeterminado y la tercera curva OCV en caso de que la batería (B) se esté descargando cuando se recibe la señal de desconexión.

45 4. El sistema de gestión de baterías (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el circuito de control (150) está configurado para estimar el SOC de la batería (B) en el intervalo de tiempo predeterminado desde un tercer punto temporal hasta un cuarto punto temporal en función de la tensión de la batería medida en el intervalo de tiempo predeterminado y en la segunda curva OCV en caso de que la batería (B) se esté cargando cuando se recibe la señal de desconexión,

50 el tercer punto temporal es un punto temporal en el que ha transcurrido un segundo tiempo de espera desde que se recibió la señal de desconexión, y
el cuarto punto temporal es un punto temporal en el que ha transcurrido un segundo tiempo de conmutación desde que se recibió la señal de desconexión, siendo el segundo tiempo de conmutación más largo que el del segundo tiempo de espera.

5. El sistema de gestión de baterías (100) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el circuito de control (150) está configurado para determinar el segundo tiempo de espera y el segundo tiempo de conmutación en función de un SOC
60 de referencia y una temperatura de referencia en caso de que la batería (B) se esté descargando cuando se recibe la señal de desconexión,

65 el SOC de referencia indica un SOC de la batería (B) cuando se recibe la señal de desconexión y
la temperatura de referencia indica una temperatura de la batería (B) cuando se recibe la señal de desconexión.

6. El sistema de gestión de baterías (100) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la memoria (140) está

configurada además para almacenar una tercera curva OCV que define una tercera relación que indica un promedio de la primera relación y la segunda relación, y el circuito de control (150) está configurado para estimar el SOC de la batería (B) en el intervalo de tiempo predeterminado desde el cuarto punto temporal en función de la tensión de la batería medida en el intervalo de tiempo predeterminado y la tercera curva OCV en caso de que la batería (B) se esté cargando cuando se recibe la señal de desconexión.

7. Un paquete de baterías (20) que comprende el sistema de gestión de baterías (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

8. Un vehículo eléctrico (1) que comprende el paquete de baterías (20) de acuerdo con la reivindicación 7.

9. Un método de gestión de baterías ejecutado por el sistema de gestión de baterías (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, comprendiendo el método de gestión de baterías:

interrumpir (S520, S720) un flujo de corriente a través de la batería (B) para que la batería esté en el estado de reposo cuando recibe la señal de desconexión; y
estimar el estado de carga, SOC, de la batería (B) en el intervalo de tiempo predeterminado desde el primer punto temporal hasta el segundo punto temporal en función de la tensión de la batería medida en el intervalo de tiempo predeterminado y en la primera curva de tensión de circuito abierto, OCV, en caso de que la batería (B) se esté descargando cuando se recibe la señal de desconexión.

10. El método de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:

estimar el SOC de la batería (B) en el intervalo de tiempo predeterminado desde el tercer punto temporal hasta el cuarto punto temporal en función de la tensión de la batería medida en el intervalo de tiempo predeterminado y en la segunda curva OCV en caso de que la batería (B) se esté cargando cuando se recibe la señal de desconexión, en donde el tercer punto temporal es el punto temporal en el que ha transcurrido el segundo tiempo de espera desde que se recibió la señal de desconexión, y
el cuarto punto temporal es el punto temporal en el que ha transcurrido el segundo tiempo de conmutación desde que se recibió la señal de desconexión, siendo el segundo tiempo de conmutación más largo que el del segundo tiempo de espera.

FIG. 1

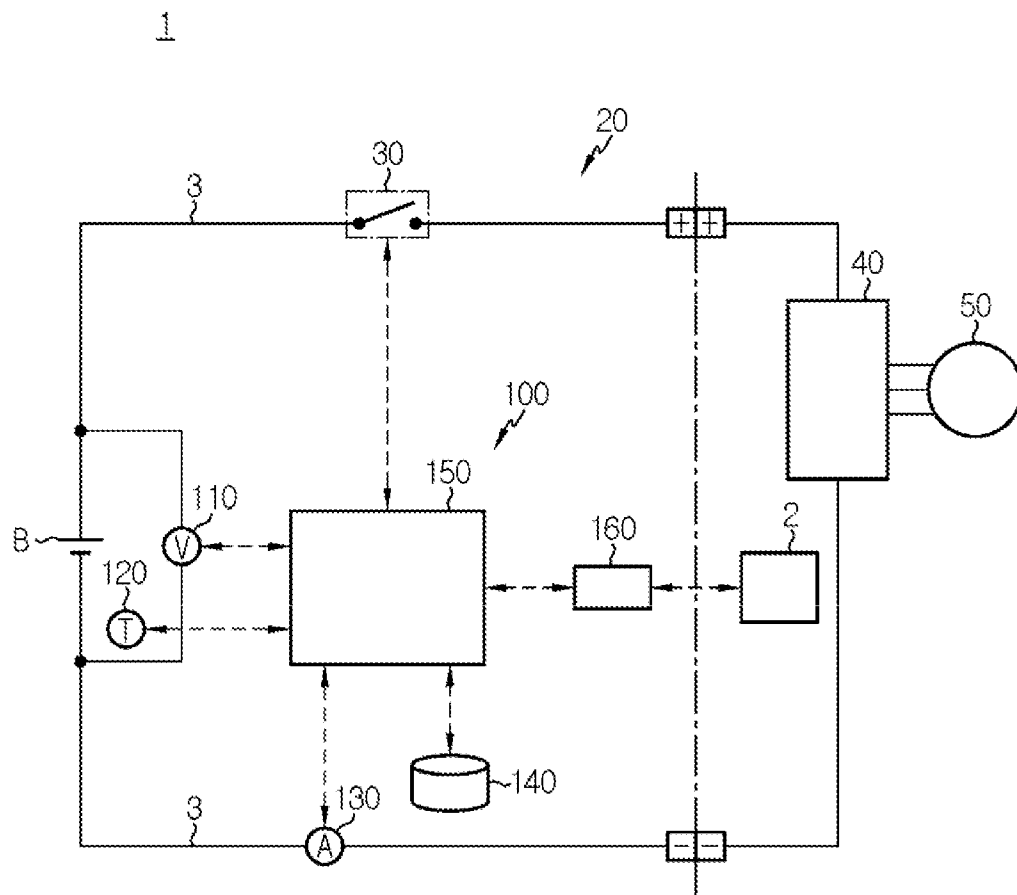


FIG. 2

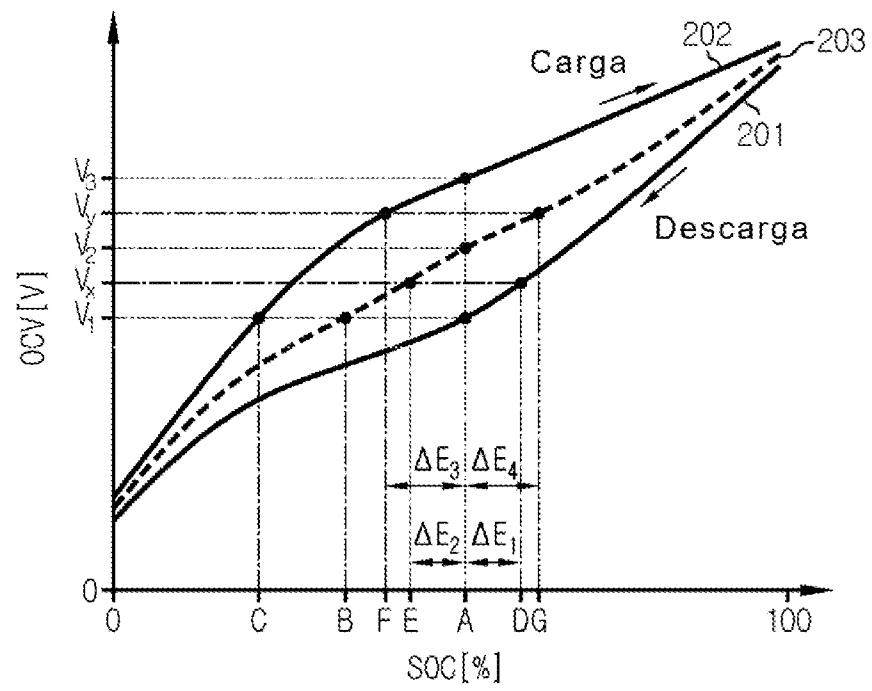


FIG. 3

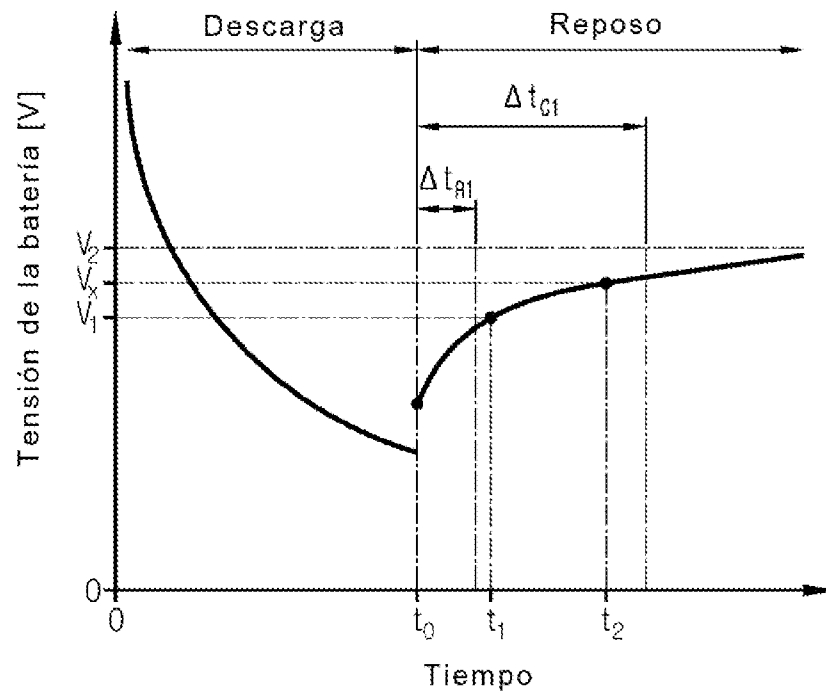


FIG. 4

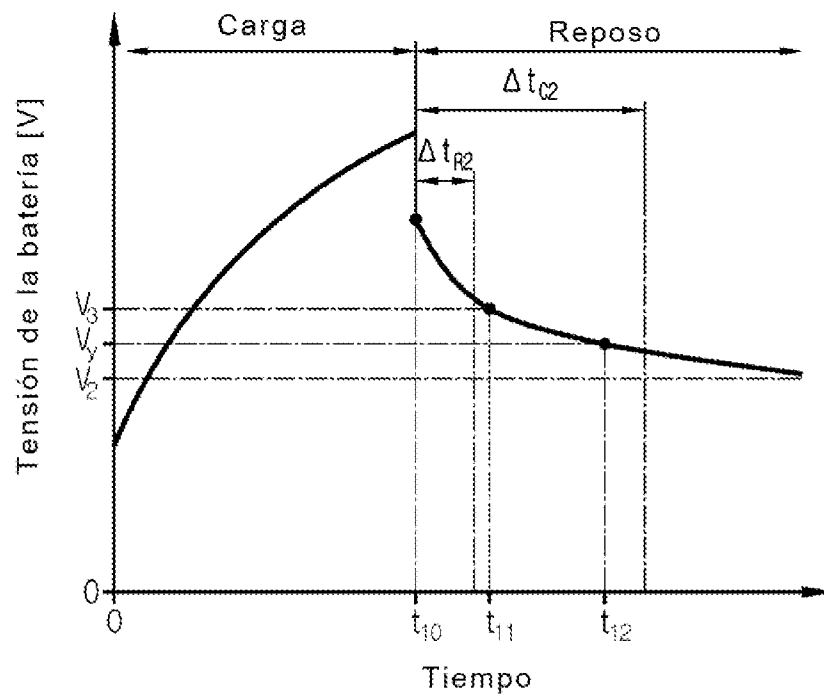


FIG. 5

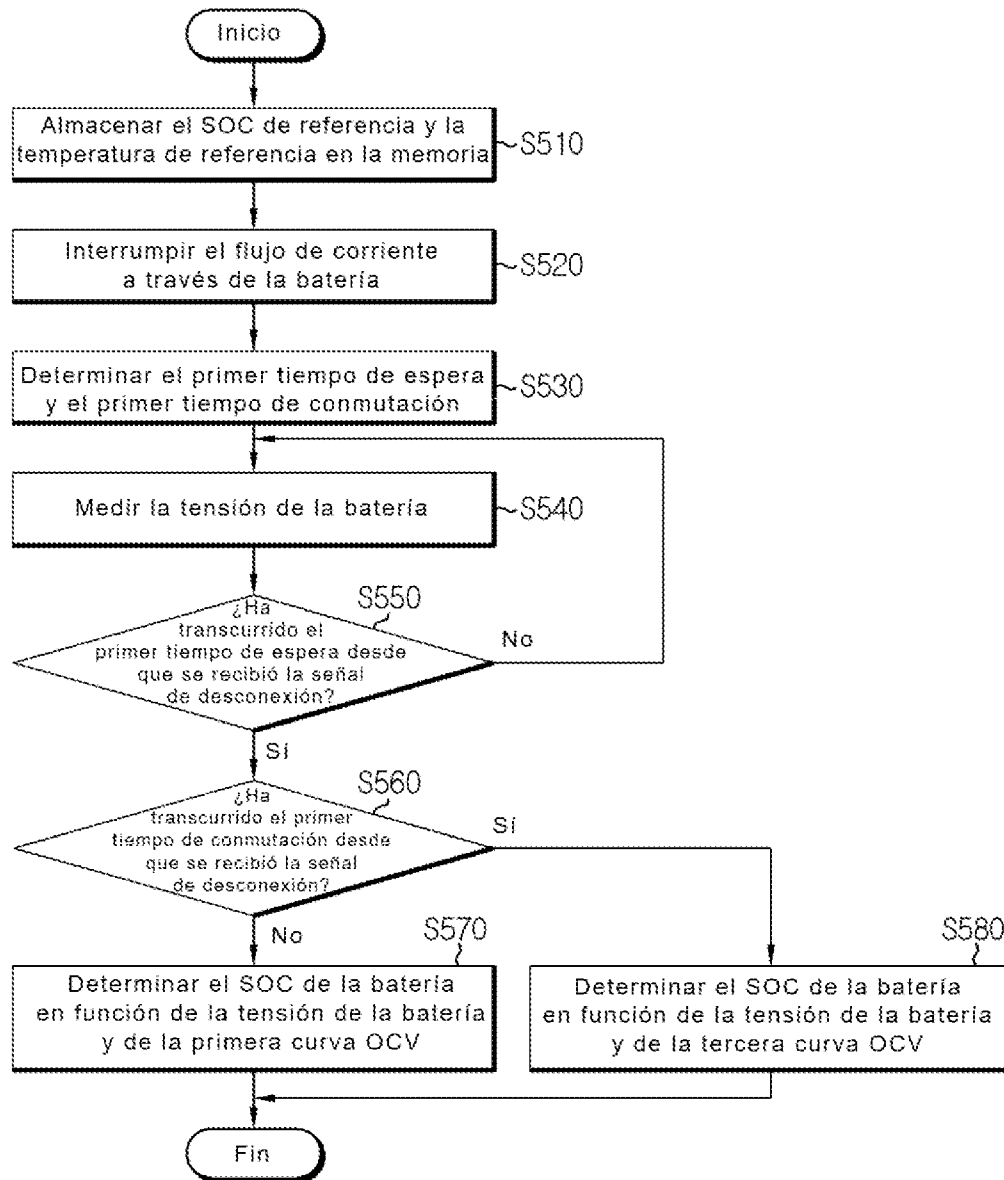


FIG. 6

610
↙

Δt_{R1} [min]		Referencia SOC [%]									
		90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Temperatura de referencia [°C]	25	1	2	3	5	7	8	11	15	20	23
	0	5	7	10	13	17	20	25	31	39	62

(a)

620
↙

Δt_{C1} [min]		Referencia SOC [%]									
		90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Temperatura de referencia [°C]	25	3	12	18	23	27	36	44	53	61	85
	0	15	60	83	91	103	110	135	157	175	425

(b)

FIG. 7

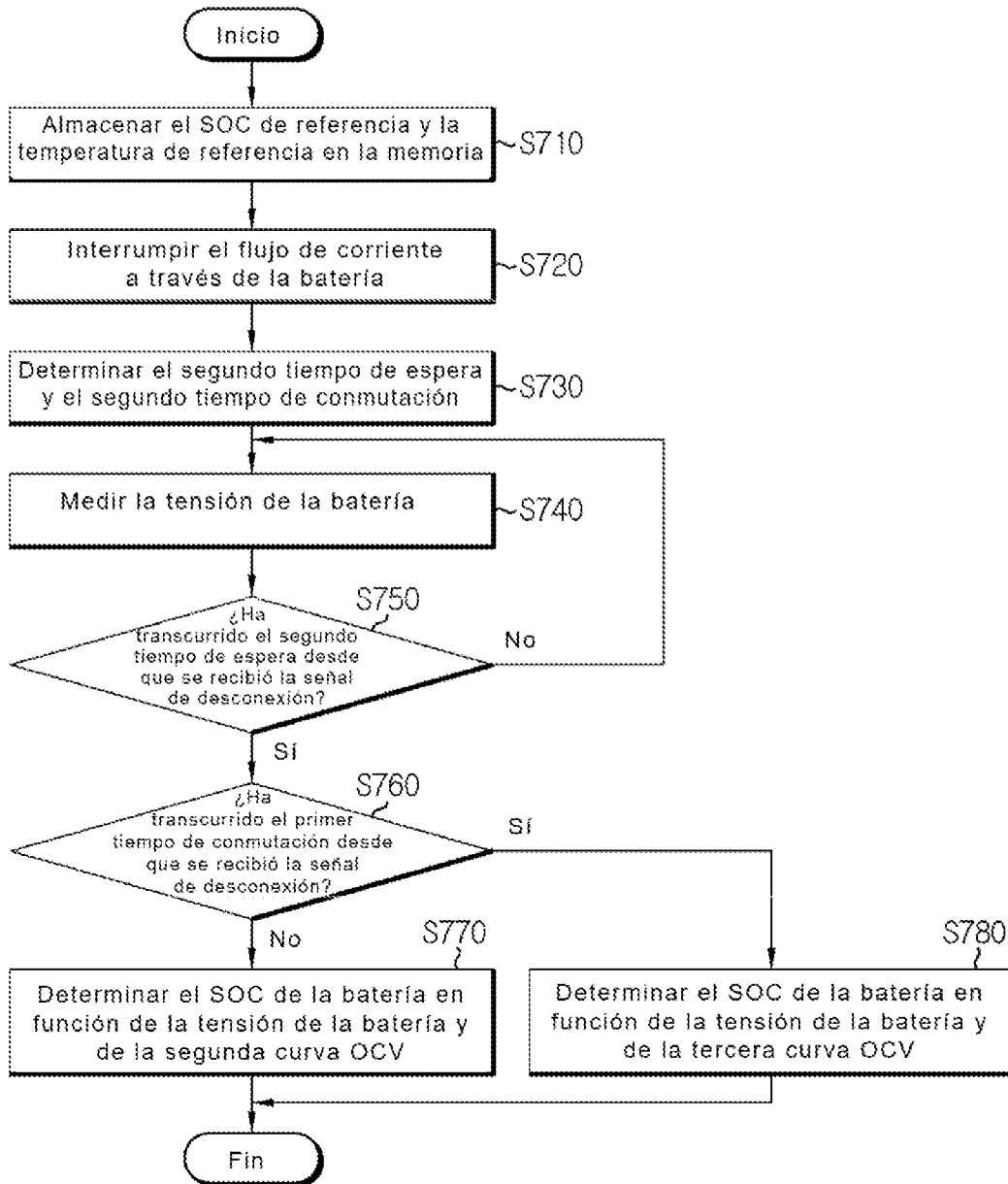


FIG. 8810
↙

Δt_{R2} [min]		Referencia SOC [%]									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Temperatura de referencia [°C]	25	1	3	5	7	9	10	11	15	17	20
	0	4	7	11	13	22	25	36	41	51	68

(a)

820
↙

Δt_{C2} [min]		Referencia SOC [%]									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Temperatura de referencia [°C]	25	5	6	9	14	21	29	40	52	66	120
	0	20	25	30	47	50	60	71	96	193	580

(b)