

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 018 288**

51 Int. Cl.:

**G01R 31/36** (2010.01)

**H01M 10/42** (2006.01)

**G01R 31/3828** (2009.01)

**G01R 31/3842** (2009.01)

**G01R 31/389** (2009.01)

**G01R 31/367** (2009.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2017** **PCT/KR2017/014031**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.07.2018** **WO18124511**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2017** **E 17889399 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2025** **EP 3451004**

54 Título: **Aparato de gestión de baterías y método para calibrar un estado de carga de una batería**

30 Prioridad:

**02.01.2017 KR 20170000359**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.05.2025**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CHA, SUN-YOUNG y**  
**JOE, WON-TAE**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

ES 3 018 288 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Aparato de gestión de baterías y método para calibrar un estado de carga de una batería

5 **Sector de la técnica**

La presente divulgación se refiere a un aparato de gestión de baterías y, más específicamente, a un aparato y un método para calibrar el estado de carga (SOC, por sus siglas en inglés) de una batería de fosfato de hierro y litio.

10 **Estado de la técnica**

Las baterías pueden cargarse y descargarse repetidamente, por lo que se utilizan como fuente de alimentación en diversos campos. Por ejemplo, las baterías de iones de litio se utilizan en dispositivos portátiles tales como teléfonos móviles, ordenadores portátiles, cámaras digitales, cámaras de vídeo, ordenadores de tipo tableta y herramientas eléctricas, así como diversos tipos de sistemas de alimentación eléctrica, incluidas las bicicletas eléctricas, motocicletas eléctricas, vehículos eléctricos, vehículos eléctricos híbridos, embarcaciones eléctricas y aeronaves eléctricas.

Para usar con estabilidad diversos tipos de dispositivos o sistemas que reciben energía desde baterías, es esencial disponer de información precisa sobre el estado de carga (SOC) de la batería. Particularmente, el SOC es una indicación del tiempo que la batería se podrá utilizar con estabilidad. Por ejemplo, los dispositivos con batería, tales como ordenadores portátiles, teléfonos móviles y vehículos, estiman el SOC y proporcionan información asociada al tiempo disponible convertido a partir del SOC estimado a los usuarios.

El SOC de la batería se expresa, generalmente, como un porcentaje de la capacidad restante de corriente con respecto a la capacidad de diseño en fábrica y, en este caso, para determinar el SOC se utiliza mucho un método de integración de corriente (recuento de amperios).

El método de integración de corriente es un método que estima la capacidad restante de la batería al integrar periódicamente el valor medido de la corriente de carga/descarga que fluye a través de la batería a lo largo del tiempo y, opcionalmente, puede tenerse en cuenta la temperatura de la batería.

Sin embargo, el inconveniente del método de integración de corriente es que la precisión se reduce gradualmente a lo largo del tiempo debido a los errores de medición de un sensor de corriente. Dicho de otro modo, el método de integración de corriente se basa en los valores de corriente medidos por el sensor de corriente y existe una diferencia entre los valores de corriente medidos desde el sensor de corriente y la corriente que fluye realmente a través de la batería. Esta diferencia es tan pequeña que puede pasar desapercibida durante un período de tiempo muy breve; sin embargo, cuando la diferencia se acumula a lo largo del tiempo, el error acumulado es tan grande que ya no puede pasar desapercibido.

Como técnica relacionada para resolver el problema del método de integración de corriente, se divulga la bibliografía de patentes 1 (patente coreana n.º 10-1651829). La bibliografía de patentes 1 proporciona una estimación del SOC a partir de la tensión de circuito abierto (OCV, por sus siglas en inglés) de una batería utilizando una curva OCV-SOC de la batería. Para estimar el SOC utilizando la curva OCV-SOC, se requiere una condición previa en la que deben observarse cambios definidos en la OCV en respuesta a cambios en el SOC de la batería.

Una batería de fosfato de hierro y litio (en lo sucesivo en el presente documento, "batería LFP") es una batería que utiliza fosfato de hierro y litio ( $\text{Li}_x\text{FePO}_4$ ) como material activo del electrodo positivo. La "batería LFP" tiene una ventaja de larga vida útil. Sin embargo, como se puede observar a partir de la figura 1, en el caso de una batería de fosfato de hierro y litio, los cambios en la OCV son menores durante un intervalo de uso óptimo (p. ej., SOC de 30 %-95 %) en comparación con otros tipos de baterías. Específicamente, la figura 1 ilustra esquemáticamente los perfiles de carga de cada una de una batería de iones de litio y una batería LFP mostradas en experimentos anteriores realizados manteniendo constantemente una temperatura predefinida. La línea marcada con ♦ en la figura 1 muestra una curva OCV-SOC de la batería de iones de litio utilizando  $\text{LiCoO}_2$  para el electrodo positivo; la línea marcada con ● muestra una curva OCV-SOC de la batería LFP utilizando  $\text{LiFePO}_4$  para el electrodo positivo, teniendo la batería LFP pocos cambios en la OCV dentro del intervalo de SOC excepto al final de la carga y al final de la descarga. Por consiguiente, la estimación o calibración de SOC utilizando la curva OCV-SOC no es adecuada para su uso en baterías LFP.

En los documentos DE 10 2009 058893 A1 y KR 101 238 478 B1 se describen antecedentes técnicos adicionales.

**Objeto de la invención****Problema técnico**

La presente divulgación está diseñada según los antecedentes de la técnica relacionada como se ha descrito anteriormente y, por lo tanto, la presente divulgación está dirigida a proporcionar un aparato de gestión de baterías

para calibrar con precisión el estado de carga (SOC) de una batería de fosfato de hierro y litio (LFP) teniendo en cuenta las características de los cambios en la OCV y la resistencia interna en función del SOC de la batería LFP y un método para calibrar el SOC utilizando el mismo.

## 5 Solución técnica

Para lograr el objeto, se proporciona un aparato de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 1 y un método asociado de acuerdo con la reivindicación 9. Las reivindicaciones dependientes están dirigidas a diferentes aspectos ventajosos de la invención.

## 10 Efectos ventajosos

De acuerdo con al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, el estado de carga (SOC) de una batería de fosfato de hierro y litio (LFP) puede calibrarse con precisión teniendo en cuenta las características de los cambios en la OCV y la resistencia interna en función del SOC de la batería LFP.

Adicionalmente, es posible reducir un problema con la notificación de un SOC inexacto a un usuario debido al error de medición continuamente acumulado de un sensor de corriente a lo largo del tiempo en la técnica convencional de recuento de amperios.

## 20 Descripción de las figuras

Los dibujos adjuntos ilustran una realización de la presente divulgación y, junto con la siguiente descripción detallada, sirven para proporcionar una mayor comprensión de los aspectos técnicos de la presente divulgación y, por tanto, la presente divulgación no debe considerarse limitada a lo expuesto en tales dibujos.

La figura 1 es un gráfico esquemático que muestra una curva tensión de circuito abierto (OCV)-estado de carga (SOC) de una batería de fosfato de hierro y litio (LFP) y una batería de iones de litio general.

La figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema de alimentación de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

Las figuras 3 y 4 son diagramas de flujo que muestran las etapas incluidas en un proceso ejecutado por un aparato de gestión de baterías de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La figura 5 es un gráfico que muestra una curva de resistencia interna en función de la temperatura de una batería LFP.

Las figuras 6 y 7 muestran gráficos para usar como referencia en la explicación de una diferencia entre usar y no usar un valor de tensión de circuito abierto de referencia al calcular una resistencia interna de una batería LFP.

## Descripción detallada de la invención

En lo sucesivo en el presente documento, se describirán realizaciones de la presente divulgación haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Antes de la descripción, se debería entender que no se debe interpretar que los términos o las palabras que se usan 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. Por lo tanto, las realizaciones descritas en el presente documento y las ilustraciones que se muestran en los dibujos son únicamente una realización de la presente divulgación, pero no pretenden describir exhaustivamente los aspectos técnicos de la presente divulgación, por lo que debe entenderse que podrían hacerse otros equivalentes y variaciones a esta en el momento en que se realizó la invención.

En las realizaciones descritas a continuación, una batería de fosfato de hierro y litio (LFP) puede denominarse una celda unitaria que incluye un conjunto de electrodo positivo/separador/electrodo negativo y un electrolito en un envoltorio, así como un conjunto que incluye celdas unitarias conectadas en serie o en paralelo. La batería LFP puede estar incluida en un paquete de baterías, junto con el aparato de gestión de baterías 100 descrito a continuación.

La figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema de alimentación de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

Haciendo referencia a la figura 2, el sistema de alimentación de acuerdo con una realización de la presente divulgación incluye un aparato de gestión de baterías 100 y un dispositivo de carga 200.

El aparato de gestión de baterías 100 incluye una unidad de medición de tensión 110, una unidad de medición de corriente 120 y una unidad de control 140 y, opcionalmente, puede incluir, además, una unidad de medición de temperatura 130.

El aparato 100 está configurado para calibrar el estado de carga (SOC) de una batería de fosfato de hierro y litio (LFP) B a un valor especificado preestablecido cuando se cumple una condición preestablecida. En este punto, la batería

LFP B se refiere a una batería que incluye una celda LFP o dos o más celdas LFP conectadas en serie.

La batería LFP B está conectada eléctricamente al dispositivo de carga 200 a través de un terminal de alto potencial (PACK+) y un terminal de bajo potencial (PACK-). El dispositivo de carga 200 se refiere a un dispositivo que funciona con la alimentación emitida desde la batería LFP B o que funciona para cargar la batería LFP B hasta la tensión requerida.

El dispositivo de carga 200 incluye un sistema de control 210, una unidad de conversión de alimentación 220 y una carga 230. Opcionalmente, el dispositivo de carga 200 puede incluir, además, un cargador 240. El cargador 240 puede suministrar una corriente de carga para cargar la batería LFP B a la batería LFP B a través de la unidad de conversión de alimentación 220. El cargador 240 puede producir una corriente de carga por sí mismo y puede producir una corriente de carga al recibir alimentación desde una fuente de alimentación comercial.

En un ejemplo preferido, la carga 230 puede ser un motor, incluido un vehículo eléctrico o un vehículo eléctrico híbrido, y la unidad de conversión de alimentación 220 puede ser un inversor capaz de realizar una conversión de alimentación bidireccional.

El sistema de control 210 es un sistema informático que controla el funcionamiento global del dispositivo de carga 200. Particularmente, el sistema de control 210 puede controlar la carga y descarga de la batería LFP B utilizando el parámetro de emisión de la batería LFP B proporcionado por la unidad de control 140.

La unidad de conversión de alimentación 220 transmite la emisión de descarga de la batería LFP B a la carga 230. En esta ocasión, la unidad de conversión de alimentación 220 puede ajustar el alcance de la conversión de alimentación según el control del sistema de control 210 de modo que la batería LFP B pueda descargarse en el intervalo del parámetro de emisión.

Por el contrario, la unidad de conversión de alimentación 220 puede transmitir la emisión de carga suministrada desde el cargador 240 a la batería LFP B. En esta ocasión, la unidad de conversión de alimentación 220 puede ajustar el alcance de la conversión de alimentación según el control del sistema de control 210 de modo que la batería LFP B pueda cargarse en el intervalo del parámetro de emisión.

El aparato 100 de acuerdo con la presente divulgación puede incluir, además, una unidad de memoria 150. La unidad de memoria 150 no está limitada a un tipo particular de medio de almacenamiento cuando pueda grabar y borrar información. Por ejemplo, la unidad de memoria 150 puede incluir una RAM, una ROM, un registro, un disco duro, un medio de grabación óptica o un medio de grabación magnética.

La unidad de memoria 150 puede estar conectada eléctricamente a la unidad de control 140 a través de, por ejemplo, un bus de datos, para permitir que la unidad de control 140 acceda a ella.

Adicionalmente, la unidad de memoria 150 almacena y/o actualiza y/o borra y/o transmite programas que incluyen diversos tipos de lógicas de control ejecutadas por la unidad de control 140 y/o datos creados cuando se ejecuta la lógica de control.

La unidad de memoria 150 puede estar dividida lógicamente en dos o más y puede incluirse en la unidad de control 140 sin limitaciones.

La unidad de medición de tensión 110 está acoplada eléctricamente con la unidad de control 140 para transmitir y recibir señales eléctricas. La unidad de medición de tensión 110 mide la tensión aplicada entre el electrodo positivo y el electrodo negativo de la batería LFP B en un intervalo de tiempo según el control de la unidad de control 140 y emite un valor de tensión indicativo de la tensión medida a la unidad de control 140. La unidad de control 140 almacena el valor de tensión emitido desde la unidad de medición de tensión 110 en la unidad de memoria 150. Por ejemplo, la unidad de medición de tensión 110 puede incluir un sensor de tensión de uso común en la técnica.

La unidad de medición de corriente 120 está acoplada eléctricamente con la unidad de control 140 para transmitir y recibir señales eléctricas. La unidad de medición de corriente 120 mide la corriente que fluye a través de la batería LFP B en un intervalo de tiempo según el control de la unidad de control 140 y emite un valor de corriente indicativo de la corriente medida a la unidad de control 140. La unidad de control 140 almacena el valor de corriente emitido desde la unidad de medición de corriente 120 en la unidad de memoria 150. Por ejemplo, la unidad de medición de corriente 120 puede incluir un sensor Hall o una resistencia de detección de uso común en la técnica.

La unidad de medición de temperatura 130 está acoplada eléctricamente con la unidad de control 140 para transmitir y recibir señales eléctricas. La unidad de medición de temperatura 130 mide la temperatura de la batería LFP B en un intervalo de tiempo y emite un valor de temperatura indicativo de la temperatura medida a la unidad de control 140. La unidad de control 140 almacena el valor de temperatura emitido desde la unidad de medición de temperatura 130 en la unidad de memoria 150. Por ejemplo, la unidad de medición de temperatura 130 puede incluir un termopar de uso común en la técnica.

Al menos una de la unidad de medición de tensión 110, la unidad de medición de corriente 120 y la unidad de medición de temperatura 130 puede implementarse de manera que incluyan un ADC. En este punto, el ADC (por sus siglas en inglés) se refiere a un conversor analógico-digital conocido.

5 El aparato 100 de acuerdo con la presente divulgación puede incluir, además, una interfaz de comunicación 160. La interfaz de comunicación 160 es un elemento esencial necesario para que la unidad de control 140 establezca comunicación con el sistema de control 210 incluido en el dispositivo de carga 200.

10 La interfaz de comunicación 160 incluye cualquier interfaz de comunicación conocida que admita la comunicación entre dos sistemas diferentes. La interfaz de comunicación puede admitir comunicación por cable o inalámbrica. Preferentemente, la interfaz de comunicación puede admitir comunicación de red de área de controlador (CAN, por sus siglas en inglés) o comunicación en cadena margarita.

15 La unidad de control 140 puede determinar el SOC de la batería LFP B selectivamente utilizando al menos uno de los valores de tensión de la batería LFP B emitido por la unidad de medición de tensión 110 y el valor de corriente de la batería LFP B emitido por la unidad de medición de corriente 120 y el valor de temperatura de la batería LFP B emitido por la unidad de medición de temperatura 130.

20 Por ejemplo, el SOC de la batería LFP B puede ser un valor determinado utilizando el método de recuento de amperios. Dicho de otro modo, la unidad de control 140 puede no solo supervisar continuamente el SOC de la batería LFP B, sino también actualizar el SOC determinado más reciente utilizando el SOC determinado en el momento actual, basándose en los resultados de la integración del valor de corriente medido periódicamente a través de la unidad de medición de corriente 120 a lo largo del tiempo. En el caso de usar el método de recuento de amperios, el valor de temperatura de la batería LFP B puede utilizarse para corregir la cantidad de corriente integrada.

25 La unidad de control 140 supervisa el valor de tensión emitido secuencialmente por la unidad de medición de tensión 110 y el valor de corriente emitido secuencialmente por la unidad de medición de corriente 120. En esta ocasión, el tiempo de medición de tensión por la unidad de medición de tensión 110 y el tiempo de medición de corriente por la unidad de medición de corriente 120 pueden sincronizarse entre sí. Opcionalmente, el tiempo de medición de temperatura por la unidad de medición de temperatura 130 puede sincronizarse también con el tiempo de medición de tensión por la unidad de medición de tensión 110 o el tiempo de medición de corriente por la unidad de medición de corriente 120. Adicionalmente, la unidad de control 140 puede almacenar, en la unidad de memoria 150, un número predefinido de valores de tensión y un número predefinido de valores de corriente emitidos respectivamente desde la unidad de medición de tensión 110 y la unidad de medición de corriente 120 para un período predefinido en el pasado desde el tiempo presente.

30 La unidad de control 140 puede funcionar al menos en modo normal y en modo de calibración. El modo normal indica un modo en el que se realiza una operación de determinación del SOC de la batería LFP B mediante la técnica de recuento de amperios descrita anteriormente. En cambio, el modo de calibración indica un modo en el que se realiza una operación de calibración del SOC determinado en el modo normal. Es decir, la unidad de control 140 puede funcionar en modo normal y, cuando se cumpla una condición predefinida, cambiar al modo de calibración, o puede funcionar en modo de calibración y, cuando se cumpla una condición predefinida, cambiar al modo normal. En esta ocasión, es evidente para los expertos en la materia que la condición requerida para un cambio del modo normal al modo de calibración y la condición requerida para un cambio del modo de calibración al modo normal pueden ser diferentes entre sí.

35 Las figuras 3 y 4 son diagramas de flujo que muestran un método para calibrar el SOC realizado por el aparato de gestión de baterías 100 de acuerdo con una realización de la presente divulgación, y la figura 5 es un gráfico que muestra una curva de resistencia interna en función de la temperatura de la batería LFP. Adicionalmente, las etapas mostradas en la figura 3 y las etapas mostradas en la figura 4 pueden realizarse al menos una vez cada ciclo preestablecido. Asimismo, las tres curvas de resistencia interna diferentes mostradas en la figura 5 se obtienen mediante experimentos anteriores en los que la batería LFP B se carga con una corriente constante que tiene un nivel predefinido desde el tiempo en el que el SOC es 0 hasta el tiempo en el que el SOC es 1 mientras se mantiene la temperatura de la batería LFP B a 0 °C, 25 °C y 45 °C, respectivamente.

En primer lugar, la figura 3 muestra las etapas relacionadas con un proceso en modo normal.

40 Haciendo referencia a la figura 3, en S310, la unidad de control 140 entra en modo normal para iniciar un índice de recuento k. Por ejemplo, la unidad de control 140 puede iniciar el índice de recuento al asignar 1 al índice de recuento k. En esta ocasión, el índice de recuento es un factor para contar cuántas veces la unidad de control 140 ha recibido valores de medición desde al menos una de la unidad de medición de tensión 110, la unidad de medición de corriente 120 y la unidad de medición de temperatura 130.

65 En S320, en respuesta a la solicitud procedente de la unidad de control 140, la unidad de medición de tensión 110 mide la tensión de la batería LFP B y emite un valor de tensión indicativo de la tensión medida a la unidad de control

140. Es decir, la unidad de control 140 recibe el valor de tensión desde la unidad de medición de tensión 110.

En S330, en respuesta a la solicitud procedente de la unidad de control 140, la unidad de medición de corriente 120 mide la corriente de la batería LFP B y emite un valor de corriente indicativo de la corriente medida a la unidad de control 140. Es decir, la unidad de control 140 recibe el valor de corriente desde la unidad de medición de corriente 120.

En S340, en respuesta a la solicitud procedente de la unidad de control 140, la unidad de medición de temperatura 130 mide la temperatura de la batería LFP B y emite un valor de temperatura indicativo de la temperatura medida a la unidad de control 140. Es decir, la unidad de control 140 recibe el valor de temperatura desde la unidad de medición de temperatura 130.

Si bien la figura 3 muestra S320, S330 y S340 realizadas en orden secuencial, el orden de estas etapas no se limita al orden mostrado en la figura 3, y S320, S330 y S340 se pueden realizar simultáneamente. Es decir, el tiempo de medición de tensión por la unidad de medición de tensión 110 puede sincronizarse con el tiempo de medición de corriente por la unidad de medición de corriente 120 y el tiempo de medición de temperatura por la unidad de medición de temperatura 130.

La unidad de control 140 puede recibir cada uno del valor de tensión, el valor de corriente y el valor de temperatura de la batería LFP B simultánea o secuencialmente mediante S320, S330 y S340, y almacenarlos individualmente en la unidad de memoria 150.

En S350, la unidad de control 140 puede determinar el SOC actual de la batería LFP B basándose en al menos uno del valor de tensión y el valor de corriente de la batería LFP B. En esta ocasión, el valor de temperatura de la batería LFP B puede considerarse, opcionalmente, al determinar el SOC actual de la batería LFP B. Preferentemente, la unidad de control 140 puede actualizar el SOC determinado más reciente utilizando el método de integración de corriente basándose en el valor de corriente de la batería LFP B recibido mediante S330. La unidad de control 140 puede transmitir una señal que notifique el SOC actual determinado mediante S350 al dispositivo de carga 200 a través de la unidad de interfaz 160.

En S360, la unidad de control 140 cuenta el índice de recuento k. Es decir, la unidad de control 140 aumenta el índice de recuento k en un valor predefinido (p. ej., 1). Si bien la figura 3 muestra que S350 precede a S360, S360 puede realizarse antes o simultáneamente con S350.

En S370, la unidad de control 140 determina si el índice de recuento k es igual a un número preestablecido  $k_{ref}$  (p. ej., 3). Si el resultado de determinación de S370 es "Sí", el proceso pasa a S380. Si el resultado de determinación de S370 es "No", el proceso puede pasar a S320 o S330.

En S380, la unidad de control 140 puede determinar si se cumple una primera condición de cambio preestablecida. En este punto, la primera condición de cambio puede ser una condición preestablecida para un cambio del modo normal al modo de calibración. De acuerdo con una realización, la primera condición de cambio es que el SOC determinado mediante S350 alcance un SOC umbral preestablecido. Es decir, la unidad de control 140 puede determinar si mantener el funcionamiento en modo normal o cambiar del modo normal al modo de calibración al comparar el SOC determinado mediante S350 con el SOC umbral. En esta ocasión, un valor designado como SOC umbral puede almacenarse previamente en la unidad de memoria 150.

Si el resultado de determinación de S380 es "No", la unidad de control 140 pasa a S390. Si el resultado de determinación de S380 es "Sí", la unidad de control 140 puede pasar a S410.

En S390, la unidad de control 140 determina si la condición de funcionamiento de la batería LFP B es una condición de llave de encendido en la posición apagada. En este punto, la condición de llave de encendido en la posición apagada se refiere a un caso en el que la batería B ha dejado de cargarse o descargarse. La unidad de control 140 puede determinar si la batería LFP B se encuentra actualmente en una condición de llave de encendido en la posición apagada basándose en la condición de conexión de un componente de conmutador que controla la conexión entre la batería LFP B y el dispositivo de carga 200.

Si el resultado de determinación de S390 es "No", la unidad de control 140 puede regresar a S320. Si el resultado de determinación de S390 es "Sí", la unidad de control 140 puede interrumpir el proceso.

Haciendo referencia a la figura 4, en S410, la unidad de control 140 calcula un valor de tensión promedio. En esta ocasión, el valor de tensión promedio puede ser un promedio de los valores de tensión recibidos desde la unidad de medición de tensión 110 para un primer tiempo predefinido (p. ej., un valor especificado que es igual o superior a 1 segundo e igual o inferior a 2 segundos).

En S420, la unidad de control 140 calcula un valor de corriente promedio. En esta ocasión, el valor de corriente promedio puede ser un promedio de los valores de corriente recibidos desde la unidad de medición de corriente 120

para el primer tiempo. Si bien la figura 4 muestra que S410 precede a S420, S420 de las dos etapas puede preceder a S410.

En esta ocasión, el número de valores de tensión y el número de valores de corriente considerados en el valor de tensión promedio y el valor de corriente promedio, respectivamente, puede ser igual o superior al número preestablecido  $k_{ref}$  en S370. Adicionalmente, el primer tiempo es un valor preestablecido para filtrar ruidos tales como fluctuaciones momentáneas de tensión y corriente de la batería LFP B.

En S430, la unidad de control 140 puede calcular un valor de resistencia interna promedio de la batería LFP B basándose en el valor de tensión promedio calculado mediante S410 y el valor de corriente promedio calculado mediante S420. En esta ocasión, el valor de resistencia interna promedio puede representar un valor de resistencia interna de la batería LFP B que aparece para el primer tiempo.

Preferentemente, la unidad de control 140 puede calcular el valor de resistencia interna promedio de la batería LFP B utilizando la siguiente Ecuación 1:

$$\text{<Ecuación 1>} \\ R_{promed} = \frac{V_{promed} - OCV_{ref}}{I_{promed}}$$

En la Ecuación 1,  $V_{promed}$  es el valor de tensión promedio,  $I_{promed}$  es el valor de corriente promedio,  $OCV_{ref}$  es un valor de tensión de circuito abierto (OCV) de referencia preestablecido y  $R_{promed}$  indica el valor de resistencia interna promedio. En esta ocasión, el valor OCV de referencia  $OCV_{ref}$  de la Ecuación 1 es un valor que representa una OCV de la batería LFP B cuando el SOC de la batería LFP B es igual a un SOC de referencia. Adicionalmente, el SOC de referencia es un valor que representa la capacidad restante en una proporción predefinida (p. ej., 99 %) con respecto a la capacidad de diseño de la batería LFP B. En esta ocasión, el SOC de referencia se establece preferentemente para ser inferior al 100 %. El SOC umbral descrito anteriormente puede ser un valor que se preestablece para ser inferior al SOC de referencia. El valor OCV de referencia puede preestablecerse mediante experimentos anteriores y almacenarse previamente en la unidad de memoria 150.

De acuerdo con las circunstancias, solo cuando el valor de resistencia interna promedio  $R_{promed}$  calculado utilizando la Ecuación 1 es un número positivo, la unidad de control 140 puede realizar el proceso posterior a S440 descrito a continuación y, en cambio, cuando el valor de resistencia interna promedio  $R_{promed}$  calculado utilizando la Ecuación 1 es 0 o un número negativo, la unidad de control 140 puede aplazar el proceso posterior a S440.

En S440, la unidad de control 140 puede seleccionar un valor de resistencia de referencia correspondiente a la temperatura actual de la batería LFP B. En relación con esto, una tabla de consulta en forma de tal como la siguiente Tabla 1 puede almacenarse previamente en la unidad de memoria 150.

[Tabla 1]

Valor de temperatura (°C)	Valor de resistencia de referencia (Ω)
-20	0,020
-10	0,0075
0	0,0028
25	0,0014

Haciendo referencia a la Tabla 1 junto con la figura 5, la tabla de consulta puede incluir dos o más áreas de almacenamiento, teniendo cada una un valor de temperatura de referencia y un valor de resistencia de referencia asociados entre sí. Por ejemplo, la tabla de consulta puede incluir una primera área de almacenamiento y una segunda área de almacenamiento. Un primer valor de temperatura de referencia y un primer valor de resistencia de referencia asociados al primer valor de temperatura de referencia pueden registrarse en la primera área de almacenamiento, y un segundo valor de temperatura de referencia y un segundo valor de resistencia de referencia asociados al segundo valor de temperatura de referencia pueden registrarse en la segunda área de almacenamiento. Si el segundo valor de temperatura de referencia es superior al primer valor de temperatura de referencia, el primer valor de resistencia de referencia puede ser superior al segundo valor de resistencia de referencia. Esto se debe a que los resultados experimentales se reflejan en el hecho de que, si bien el SOC es el mismo, el valor de resistencia de la resistencia interna se reduce gradualmente con el aumento de la temperatura de la batería LFP B como se muestra en la figura 5.

Tomando un ejemplo de determinación del valor de resistencia de referencia a partir de la tabla de consulta tal como la Tabla 1, cuando la temperatura de la batería LFP B medida mediante S340 es 1 °C, la unidad de control 140 puede seleccionar 0 °C más cercano a la temperatura de 1 °C medida por la unidad de medición de temperatura 130 a partir de los valores de temperatura registrados en la tabla de consulta y seleccionar el valor de resistencia de referencia de

0,0028 Q conectado con el 0 °C seleccionado.

Paralelamente, si bien la tabla de consulta de la Tabla 1 muestra que cuatro valores de temperatura están asociados cada uno a cuatro valores de resistencia de referencia diferentes y registrados en áreas de almacenamiento diferentes, la tabla de consulta puede segmentarse en un número superior o inferior de áreas de almacenamiento.

Adicionalmente, cuando un valor de temperatura correspondiente a la temperatura actual de la batería LFP B no está registrado en la tabla de consulta, la unidad de control 140 puede calcular un valor de resistencia de referencia correspondiente a la temperatura actual de la batería LFP B mediante diversos métodos. Por ejemplo, la unidad de control 140 puede determinar un valor de temperatura no registrado en la tabla de consulta a partir de dos valores de temperatura diferentes registrados en la tabla de consulta utilizando un método de interpolación. De manera similar, la unidad de control 140 también puede determinar un valor de resistencia de referencia no registrado en la tabla de consulta a partir de dos valores de resistencia de referencia diferentes registrados en la tabla de consulta utilizando un método de interpolación.

En S450, la unidad de control 140 determina si el valor de resistencia interna promedio alcanzó el valor de resistencia de referencia al comparar el valor de resistencia interna promedio calculado mediante S430 con el valor de resistencia de referencia seleccionado mediante S440. Dicho de otro modo, la unidad de control 140 determina si el valor de resistencia interna promedio es igual o superior al valor de resistencia de referencia.

Si el resultado de determinación de S450 es "SÍ", la unidad de control 140 pasa a S460. Si el resultado de determinación de S450 es "NO", la unidad de control 140 puede pasar a S470.

En S460, la unidad de control 140 calibra el SOC actual utilizando el SOC de referencia. Es decir, la unidad de control 140 actualiza el SOC actual de modo que el SOC actual tenga el mismo valor que el SOC de referencia. Mediante esto, se puede eliminar el error de medición de corriente acumulado que se produce inevitablemente en el método de integración de corriente.

En S470, la unidad de control 140 puede determinar si se cumple una segunda condición de cambio preestablecida. En este punto, la segunda condición de cambio puede ser una condición preestablecida para un cambio del modo de calibración al modo normal. De acuerdo con una realización, la segunda condición de cambio puede ser que la carga de la batería LFP B finalice y/o un segundo tiempo predefinido (p. ej., 60 segundos) transcurridos desde el tiempo en que S460 finalice.

Si el resultado de determinación de S470 es "NO", la unidad de control 140 pasa a S410. Si el resultado de determinación de S470 es "SÍ", la unidad de control 140 puede cancelar el modo de calibración y pasar a S390.

Paralelamente, cuando una diferencia entre el SOC actual determinado mediante S350 y el SOC de referencia es superior a un valor de diferencia de referencia preestablecido, la unidad de control 140 puede emitir una señal de error. Específicamente, un valor obtenido al restar el SOC actual del SOC de referencia es superior a un valor de diferencia de referencia, la unidad de control 140 puede determinar que se ha producido un error en la unidad de medición de corriente 120 y emitir la señal de error que notifica que es necesario sustituir la unidad de medición de corriente 120. La señal de error emitida desde la unidad de control 140 puede transmitirse al dispositivo de carga 200 a través de la unidad de interfaz 160.

Las figuras 6 y 7 muestran gráficos para usar como referencia en la explicación de una diferencia entre usar y no usar el valor de tensión de circuito abierto de referencia al calcular el valor de resistencia de la resistencia interna de la batería LFP. Los gráficos mostrados en las figuras 6 y 7 se han obtenido mediante experimentos anteriores realizados mientras se mantiene la temperatura de la batería LFP B a 25 °C y el SOC de referencia se establece en 99 %. Específicamente, (a) de la figura 6 es un gráfico que muestra una curva de tensión de la batería LFP B a lo largo del tiempo y (b) de la figura 6 es un gráfico que muestra una curva de corriente de la batería LFP B a lo largo del tiempo. Adicionalmente, (a) de la figura 7 es un gráfico que muestra una primera curva de resistencia interna para  $R_{promed}$  calculada por el aparato 100 mientras la tensión y la corriente de la batería LFP B siguen la curva de tensión y la curva de corriente mostradas en la figura 6, y (b) de la figura 7 es un gráfico que muestra una segunda curva de resistencia interna para  $R_{promed}$  calculada por el aparato 100 mientras la tensión y la corriente de la batería LFP B siguen la curva de tensión y la curva de corriente mostradas en la figura 6. En este punto, la primera curva de resistencia interna en (a) de la figura 7 aparece cuando el valor OCV de referencia se asigna a  $OCV_{ref}$  de la Ecuación 1 y la segunda curva de resistencia interna en (b) de la figura 7 aparece cuando, en lugar del valor OCV de referencia, se asignan 0 voltios a  $OCV_{ref}$  de la Ecuación 1.

En primer lugar, al observar el gráfico mostrado en (a) de la figura 7, la primera curva de resistencia interna tiene el valor de resistencia de 0  $\Omega$  o inferior durante la mayor parte del tiempo, aumenta rápidamente cerca de los 6200 segundos y alcanza el valor de resistencia de referencia 0,0014  $\Omega$  correspondiente a 25 °C a los 6217 segundos. Por consiguiente, la unidad de control 140 puede calibrar el SOC de la batería LFP B al 99 % en el punto temporal  $P_{cali}$  correspondiente a 6217 segundos en el gráfico en (a) de la figura 7.



A continuación, a diferencia de la primera curva de resistencia interna, la segunda curva de resistencia interna del gráfico mostrado en (b) de la figura 7 no muestra un aumento rápido cerca de los 6200 segundos. Esto se debe a que  $OCV_{ref}$  de la Ecuación 1 desempeña un papel tal como una especie de filtro de ruido. Es decir, si  $I_{promed}$  es un número positivo, en presencia del valor OCV de referencia  $OCV_{ref}$  asignado en la Ecuación 1, cuando  $V_{promed}$  igual o inferior a  $OCV_{ref}$  se introduce en la Ecuación 1,  $R_{promed}$  es 0 o un número negativo y, en otros casos,  $R_{promed}$  es un número positivo. Por consiguiente, la unidad de control 140 puede calibrar el SOC de la batería LFP B mientras  $R_{promed}$  de la Ecuación 1 se calcula para ser un número positivo. En contraposición, según el supuesto de que  $I_{promed}$  es un número positivo, cuando se asignan 0 voltios a  $OCV_{ref}$  de la Ecuación 1, el símbolo de  $R_{promed}$  solo depende de  $V_{promed}$ , lo que dificulta la selección precisa de un punto para realizar la calibración de SOC de la batería LFP B.

Al describir diversas realizaciones de la presente divulgación, puede entenderse que los componentes designados por "~ unidad" son elementos que se clasifican funcionalmente y no físicamente. Por consiguiente, cada componente puede combinarse selectivamente con otro componente o puede dividirse en subcomponentes para una ejecución eficiente de la lógica o lógicas de control. Sin embargo, es evidente para los expertos en la materia que, aunque los componentes se combinen o dividan, si se reconoce que las funciones son las mismas, se debe interpretar que los componentes combinados o divididos están dentro del alcance de la presente divulgación.

Si bien la presente divulgación se ha descrito anteriormente con respecto a un número limitado de realizaciones y dibujos, la presente divulgación no está limitada a la misma y debería entenderse que los expertos en la materia pueden realizar diversas modificaciones y cambios dentro de los aspectos técnicos de la invención y el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

# REIVINDICACIONES

1. Un aparato de gestión de baterías para calibrar un estado de carga (SOC) de una batería de fosfato de hierro y litio (LFP), comprendiendo el aparato de gestión de baterías:

una unidad de medición de tensión (110) configurada para medir una tensión de la batería LFP y emitir un valor de tensión indicativo de la tensión medida;  
una unidad de medición de corriente (120) configurada para medir una corriente de la batería LFP y emitir un valor de corriente indicativo de la corriente medida; y  
una unidad de control (140) configurada para recibir individualmente el valor de tensión y el valor de corriente y determinar el SOC de la batería LFP basándose en los resultados de la integración del valor de corriente a lo largo del tiempo,  
**caracterizado por que** la unidad de control (140) está configurada para entrar en un modo de calibración cuando el SOC determinado alcanza un SOC umbral preestablecido inferior a un SOC de referencia preestablecido, y mientras la unidad de control (140) funciona en el modo de calibración, la unidad de control (140) está configurada, además, para:

calcular un valor de tensión promedio de los valores de tensión recibidos desde la unidad de medición de tensión (110) para un tiempo predefinido,  
calcular un valor de corriente promedio de los valores de corriente recibidos desde la unidad de medición de corriente (120) para el tiempo predefinido,  
calcular un valor de resistencia interna promedio de la batería LFP para el tiempo predefinido basándose en el valor de tensión promedio y el valor de corriente promedio,  
determinar si el valor de resistencia interna promedio es igual o superior a un valor de resistencia de referencia preestablecido, y  
cuando el valor de resistencia interna promedio es igual o superior al valor de resistencia de referencia, calibrar el SOC determinado con el SOC de referencia preestablecido,  
en donde la unidad de control (140) está configurada para calcular el valor de resistencia interna promedio utilizando la siguiente Ecuación 1:

$$\text{<Ecuación 1>} \\ R_{\text{promed}} = \frac{V_{\text{promed}} - \text{OCV}_{\text{ref}}}{I_{\text{promed}}}$$

en la que, en la Ecuación 1,  $V_{\text{promed}}$  es el valor de tensión promedio,  $I_{\text{promed}}$  es el valor de corriente promedio,  $\text{OCV}_{\text{ref}}$  es un valor de tensión de circuito abierto (OCV) de referencia preestablecido,  $R_{\text{promed}}$  es el valor de resistencia interna promedio, y  
el valor OCV de referencia es un valor indicativo de una OCV de la batería LFP cuando el SOC de la batería LFP es igual al SOC de referencia.

2. El aparato de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además:

una unidad de medición de temperatura (130) configurada para medir una temperatura de la batería LFP y emitir un valor de temperatura indicativo de la temperatura medida,  
en donde la unidad de control (140) está configurada para determinar el SOC de la batería LFP basándose, además, en el valor de temperatura emitido por la unidad de medición de temperatura.

3. El aparato de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende, además:

una unidad de memoria (150) configurada para almacenar una tabla de consulta que define una relación de correspondencia entre los valores de temperatura de referencia preestablecidos y los valores de resistencia de referencia.

4. El aparato de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la tabla de consulta incluye:

una primera área de almacenamiento en la que se registran un primer valor de temperatura de referencia y un primer valor de resistencia de referencia asociado al primer valor de temperatura de referencia; y  
una segunda área de almacenamiento en la que se registran un segundo valor de temperatura de referencia superior al primer valor de temperatura de referencia y un valor de resistencia de referencia asociado al segundo valor de temperatura de referencia, y  
el primer valor de resistencia de referencia es superior al segundo valor de resistencia de referencia.

5. El aparato de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la unidad de control está configurada para:

seleccionar un valor de temperatura de referencia cualquiera registrado en la tabla de consulta basándose en el valor de temperatura recibido desde la unidad de medición de temperatura para el tiempo predefinido, seleccionar un valor de resistencia de referencia correspondiente al valor de temperatura de referencia seleccionado a partir de la tabla de consulta, y

cuando el valor de resistencia interna promedio es igual o superior al valor de resistencia de referencia seleccionado, calibrar el SOC determinado con el SOC de referencia.

6. El aparato de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el valor de resistencia de referencia es un valor indicativo de una resistencia interna de la batería LFP cuando el SOC de la batería LFP es igual al SOC de referencia.

7. El aparato de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el tiempo predefinido es un valor especificado igual o superior a 1 segundo e igual o inferior a 2 segundos, y el SOC de referencia es un valor que indica que una capacidad restante de la batería LFP es 99 % de la capacidad de diseño.

8. Un paquete de baterías que comprende el aparato de gestión de baterías de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7.

9. Un método para calibrar un estado de carga (SOC) de una batería de fosfato de hierro y litio (LFP), que comprende:

recibir (S320) un valor de tensión indicativo de una tensión de la batería LFP;  
recibir (S330) un valor de corriente indicativo de una corriente de la batería LFP;  
determinar (S350) el SOC de la batería LFP basándose en los resultados de la integración del valor de corriente a lo largo del tiempo;  
entrar (S410-S470) en un modo de calibración cuando el SOC determinado alcanza un SOC umbral preestablecido inferior a un SOC de referencia preestablecido;  
calcular (S410), en el modo de calibración, un valor de tensión promedio de los valores de tensión recibidos para un tiempo predefinido;  
calcular (S420), en el modo de calibración, un valor de corriente promedio de los valores de corriente recibidos para el tiempo predefinido;  
calcular (S430), en el modo de calibración, un valor de resistencia interna promedio de la batería LFP para el tiempo predefinido basándose en el valor de tensión promedio y el valor de corriente promedio;  
determinar (S450), en el modo de calibración, si el valor de resistencia interna promedio es igual o superior a un valor de resistencia de referencia preestablecido; y  
cuando el valor de resistencia interna promedio es igual o superior al valor de resistencia de referencia, calibrar (S460) el SOC determinado con el SOC de referencia preestablecido, en donde al calcular el valor de resistencia interna promedio se utiliza la siguiente Ecuación 1:

$$\text{<Ecuación 1>} \\ R_{\text{promed}} = \frac{V_{\text{promed}} - \text{OCV}_{\text{ref}}}{I_{\text{promed}}}$$

en la que, en la Ecuación 1,  $V_{\text{promed}}$  es el valor de tensión promedio,  $I_{\text{promed}}$  es el valor de corriente promedio,  $\text{OCV}_{\text{ref}}$  es un valor de tensión de circuito abierto (OCV) de referencia preestablecido,  $R_{\text{promed}}$  es el valor de resistencia interna promedio, y el valor OCV de referencia es un valor indicativo de una OCV de la batería LFP cuando el SOC de la batería LFP es igual al SOC de referencia.

**FIG. 1**

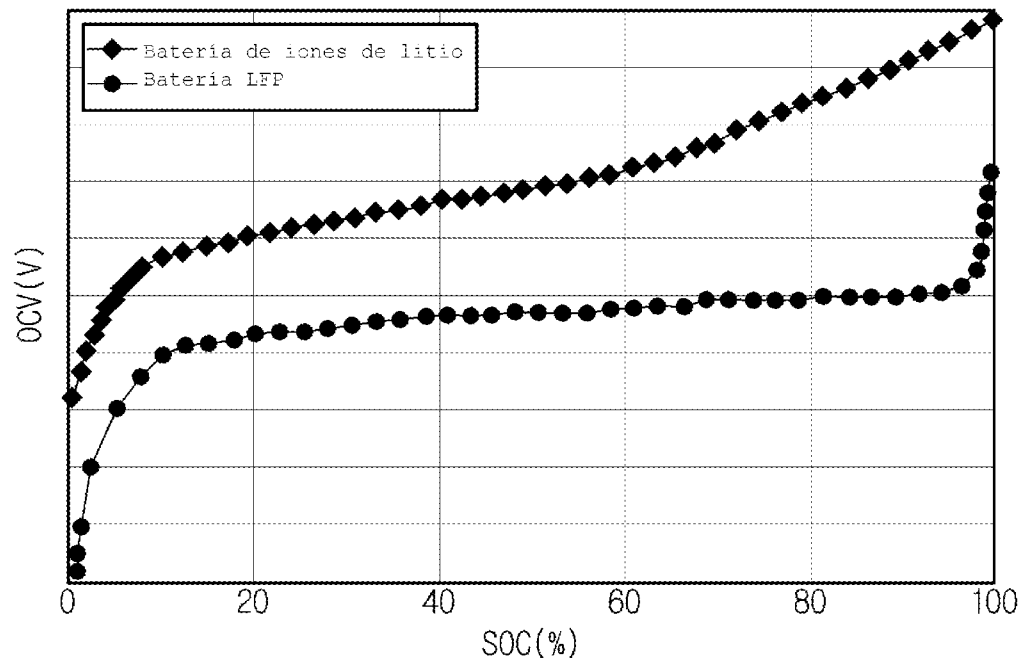
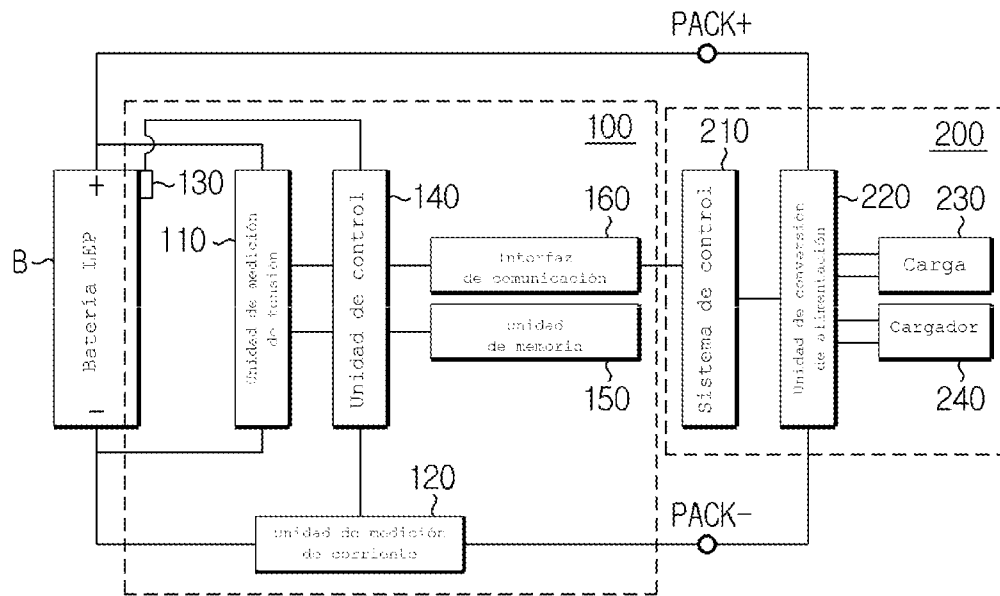
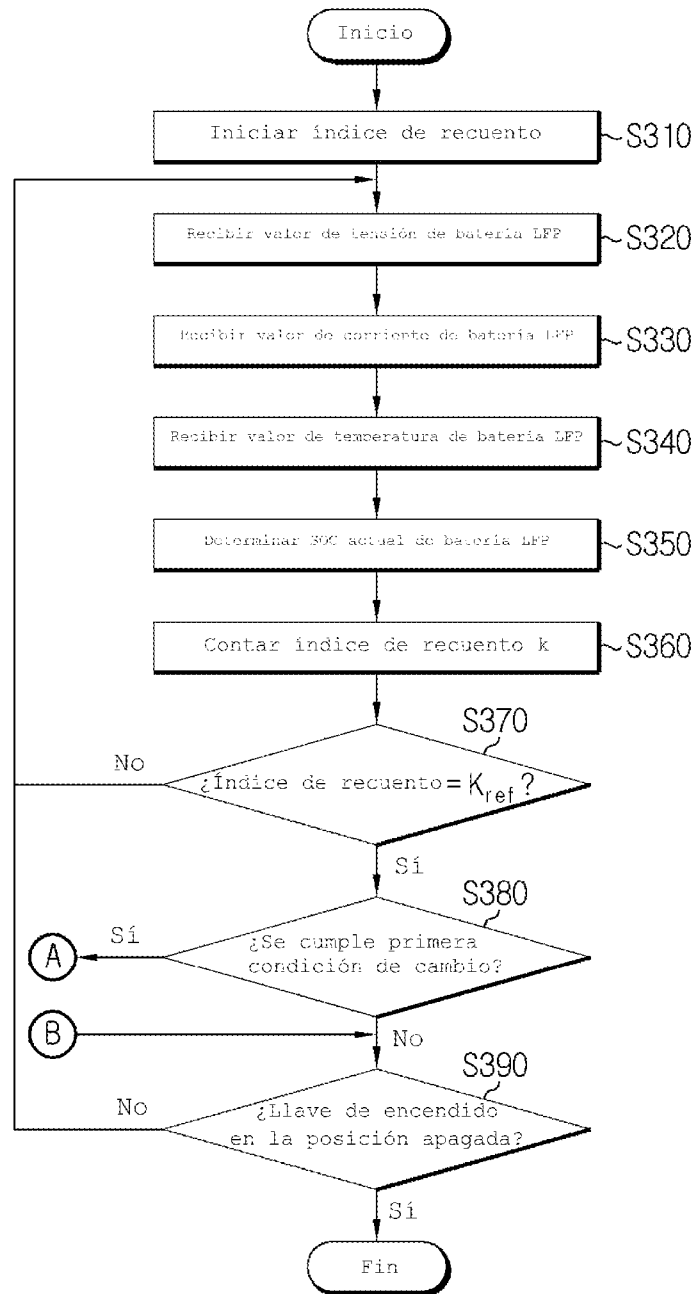


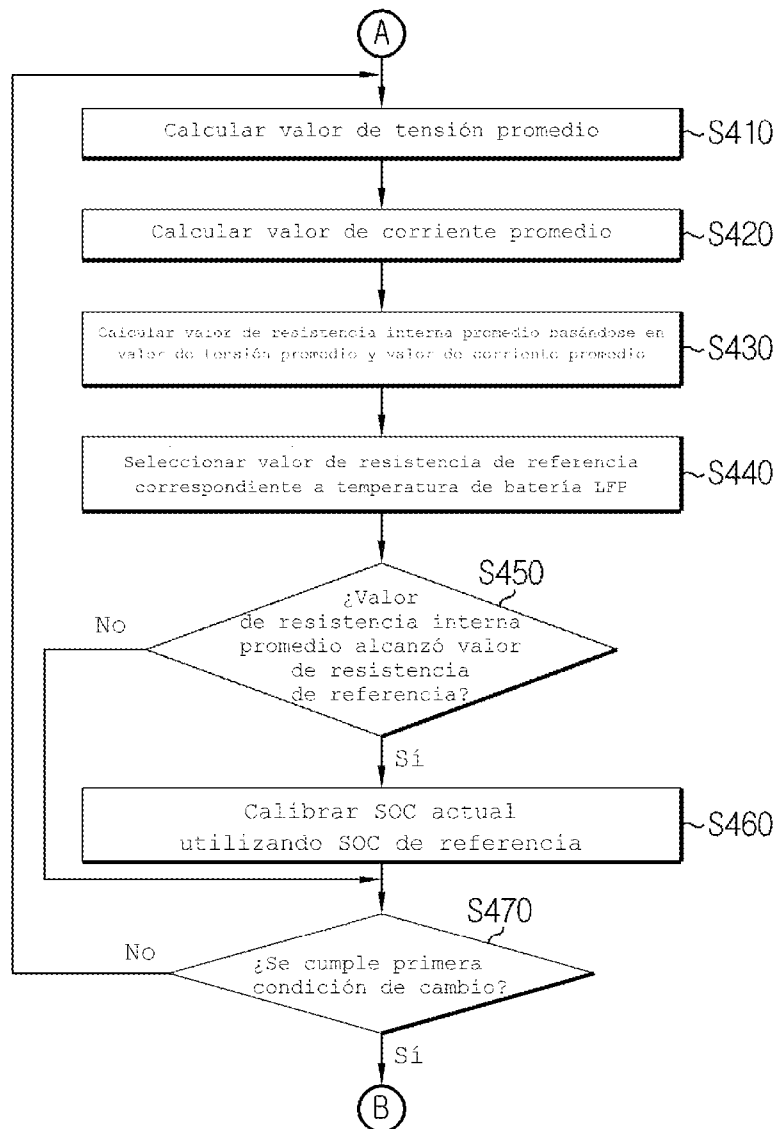
FIG. 2

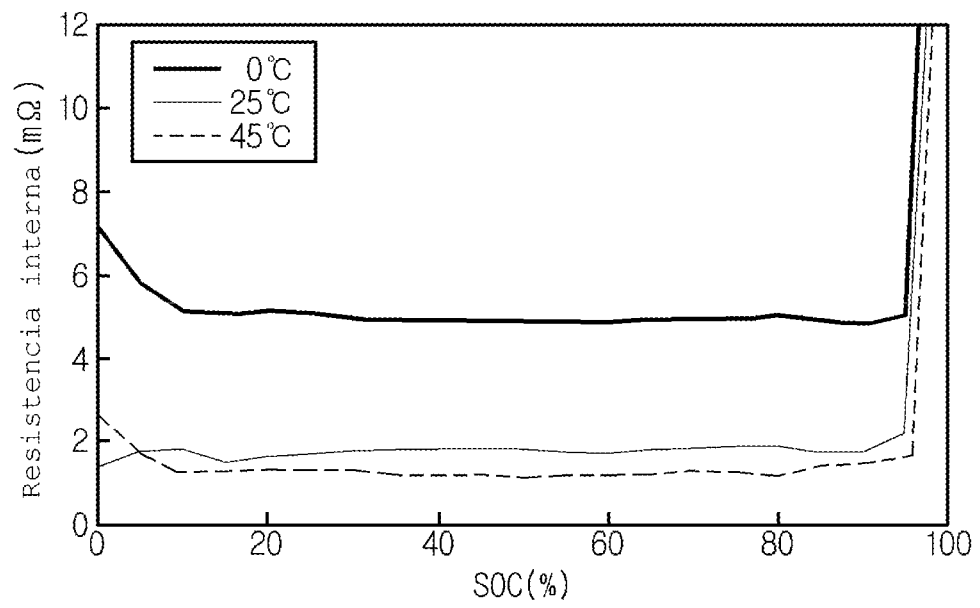


**FIG. 3**



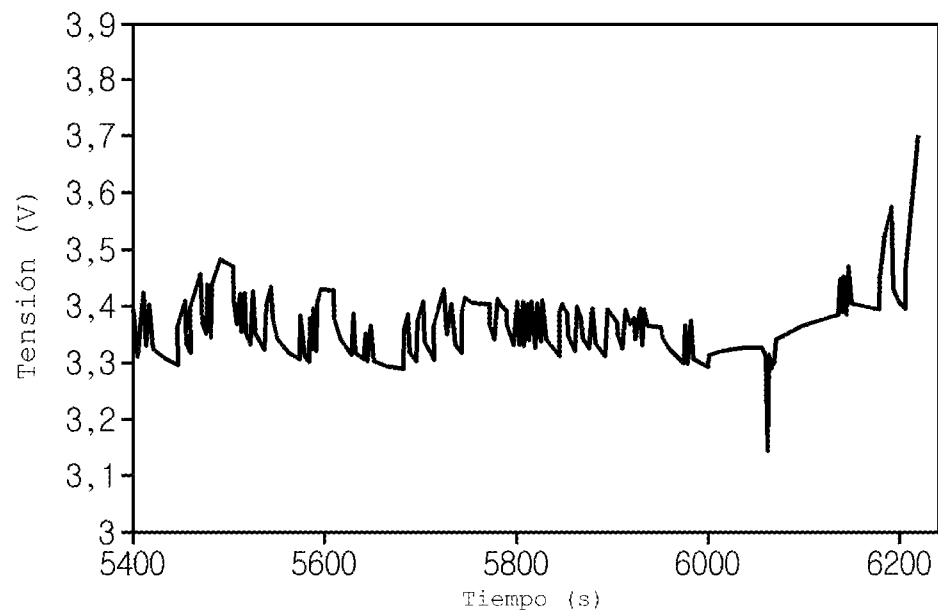
**FIG. 4**



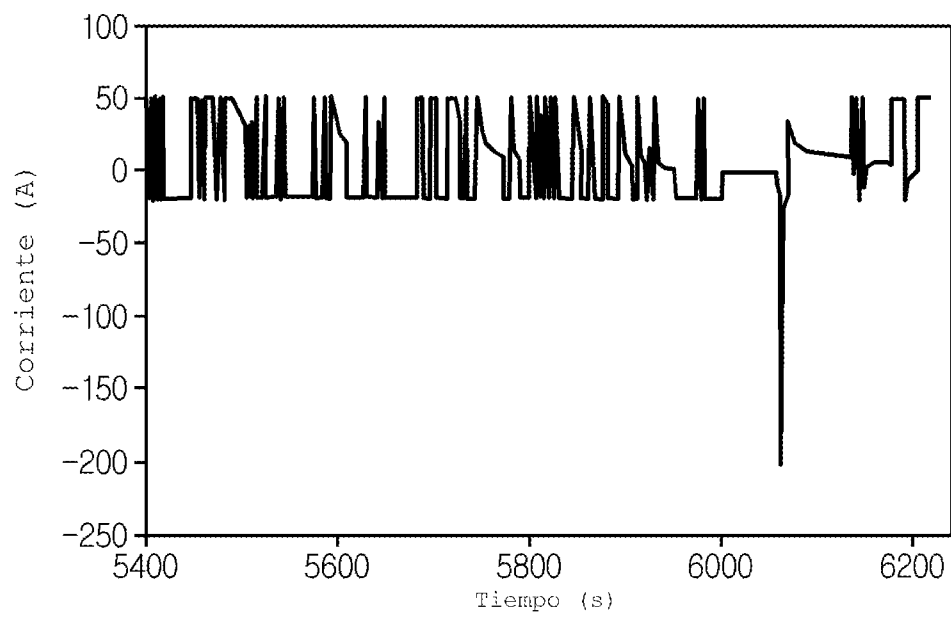
**FIG. 5**



**FIG. 6**



(a)



(b)

**FIG. 7**

