

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 790 422**

51 Int. Cl.:

G01R 31/36 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2014 PCT/EP2014/077397**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015 WO15086753**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2014 E 14820779 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020 EP 3080625**

54 Título: **Procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería**

30 Prioridad:

12.12.2013 FR 1362456

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

27.10.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**GROLLEAU, SÉBASTIEN y
DELAILLE, ARNAUD**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 790 422 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

Procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería

La invención se refiere a un procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería. La invención se refiere también a un sistema de gestión de batería que pone en práctica este procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería.

La gestión de las baterías del estado de la técnica recurre a un indicador representativo del envejecimiento de una batería, a menudo llamado por su denominación anglosajona «State Of Health» para el estado en que se encuentra o más simplemente SOH. Este indicador se expresa usualmente en porcentaje de la capacidad inicial en el estado nuevo de la batería, capacidad medida en este estado inicial o proporcionado por el fabricante de la batería. El SOH es corrientemente utilizado en el diagnóstico de una batería. Su evaluación es importante para un correcto control del funcionamiento de la batería, así como para gestionar mejor su término de vida.

Según una primera proposición, el valor real del SOH se mide poniendo en práctica un ensayo de capacidad, que consiste en una carga y luego una descarga sucesiva completas de la batería, en unas condiciones seleccionadas de temperatura y de corriente. Durante esta descarga, la cantidad de cargas restituida es medida, lo cual permite deducir con ello la capacidad real de la batería, y por consiguiente su SOH. La ventaja de este método es obtener el valor real del SOH, ya que se basa en una medición de la realidad. Sin embargo, sus inconvenientes son que necesita un tiempo importante, consume energía, y necesita una intervención en la batería que es a veces incompatible con su utilización normal, es decir de suministro de energía para la puesta en práctica de una cierta aplicación concreta: la misma necesita entonces una pausa de esta aplicación, para la realización del ensayo de la batería. Por este último motivo, esta primera proposición se considera intrusiva ya que necesita generalmente la detención de la utilización normal de la batería.

Para paliar los inconvenientes de la medición del SOH real, existen otras proposiciones menos intrusivas, que se basan en su estimación. A título de ejemplo, un método usual para estimar el SOH consiste en seguir la evolución de la resistencia de la batería, o por extensión seguir uno o varios parámetros de impedancia de la batería. El desgaste de una batería va acompañado en efecto generalmente de una evolución de estos parámetros. El inconveniente de este método es no medir directamente la pérdida de capacidad de la batería, sino la de estimar a partir de la evolución de un parámetro diferente. Ahora bien, la evolución de las pérdidas de capacidad y de los aumentos de resistencia, o de impedancias, no siguen las leyes generalizables para todas las baterías, ni para todas las condiciones de envejecimiento de las baterías. Así, existen situaciones prácticas para las cuales el aumento de la resistencia de una batería es a veces desdeñable cuando la batería experimenta una pérdida de capacidad importante, y a la inversa. Este método de estimación es por consiguiente insuficientemente fiable, y a menudo complejo pues necesita cálculos complementarios que se basan, por ejemplo, en un aprendizaje previo para tratar de paliar sus fallos.

El documento WO2012/148070 consiste en un procedimiento de estimación del estado en que se encuentra (SOH) una batería, a partir de una primera fase de calibración, que consiste en seleccionar un margen de evolución estable de la tensión en los terminales de una batería en función del tiempo durante su carga.

El documento US20120169288 describe un sistema de gestión de una batería que se basa en la detección de uno o dos picos de variación de la carga de la batería en función de su tensión.

El documento EP2573578 describe un procedimiento de diagnóstico de una batería que se basa en el cálculo de su carga durante su carga/descarga.

Así, un objeto general de la invención es proponer una solución de estimación del SOH de una batería que no comprenda la totalidad o parte de los inconvenientes del estado de la técnica.

Más precisamente, un objeto de la invención es proponer una solución de estimación del SOH de una batería, fiable, rápida, no intrusiva.

A este respecto, la invención se basa en un procedimiento de estimación del estado en que se encuentra (SOH) una batería, caracterizado por que comprende las fases siguientes:

- Primera fase de calibración de una o varias baterías de la misma familia de baterías, que comprende:
 - una etapa de medición de la evolución de la carga en función de la tensión o a la inversa, durante una carga o de una descarga de una batería, para uno o varios valores del estado en que se encuentra la o las batería(s) de las cuales al menos su estado es nuevo, y
 - una etapa de detección de un máximo de la derivada de la carga por la tensión en función de la tensión, o a la inversa, y la determinación de un margen favorable respectivamente de tensión o de carga, correspondiendo el margen favorable a una carga o descarga parcial de una batería que incluye este máximo, y
 - una etapa de determinación de una ley entre una magnitud relacionada con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por una batería en una fase de carga o descarga de la batería en el margen favorable y el estado en que se encuentra la batería, particularmente por interpolación lineal a partir de las mediciones realizadas en el margen favorable, y/o la construcción de un ábaco que asocia un valor del estado

en que se encuentra la batería en una magnitud relacionada con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por la batería, con el fin de determinar los datos de referencia que comprenden informaciones sobre una magnitud relacionada con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por una batería en una fase de carga o de descarga de la batería en el margen favorable y el estado en que se encuentra la batería;

- Segunda fase de medición y de estimación del estado en que se encuentra la batería que comprende las dos etapas siguientes:
 - o una etapa de medición de al menos una magnitud relacionada con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por la batería en una fase de carga o de descarga parcial de la batería en el margen favorable;
 - o una etapa de estimación del estado en que se encuentra la batería a partir del resultado de la etapa de medición y de los datos de referencia establecidos durante la primera fase de calibración.

El margen favorable puede definirse por un margen de tensión estrictamente incluido en el margen de variación total de la tensión en los terminales de la batería en una fase de carga o de descarga total, o el margen favorable puede expresarse como un margen del estado de carga SOC de la batería estrictamente incluida en el margen de variación total del estado de carga de la batería en una fase de carga o de descarga total.

La etapa de estimación del estado en que se encuentra la batería a partir del resultado de la etapa de medición de la segunda fase de medición y de estimación puede comprender una integración en el tiempo de al menos una magnitud o de una combinación de magnitudes relacionada(s) con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por la batería en una fase de carga o de descarga de la batería, particularmente calculada a partir de la tensión, de la corriente y/o de la temperatura de la batería en el margen favorable.

La etapa de medición de la segunda fase de medición y de estimación puede comprender una de las mediciones siguientes:

- la carga o la descarga se realiza a corriente constante I , la etapa de medición comprende la medición del tiempo (t_2-t_1) de la carga o descarga en el margen favorable, para deducir una cantidad de carga Q transmitida o restituida por la batería por la fórmula $Q = I * (t_2-t_1)$; o
- la carga o descarga se realiza a corriente variable $I(t)$, la etapa de medición comprende la medición de la corriente $I(t)$ y la integración de la corriente en el tiempo entre los instantes de inicio t_1 y de final t_2 del margen favorable, para deducir una cantidad de carga Q transmitida o restituida por la batería por la fórmula $Q = \int I dt$; o
- la etapa de medición comprende la medición de la corriente $I(t)$ y de la tensión $U(t)$ y la integración del producto de la corriente por la tensión en el tiempo entre los tiempos de inicio t_1 y de final t_2 del margen favorable, para deducir una cantidad de energía E transmitida o restituida por la batería por la fórmula $E = \int U \cdot I dt$.

La etapa de medición de la segunda fase de medición y de estimación puede comprender al menos una medición de una magnitud relacionada con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por la batería en una fase de carga o de descarga de la batería en un margen favorable cuyos límites son:

- fijos sea cual fuere el envejecimiento de la batería, siendo la variación de la resistencia interna de la batería considerada como desdeñable; o
- fijos sea cual fuere el envejecimiento de la batería, permitiendo los datos de referencia consultados para la estimación del estado de cómo se encuentra la batería en la etapa de estimación, particularmente en forma de ábaco, permitiendo tomar en cuenta una corrección de la variación de resistencia interna de la batería con su envejecimiento;
- variables con el tiempo, calculándose su variación a partir de una estimación o de un cálculo de la resistencia interna de la batería, bien sea a partir de una detección de una variación de un máximo de la derivada de la carga por la tensión en función de la tensión, o a la inversa, con relación a este máximo obtenido en el estado nuevo de la batería, o bien por un cálculo a partir de la impulsión de corriente o por medición de la impedancia.

La fase de calibración puede ser realizada a partir de al menos una batería de la familia de baterías en estado nuevo, y a partir de la misma batería en un estado de envejecimiento.

La fase de calibración puede emplear una carga o descarga en corriente constante y/o temperatura constante y la fase de medición y de estimación del estado en que se encuentra la batería puede utilizar una carga o descarga parcial en el margen favorable a corriente constante y/o temperatura constante, siendo la corriente y la temperatura seleccionadas con substancialmente los mismos valores que en la fase de calibración.

La segunda fase de medición y de estimación puede comprender la totalidad o parte de las etapas previas siguientes, con miras a determinar su activación:

- Comando de activación como consecuencia de una demanda de un usuario por mediación de una interfaz hombre máquina de un dispositivo en el cual la batería es utilizada o por un dispositivo de carga de la batería; y/o

- Activación automática según una frecuencia predefinida; y/o
- Activación automática cuando las condiciones eléctricas de la batería corresponden al margen favorable;
- Activación automática durante una fase de carga de una batería;

Y/O puede comprender las etapas previas siguientes:

- 5
- Una etapa de detección automática de la situación eléctrica de la batería para detectar que la misma se encuentra en la correcta configuración respecto al margen favorable; o
 - Una etapa de modificación de la configuración de la batería para posicionarla al comienzo del margen favorable.

10 La etapa de medición de la segunda fase de medición y de estimación puede comprender la comparación, particularmente, la relación de la magnitud relacionada con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por una batería calculada en el margen favorable con la misma magnitud calculada de la misma manera en el margen favorable en el estado nuevo de la batería.

El margen favorable puede desplazarse en función del envejecimiento de la batería para corregir el error inducido por la modificación de la resistencia interna de la batería.

15 La invención se refiere también a un soporte informático legible por una unidad de gestión, caracterizado por que comprende un programa informático grabado que comprende medios de códigos de programa informático de puesta en práctica del procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería tal como se ha descrito anteriormente.

20 La invención se refiere también a un dispositivo que comprende al menos una batería y una unidad de gestión, caracterizado por que la unidad de gestión pone en práctica un procedimiento de estimación del estado en que se encuentra al menos una batería tal como se ha descrito anteriormente.

El dispositivo puede ser un vehículo automóvil o un objeto portátil como un ordenador, un teléfono, una Tablet o una agenda electrónica.

25 Estos objetos, características y ventajas de la presente invención se expondrán con detalle en la descripción siguiente de un modo de realización particular realizado a título no limitativo en relación con las figuras adjuntas entre las cuales:

La figura 1 representa varias curvas de evolución de la derivada de la función que representa la carga transmitida a una batería de tipo Li-ion C/LFP (grafito/fosfato de hierro) durante una fase de carga de la batería en función de la tensión en los terminales de la batería para respectivamente varios valores de SOH de la batería.

30 La figura 2 representa varias curvas de evolución de la derivada de la función que representa la carga transmitida a una batería de tipo Li-ion C/NMC (grafito/níquel manganeso cobalto) durante una fase de carga de la batería en función de la tensión en los terminales de la batería para respectivamente varios valores de SOH de la batería.

La figura 3 representa una ley de variación entre las cantidades de carga proporcionadas a una batería de tipo Li-ion C/LFP en un margen favorable en función de su envejecimiento.

35 La figura 4 representa una ley de variación entre cantidades de carga proporcionadas a una batería de tipo Li-ion C/NMC en un margen favorable en función de su envejecimiento.

La figura 5 representa esquemáticamente un organigrama de un procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería según un modo de realización de la invención.

La figura 6 representa una tabla de datos realizada durante una fase de calibración de respectivamente una batería de tipo Li-ion C/LFP y de una batería de tipo Li-ion C/NMC.

40 En lo que sigue, el modo de realización de la invención se detallará para dos tipos particulares de baterías, respectivamente Li-ion C/LFP (grafito/fosfato de hierro) y Li-ion C/NMC (grafito/níquel manganeso cobalto), de forma no limitativa. Los modos de realización descritos pueden fácilmente adaptarse y ser reproducidos en otros tipos de baterías, que funcionan sobre la base de otros tipos de principio químico.

45 La figura 1 muestra más precisamente cinco curvas 1 a 5, definidas más arriba, obtenidas para respectivamente los SOH respectivos de 100%, 95,6%, 94,2%, 89,8%, 87,4%. La figura 2 representa de forma similar las curvas 10 a 19, definidas más arriba, para respectivamente los SOH respectivos de 100%, 99,7%, 99,1%, 95,7%, 93,7%, 91,4%, 89,5%, 86,5%, 84,4%, 82,3%.

50 El análisis de estas curvas muestra que están sustancialmente superpuestas o paralelas, y presentan algunos picos, que se reproducen para todos los valores de SOH, para sustancialmente los mismos valores de tensión. Sin embargo, estos picos presentan una altura que varía sustancialmente con el valor del SOH. Esta observación nos permite considerar que la observación de los fenómenos eléctricos de una batería en un margen de tensión que rodea los picos es suficiente para poder deducir una estimación precisa del SOH. Dicho de otro modo, existe un margen de tensión estrecho alrededor de estos picos cuya consideración puede permitir deducir una estimación fiable del SOH.

Esta zona de tensión representa por consiguiente un margen favorable para la estimación del SOH. Obsérvese que, en la gran mayoría de los demás valores de tensión, no existe diferencia entre las curvas en función del estado en que se encuentra la batería.

5 Por otra parte, la superficie delimitada por estas curvas y el margen favorable corresponde por definición matemática al valor de la cantidad de carga transmitida a la batería durante su carga entre los valores de tensión en el margen favorable: esta superficie tiene por consiguiente por naturaleza una relación con el estado en que se encuentra SOH tal como corrientemente se ha definido, sobre la base de la capacidad de la batería, recordado en el preámbulo. En efecto, en la práctica se aprecia una correlación bastante simple entre la superficie situada bajo cada una de estas curvas en el margen favorable y el valor de SOH asociado con la curva considerada, como se ilustrará en lo que sigue en relación con las figuras 3 y 4.

Por otro lado, las curvas ilustradas han sido obtenidas durante una fase de carga con corriente y temperatura constantes de la batería. A la inversa, se observa el mismo fenómeno durante una fase de descarga con corriente y temperatura constantes. Así, el modo de realización se detallará en lo que sigue dentro del marco de una carga de la batería, pero podría no obstante a la inversa ser implementado considerando una fase de descarga.

15 Por último, la derivada de la función de la carga en función de la tensión ha sido indicada en las curvas de las figuras 1 y 2, pero se podría también en variante considerar la derivada de la función de la tensión en función de la carga. Además, estas curvas han sido trazadas en función de la tensión, pero se podría en variante trazarlas en función del estado de carga de la batería, magnitud habitualmente denominada SOC para «State Of Charge». Todas estas magnitudes relacionadas con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por la batería permiten en efecto caracterizar el envejecimiento de una batería, su estado de cómo se encuentra.

Como continuación a los estudios precedentes, se explicará a continuación un modo de realización detallado de la invención.

Este modo de realización se basa en un procedimiento de estimación del estado de cómo se encuentra una batería, representado esquemáticamente por el diagrama de la figura 5, que comprende las dos fases siguientes:

- 25
- Una primera fase previa de calibración P1 que permite identificar al menos un margen favorable y elaborar algunos datos de referencia relacionados con este margen;
 - Una segunda fase de medición P2 de al menos una magnitud eléctrica, como una carga y/o una tensión y/o una corriente, en el margen favorable, para estimar el SOH.

30 Según el modo de realización, la fase de calibración P1 consiste por consiguiente en buscar un margen favorable para la batería considerada, y para retener los datos de referencia relacionados con este margen favorable.

Por ejemplo, retomando los ejemplos de una batería Li-ion C/LFP (grafito/fosfato de hierro) o de una batería Li-ion C/NMC (grafito/níquel manganeso cobalto), una primera etapa E1 de la fase de calibración P1 consiste en trazar las curvas dQ/dV en función de la tensión V de las figuras 1 o 2, para algunos valores diferentes de SOH. Nótese, en esta primera fase de calibración, que el SOH está calculado por un método conocido y muy preciso, con el fin de establecer una calibración precisa con valores reales para lograr un gran rendimiento en futuras estimaciones.

Una segunda etapa E2 consiste en determinar un margen favorable y datos de referencia asociados, representados por la tabla de la figura 6. En efecto, esta tabla muestra que se pueden seleccionar los valores de tensión alrededor del tercer pico en el ejemplo de la batería de tipo Li-ion C/LFP, en un margen favorable 6 mostrado en la figura 1, definido por el intervalo de tensión $[U1; U2]$ para el cual se puede considerar $U1 = 3,4 \text{ V}$ y $U2 = 3,5 \text{ V}$ de forma constante e independiente del SOH. En este intervalo, las variaciones del estado de carga SOC de la batería así como el tiempo de carga son también medidos, como se ha mencionado en las dos últimas columnas de la tabla de la figura 6. En el caso de la batería de tipo Li-ion C/NMC, el margen favorable 20 corresponde por ejemplo a un intervalo $[U1 = 3,7 \text{ V}; U2 = 4 \text{ V}]$, y los mismos datos de referencia son mencionados en la tabla de la figura 6. Obsérvese, que aquí se aprecia una variante de realización que se explicará en lo que sigue en la cual el margen favorable de tensión es variable con el SOH. Nótese que, los valores de tensión $U1$ y $U2$ son seleccionados con el fin de formar un margen estrecho pero suficiente para detectar el pico y realizar las mediciones necesarias.

A continuación, la fase de calibración según este modo de realización comprende otra etapa de elaboración de una ley E3 entre una magnitud eléctrica, como la cantidad de cargas transmitida a la batería en carga en el margen favorable, y el valor real del SOH. Esta etapa permite la estimación futura a partir de algunos valores discretos medidos experimentalmente en todos los demás valores, definiendo una relación continua entre una cierta magnitud eléctrica y los valores de SOH. Esta proposición es posible por que las magnitudes eléctricas consideradas están relacionadas con el SOH (tal como se ha definido en el preámbulo), son magnitudes relacionadas con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por la batería, como particularmente la cantidad de cargas y/o la tensión y/o la corriente.

55 La figura 3 representa así una recta 7 que representa la variación de la cantidad de cargas transmitida a la batería en el margen favorable en función del SOH real. Esta recta es obtenida por una interpolación lineal de algunos puntos 8, 9 obtenidos respectivamente para dos baterías del tipo Li-ion C/LFP posicionadas en diferentes estados de

envejecimiento voluntariamente obtenidos por escenarios de envejecimiento diferentes. De igual modo, una recta 27 es realizada a partir de algunos puntos 28, 29 obtenidos respectivamente por dos baterías del tipo Li-ion C/NMC posicionadas en diferentes estados de envejecimiento voluntariamente obtenidos por escenarios de envejecimiento diferentes.

- 5 En variante, un ábaco puede ser construido, permitiendo asociar un valor de SOH con cada valor de cantidad de cargas.

Esta fase de calibración comprende una última etapa E5 de memorización de los datos de referencia en una memoria electrónica. Estos datos de referencia comprenden aquí principalmente los datos de la tabla de la figura 6 así como las leyes asociadas con las curvas 7, 27 definidas más arriba. Naturalmente, los valores de corriente y temperatura de referencia para los cuales las cargas de batería son realizadas se memorizan también como datos de referencia, pues el procedimiento será realizado utilizando siempre las mismas condiciones de carga, para las cuales los datos de referencia son los más pertinentes.

15 Naturalmente, esta fase de calibración puede ser realizada una sola vez (en una sola batería) para una cierta familia de baterías, incluso varias veces para establecer una media que se espera más precisa, aplicándose los resultados entonces luego a todas las baterías de la familia que funcionan según esta misma tecnología en fases distintas durante su utilización en un sistema.

Además, según una variante simplificada, el diagnóstico podría acomodarse al trazado de una curva en el estado nuevo de la batería, es decir para un SOH del 100%, considerando que el descubrimiento de un pico basta para definir uno o varios márgenes potencialmente favorables. Este conocimiento podría completarse por al menos un pico complementario para un envejecimiento importante. Luego, si se desea una gran precisión, es posible aumentar el número de valores de SOH reales considerados en la etapa E1 de la calibración y/o considerar varias zonas favorables: en la práctica, la elección de un solo margen favorable sería suficiente y seleccionado de preferencia por una razón evidente de sencillez.

25 Según el modo de realización, cuando la fase de calibración ha sido establecida, una vez por todas, el procedimiento puede servirse de los resultados de calibración que resultan para estimar el SOH de cualquier batería del mismo tipo, durante toda la duración de la batería. Si es necesario, la fase de calibración puede ser comenzada de nuevo, pero la misma no tiene vocación de repetirse.

El procedimiento pone seguidamente en práctica la segunda fase de medición y de estimación P2 del SOH, que consiste en realizar una carga de la batería en las condiciones de temperatura y/o de corriente de referencia, luego en medir al menos una magnitud eléctrica relacionada con una cantidad de cargas o de energía proporcionada o restituida por la batería durante esta fase de carga, en el único margen favorable, determinado por la calibración. La ventaja de este procedimiento, que aparecerá evidente en lo que sigue de la descripción, es naturalmente no necesitar más que un tiempo muy reducido de carga de la batería, ya que la segunda fase P2 se reduce a un margen favorable estrecho, es decir una carga parcial reducida de la batería, para obtener una estimación precisa del SOH de la batería. Ventajosamente, el margen favorable representa menos de un 20% de una carga o descarga completa de la batería, incluso menos del 10%.

Según un modo de realización, esta segunda fase P2 del procedimiento comprende las etapas siguientes:

- Una etapa de medición E14 de al menos una magnitud eléctrica durante una carga de la batería en el margen favorable;
- 40 - Una etapa de cálculo E16 de una estimación del SOH a partir de la medición precedente.

Esta segunda fase P2 comprende las etapas previas siguientes, con miras a activar la segunda fase P2, según este modo de realización:

- Una etapa de detección E12 automática de la situación eléctrica de la batería para detectar que la misma se encuentra en la correcta configuración respecto al margen favorable; o en variante
- 45 - Una etapa de modificación E13 de la configuración de la batería para posicionarla al inicio del margen favorable.

Otra etapa previa de activación E11 de la segunda fase P2 puede basarse en una de las etapas siguientes:

- E11a: Comando de activación como consecuencia de una demanda de un usuario por mediación de una interfaz hombre máquina del dispositivo en el cual se utiliza la batería o de un dispositivo de carga de la batería;
- 50 - E11b: Activación automática según una frecuencia predefinida;
- E11c: Activación automática cuando las condiciones eléctricas de la batería corresponden al margen favorable;
- 55 - E11d: Activación automática durante una fase de carga de una batería (siendo esta fase de carga activada de forma independiente, por ejemplo por que la batería esté fuertemente descargada).

Las etapas E11 y E12 o E13 pueden eventualmente acumularse.

La etapa de medición E14 se basa a continuación en un periodo de carga de la batería, durante la cual la tensión es medida, para activar la medición de la carga entre los dos valores de tensión U1, U2 predefinidos en fase de calibración y que corresponde al margen favorable. Esta etapa se realiza en las mismas condiciones que las de la fase de calibración, particularmente de corriente y temperatura.

5 Así, retomando el ejemplo de la batería de tipo Li-ion C/LFP, el margen favorable 6 ha sido determinado en fase de calibración en el intervalo de tensión $[U1; U2] = [3,4V; 3,5 V]$. Como la carga de la batería es realizada con corriente I constante según el valor de referencia según este ejemplo, la carga Q transmitida a la batería, que es calculada como la integración temporal de la corriente ($\int I dt$) entre los dos tiempos t1 y t2 para los cuales la tensión en los terminales de la batería toma los valores U1 y U2, se expresa simplemente por $Q = I (t2 - t1)$. Así, la medición de la carga transmitida a la batería se reduce a la medición del tiempo de carga en el margen favorable. Es por lo que estos únicos valores de tiempos de cargas han sido mencionados anteriormente en la tabla de la figura 6.

10 A continuación, cuando el tiempo de la carga de la batería en el margen favorable se ha obtenido, se deduce de ello fácilmente la cantidad de cargas Q transmitida a la batería, por la relación $Q = I (t2 - t1)$, mencionada anteriormente. La curva 7, o en variante un ábaco o cualquier ley establecida en fase de calibración, permite seguidamente deducir de esta cantidad de cargas el valor estimado del SOH, en la etapa E16 de estimación del SOH.

15 En variante, si la corriente I de carga es variable, la carga Q transmitida a la batería se calcula por la integración temporal de la corriente ($\int I dt$) entre los dos tiempos t1 y t2 para los cuales la tensión en los bornes de la batería toma los valores U1 y U2.

20 Naturalmente, el procedimiento puede comprender una última etapa E18 de transmisión de esta estimación a un operador, por mediación de una interfaz hombre máquina de un cierto dispositivo.

25 En el segundo ejemplo de una batería del tipo Li-ion C/NMC, el margen favorable 20 es seleccionado en el intervalo de tensión $[U1; U2] = [3,7 V; 4 V]$. Sin embargo, se aprecia en la figura 2 un desvío de los picos de las diferentes curvas 10 a 19 con el envejecimiento de la batería, mientras que estos picos permanecen sustancialmente superpuestos en la figura 1 relacionada con el primer ejemplo estudiado anteriormente. Este desvío se explica por la modificación de la resistencia interna de la batería con su envejecimiento, fenómeno ya subrayado anteriormente.

30 Si se denomina V la tensión en los terminales de la batería que genera (o que recibe) una corriente I, entonces se puede modelizar la batería por la relación $V = OCV \pm R I$, donde R es la resistencia interna de la batería y OCV su tensión bajo una corriente nula (llamada Open Circuit Voltage), correspondiendo el signo + al caso de la carga y el signo - al caso de la descarga. En el estado nuevo de la batería, su tensión puede escribirse $V_i = OCV_i \pm R_i I$. La tensión Vmi del máximo del margen favorable 20 se caracteriza por una tensión $V_{mi} = OCV_{mi} \pm R_i I$. En un estado de envejecimiento, la batería presenta una resistencia interna Rv diferente de la resistencia inicial. El máximo del margen favorable 20 se caracteriza entonces por la tensión Vmv definida por $V_{mv} = OCV_{mv} \pm R_v I$. El desfase observado entre Vmv y Vmi es por consiguiente igual a $(R_v - R_i) I$, y traduce por consiguiente bien el aumento de la resistencia interna de la batería.

35 Para tener en cuenta este fenómeno, que crea una imprecisión en la realización del procedimiento indicado más arriba, una primera solución consiste en modificar los límites U1, U2 en función del envejecimiento de la batería para corregir el desvío natural debido a la modificación de su resistencia interna. Esta variación vuelve a posicionar el margen favorable, desviando los dos límites U1 y U2, con el fin de mantener siempre el mismo posicionamiento del máximo (pico) dentro de este margen.

40 Para realizar esta corrección, la segunda fase comprende una etapa previa E10 de medición o de estimación de la resistencia interna de la batería. Esta etapa puede realizarse de forma conocida, por ejemplo a partir del impulso de corriente o por medición de la impedancia.

45 En variante, la curva considerada en la etapa E1 de la fase de calibración puede ser reconstruida aquí, lo cual permite identificar el máximo buscado, determinar su desvío con relación al máximo asociado en el estado nuevo de la batería, luego deducir de ello la corrección desfasando los límites del margen favorable.

La tabla de la figura 6 ilustra esta variante de realización con correcciones.

50 El modo de realización anterior es particularmente ventajoso ya que permite limitar la búsqueda fastidiosa de los máximos durante la estimación del estado en que se encuentra una batería en su utilización en un sistema, sin trazar por ejemplo las curvas mencionadas para determinar un margen favorable durante la fase de calibración. Seguidamente, la estimación del estado en que se encuentra la batería se realiza por una medición muy simple y en un margen reducido, durante un corto periodo de tiempo de una fase de carga o de descarga. Por consiguiente, no hay necesidad particularmente de rediseñar la curva considerada en la etapa E1 de la fase de calibración P1, ni de buscar el o los picos mencionados. En variante sin embargo, esta curva podría ser trazada de nuevo en el margen favorable predeterminado, por consiguiente en un tiempo reducido: La ventaja de esta proposición sería permitir el cálculo exacto del estado en que se encuentra la batería calculando para ello simplemente la superficie que se encuentra bajo la curva en el margen favorable y haciendo su relación con la superficie correspondiente en el estado nuevo de la batería. Esta ventaja simplificaría la fase de calibración durante la cual ya no sería necesario poner en

práctica la etapa E3 ni calcular varias curvas en la etapa E1, solo la curva en el estado nuevo (SOH = 100%) sería suficiente.

Los ejemplos anteriores han sido obtenidos sobre la base de una hipótesis de funcionamiento a temperatura constante. En esta proposición, la primera fase de calibración se realiza en condiciones de temperatura constante controlada, y la segunda fase se obtiene reproduciendo sustancialmente las mismas condiciones de temperatura. En variante, el modo de realización anterior puede ser modificado considerando la temperatura variable: una primera proposición consistiría en limitar la variación de la temperatura en un margen reducido alrededor de la temperatura de calibración (por ejemplo entre los 20 y los 30° C si la temperatura de calibración es de 25°C), con el fin de desdeñar la influencia de la variación de temperatura, y una segunda proposición consistiría en considerar la temperatura como una variable de entrada de los cálculos considerados anteriormente, la estimación del estado en que se encuentra SOH volviéndose entonces también dependiente de la temperatura.

Por otra parte, en el modo de realización anterior, el margen favorable ha sido definido a partir de valores de tensión, expresándose este margen como un margen de tensión [U1; U2]. En variante, el mismo puede expresarse a partir del estado de carga, llamado usualmente SOC para «State Of Charge», debiendo entonces este último valor ser estimado. La proposición preferida por la tensión presenta la ventaja de la sencillez.

El procedimiento anterior ha sido descrito sobre la base de la proposición más extendida para definir el estado en que se encuentra una batería, que consiste en considerar la pérdida en capacidad de almacenado de una cantidad de cargas. En variante, el mismo procedimiento puede adaptarse para la estimación del estado en que se encuentra una batería según otra proposición, por ejemplo considerando su pérdida en posibilidad de restitución de energía con el tiempo. En una proposición de este tipo, la adaptación de este procedimiento puede ser obtenida sustituyendo las cantidades de cargas por cantidades de energía. Así, las etapas E14 y E16 descritas anteriormente comprenderán la medición de la corriente I y de la tensión U en los terminales de la batería durante su carga o descarga en el margen favorable, luego la energía E recibida o transmitida por la batería respectivamente en carga o descarga es calculada por la integración temporal del producto de la corriente por la tensión ($\int U I dt$) entre los dos instantes t1 y t2 para los cuales la tensión en los terminales de la batería toma los valores U1 y U2.

Finalmente, el modo de realización de la invención presenta las ventajas siguientes:

- Los cálculos realizados en la segunda fase P2 son simples, lo cual permite su realización sin necesitar una potencia de cálculo elevada, y por consiguiente compatible con una implementación dentro de cualquier dispositivo, como un objeto portátil eventualmente de pequeño tamaño;
- La proposición se puede generalizar fácilmente a cualquier tipo de baterías, basta con reproducir la fase de calibración al menos una vez para cada tipo de baterías;
- El procedimiento muestra en la práctica que permite alcanzar una precisión muy grande;
- El procedimiento permite una puesta en práctica de duración muy corta, la cual le hace no intrusivo, pues puede fácilmente ser realizado de forma oportunista, sin alterar el funcionamiento normal de la batería.

La invención se refiere también a un dispositivo equipado con una batería y que comprende una unidad de gestión que utiliza el procedimiento de estimación del estado en que se encuentra (SOH) de la batería tal como se ha descrito anteriormente, mediante los componentes de material y/o logicial. Para ello, la unidad de gestión comprende un ordenador, está asociada con al menos una memoria electrónica que almacena particularmente los datos digitales de la primera fase de calibración, y un logicial de cálculo que pone en práctica la totalidad o parte del procedimiento de estimación del estado en que se encuentra (SOH). La invención se refiere por otro lado también a un logicial de este tipo como tal. El dispositivo comprende también una interfaz hombre máquina que permite informar a un usuario del estado de carga de la batería, y de interactuar con él para definir algunos parámetros del procedimiento, por ejemplo las condiciones de activación de la estimación. Por último, el dispositivo comprende al menos un captador de medición de tensión y/o de corriente y/o de temperatura conectado(s) por un medio de comunicación con la unidad de gestión. Obsérvese que, el dispositivo de gestión de la batería, que pone en práctica el procedimiento de estimación de su estado en el que se encuentra, puede estar integrado en la batería misma.

A título de ejemplo no limitativo, el procedimiento de estimación puede así estar integrado dentro de un vehículo automóvil, particularmente un vehículo eléctrico o híbrido. Puede también ser implementado en un cargador de baterías o más específicamente en un terminal de recarga de vehículos. Puede también ser implementado dentro de cualquier objeto portátil, como un ordenador portátil, una Tablet, un teléfono móvil, una agenda electrónica, etc.).

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de estimación del estado en que se encuentra (SOH) una batería, caracterizado por que comprende las fases siguientes:

- 5 - Primera fase de calibración (P1) de una o varias baterías de la misma familia de baterías, que comprende:
 - una etapa (E1) de medición de la evolución de la carga en función de la tensión o a la inversa, durante una carga o una descarga de una batería, para uno o varios valores del estado en que se encuentra la o las batería(s) de los cuales al menos para su estado nuevo, y
 - una etapa (E2) de detección de un máximo de la derivada de la carga por la tensión en función de la tensión, o a la inversa, y la determinación de un margen favorable respectivamente de tensión o de carga, correspondiendo el margen favorable a una carga o descarga parcial de una batería que incluye este máximo, y
 - una etapa (E3) de determinación de una ley entre una magnitud relacionada con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por una batería en una fase de carga o descarga de la batería en el margen favorable y el estado en que se encuentra la batería, particularmente por interpolación lineal a partir de las mediciones realizadas en el margen favorable, y/o la construcción de un ábaco que asocia un valor del estado en que se encuentra la batería con una magnitud relacionada con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por la batería, con el fin de determinar los datos de referencia que comprenden informaciones sobre una magnitud relacionada con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por una batería en una fase de carga o de descarga de la batería en el margen favorable y el estado en que se encuentra la batería;
- 10 - Segunda fase de medición y de estimación (P2) del estado en que se encuentra la batería que comprende las dos etapas siguientes:
 - una etapa de medición (E14) de al menos una magnitud relacionada con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por la batería en una fase de carga o de descarga parcial de la batería en el margen favorable;
 - una etapa de estimación (E16) del estado en que se encuentra la batería a partir del resultado de la etapa de medición (E14) y de los datos de referencia establecidos durante la primera fase de calibración.

2. Procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería según la reivindicación anterior, caracterizado por que el margen favorable está definido por un margen de tensión estrictamente incluido dentro del margen de variación total de la tensión en los terminales de la batería en una fase de carga o de descarga total, o por que el margen favorable se expresa como un margen del estado de carga SOC de la batería estrictamente incluida en el margen de variación total del estado de carga de la batería en una fase de carga o de descarga total.

3. Procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la etapa de estimación (E16) del estado en que se encuentra la batería a partir del resultado de la etapa de medición (E14) de la segunda fase de medición y de estimación (P2) comprende una integración en el tiempo de al menos una magnitud o de una combinación de magnitudes relacionada(s) con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por la batería en una fase de carga o de descarga de la batería, particularmente calculada a partir de la tensión, de la corriente y/o de la temperatura de la batería en el margen favorable.

4. Procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería según la reivindicación anterior, caracterizado por que la etapa de medición (E14) de la segunda fase de medición y de estimación (P2) comprende una de las mediciones siguientes:

- 45 - la carga o la descarga se realiza con corriente constante I, la etapa de medición (E14) comprende la medición del tiempo (t2-t1) de la carga o descarga en el margen favorable, para deducir una cantidad de carga Q transmitida o restituida por la batería por la fórmula $Q = I * (t2-t1)$; o
- la carga o descarga se realiza con corriente variable I(t), la etapa de medición (E14) comprende la medición de la corriente I(t) y la integración de la corriente en el tiempo entre los tiempos de inicio t1 y de final t2 del margen favorable, para deducir una cantidad de carga Q transmitida o restituida por la batería por la fórmula $Q = \int I dt$; o
- 50 - la etapa de medición (E14) comprende la medición de la corriente I(t) y de la tensión U(t) y la integración del producto de la corriente por la tensión en el tiempo entre los tiempos de inicio t1 y de final t2 del margen favorable, para deducir una cantidad de energía E transmitida o restituida por la batería por la fórmula $E = \int U \cdot I dt$.

5. Procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la etapa de medición (E14) de la segunda fase de medición y de estimación (P2) comprende al menos una medición de una magnitud relacionada con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por la batería en una fase de carga o de descarga de la batería en un margen favorable cuyos límites son:

- 60 - fijos sea cual fuere el envejecimiento de la batería, siendo la variación de la resistencia interna de la batería considerada como desdeñable; o

- fijos sea cual fuere el envejecimiento de la batería, permitiendo los datos de referencia consultados para la estimación del estado de cómo se encuentra la batería en la etapa de estimación (16), particularmente en forma de ábaco, tomar en cuenta una corrección de la variación de resistencia interna de la batería con su envejecimiento;
 - variables con el tiempo, calculándose su variación a partir de una estimación o de un cálculo de la resistencia interna de la batería, bien sea a partir de una detección de una variación de un máximo de la derivada de la carga por la tensión en función de la tensión, o a la inversa, con relación a este máximo obtenido en el estado nuevo de la batería, bien sea por un cálculo a partir de la impulsión de corriente o por medición de la impedancia.
6. Procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la fase de calibración (P1) se realiza a partir de al menos una batería de la familia de baterías en estado nuevo, y a partir de la misma batería en un estado de envejecimiento.
7. Procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la fase de calibración (P1) utiliza una carga o descarga de corriente constante y/o temperatura constante y por que la fase de medición y de estimación (P2) del estado en que se encuentra la batería utiliza una carga o descarga parcial en el margen favorable de corriente constante y/o temperatura constante, siendo la corriente y la temperatura seleccionadas con substancialmente los mismos valores que en la fase de calibración.
8. Procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la segunda fase de medición y de estimación (P2) comprende en su totalidad o parte las etapas previas siguientes, con miras a determinar su activación:
- (E11a) Comando de activación como consecuencia de una demanda de un usuario por mediación de una interfaz hombre máquina de un dispositivo en el cual la batería es utilizada o de un dispositivo de carga de la batería; y/o
 - (E11b) Activación automática según una frecuencia predefinida; y/o
 - (E11c) Activación automática cuando las condiciones eléctricas de la batería corresponden al margen favorable;
 - (E11d): Activación automática durante una fase de carga de una batería;
- Y/O por que comprende las etapas previas siguientes:
- Una etapa de detección (E12) automática de la situación eléctrica de la batería para detectar que la misma se encuentra en la correcta configuración respecto al margen favorable; o
 - Una etapa de modificación (E13) de la configuración de la batería para posicionarla al comienzo del margen favorable.
9. Procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería según la reivindicación anterior, caracterizado por que la etapa de medición (E14) de la segunda fase de medición y de estimación (P2) comprende la comparación, particularmente la relación de la magnitud relacionada con una cantidad de carga o de energía proporcionada o restituida por una batería calculada en el margen favorable con la misma magnitud calculada de la misma manera en el margen favorable en el estado nuevo de la batería.
10. Procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el margen favorable se desplaza en función del envejecimiento de la batería para corregir el error inducido por la modificación de la resistencia interna de la batería.
11. Soporte informático legible por una unidad de gestión, caracterizado por que comprende un programa informático grabado que comprende medios de códigos de programa informático de puesta en práctica del procedimiento de estimación del estado en que se encuentra una batería según una de las reivindicaciones anteriores.
12. Dispositivo que comprende al menos una batería y una unidad de gestión, caracterizado por que la unidad de gestión pone en práctica un procedimiento de estimación del estado en que se encuentra al menos una batería según una de las reivindicaciones 1 a 10.
13. Dispositivo según la reivindicación anterior, caracterizado por que es un vehículo automóvil o un objeto portátil como un ordenador, un teléfono, una Tablet o una agenda electrónica.

FIG.1

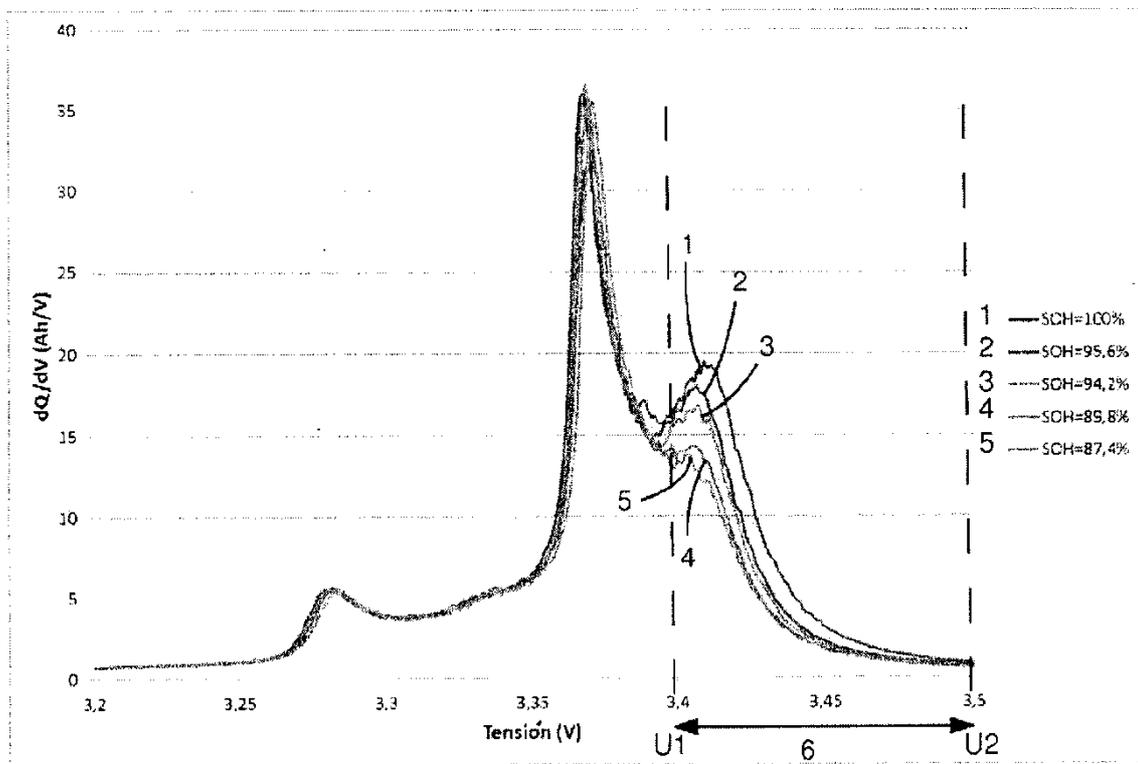
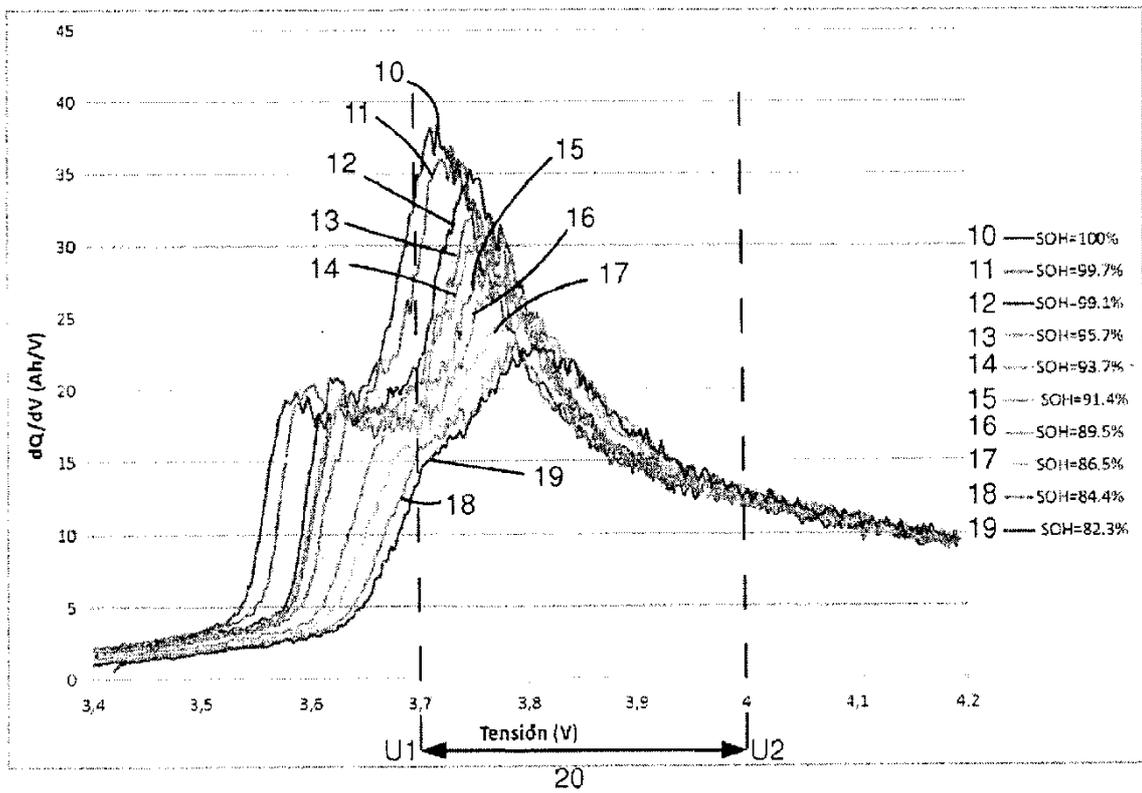


FIG.2



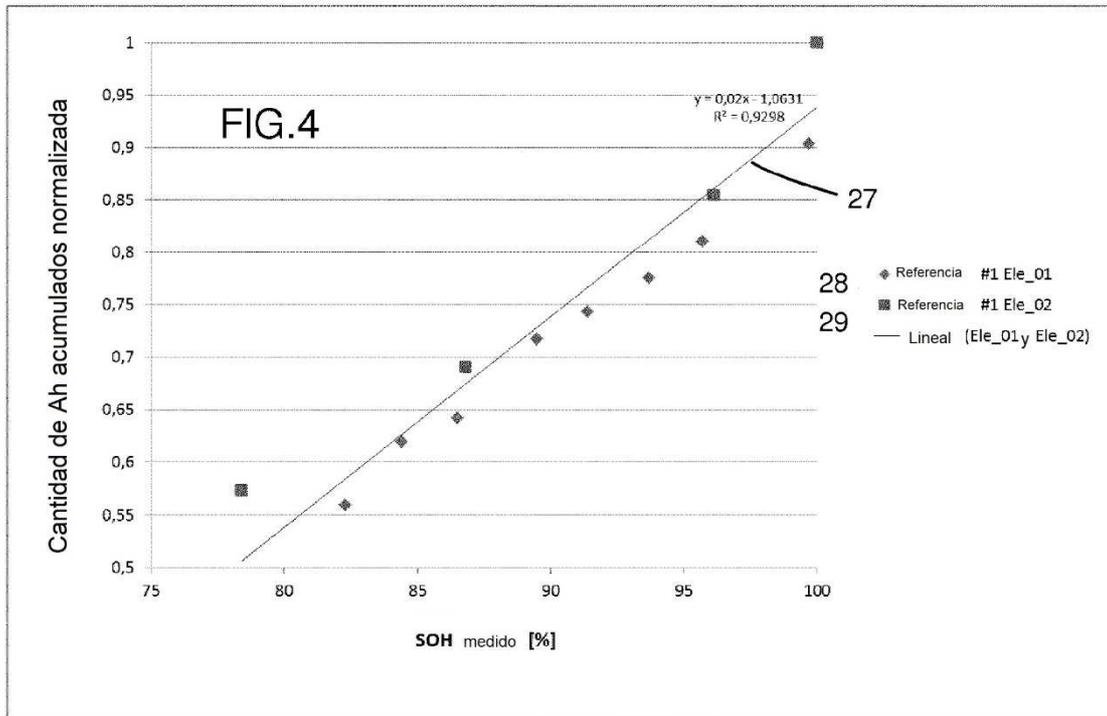
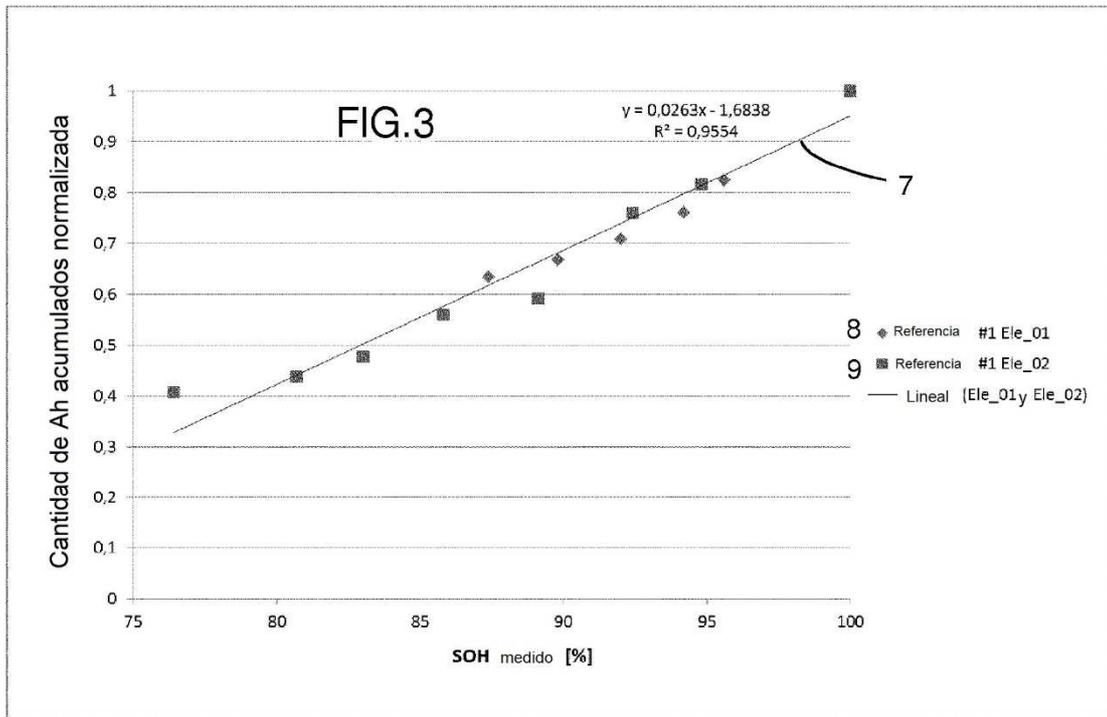


FIG.5

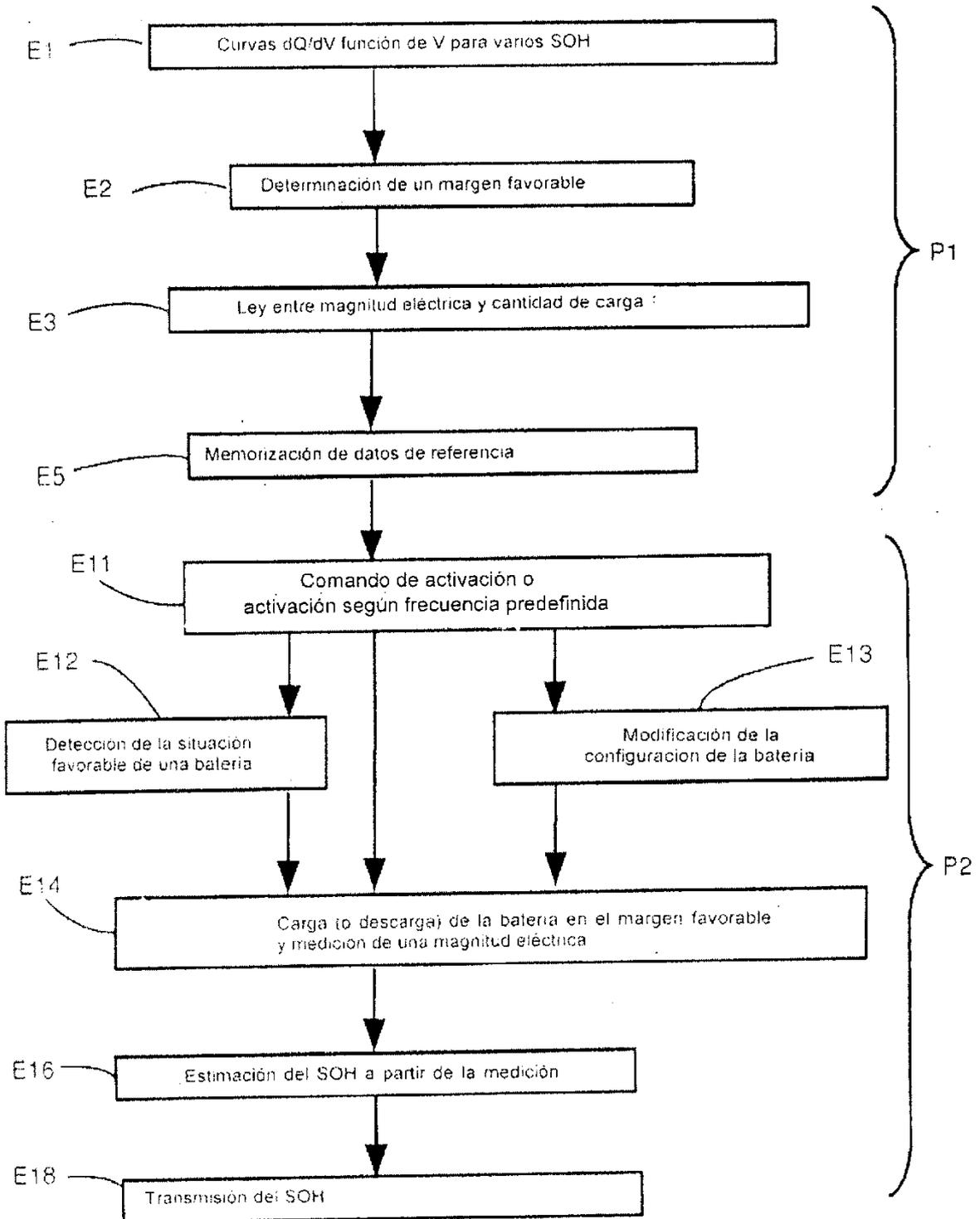


FIG.6

| Referencia batería | | U1 inicio: (V) | U2 fin (V) | Δ SOC (%) | Tiempo (min) |
|--------------------|------------|----------------|------------|-----------|--------------|
| #1 (C/LFP) | SOH= 100% | 3,4 | 3,5 | 68-97 | 16 |
| | SOH= 95,6% | 3,4 | 3,5 | 72-97 | 14 |
| | SOH= 94,2% | 3,4 | 3,5 | 74-98 | 13 |
| | SOH= 89,8% | 3,4 | 3,5 | 77-98 | 11 |
| | SOH=87,4% | 3,4 | 3,5 | 77-98 | 10 |
| #2 (C/NMC) | SOH= 100% | 3,7 | 4 | 35-85 | 30 |
| | SOH= 99,7% | 3,725* | 4 | 37-81 | 26 |
| | SOH= 99,1% | 3,750* | 4 | 40-82 | 24 |
| | SOH= 95,7% | 3,750* | 4 | 38-81 | 23 |
| | SOH= 93,7% | 3,755* | 4 | 40-80 | 21 |
| | SOH= 91,4% | 3,760* | 4 | 40-80 | 20 |
| | SOH= 89,5% | 3,775* | 4 | 37-78 | 20 |
| | SOH= 86,5% | 3,790* | 4 | 38-77 | 18 |
| | SOH= 84,4% | 3,800* | 4 | 37-76 | 18 |
| | SOH= 82,3% | 3,810* | 4 | 40-75 | 16 |