

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 899**

51 Int. Cl.:
G01R 31/36 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08807077 .6**
96 Fecha de presentación: **07.05.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2279425**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.02.2011**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN DEL ESTADO DE CARGA DE UNA BATERÍA.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.01.2012

73 Titular/es:
**Commissariat à l'Énergie Atomique et aux
Énergies Alternatives
Bâtiment "Le Ponant D" 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:
KIRCHEV, Angel, Zhivkov

74 Agente: **Polo Flores, Carlos**

ES 2 372 899 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 de carga de una batería

5 Antecedentes de la invención

La invención se refiere a un procedimiento de estimación del estado de carga de una batería alcalina que tiene una capacidad nominal de la batería predeterminada y que comprende una referencia integrada y una placa positiva de NiOOH, comprendiendo dicho procedimiento:

10

- medir el voltaje entre dicha placa positiva y dicho electrodo de referencia, siendo dicho voltaje representativo del potencial de la placa positiva V+.

15

- y estimar el estado de carga como una función de dicho potencial de la placa positiva y de la corriente de la batería.

Estado de la técnica

20 El estado de carga (SOC) de una batería normalmente se refiere a la capacidad electroquímica (en Ah o en % de un valor de capacidad de referencia) de la batería disponible por una descarga en condiciones predeterminadas en cuanto a la corriente de descarga, la temperatura, el límite de voltaje, etc. La estimación e indicación del SOC es un requisito importante en cada sistema que usa almacenamiento electroquímico de energía.

25 El SOC también puede estimarse basándose en mediciones simples del voltaje en los terminales de la batería y del flujo de corriente, por ejemplo tal como se desvela en la patente de EE.UU. n° 4.949.046. Un sensor de corriente detecta el flujo de corriente dentro y fuera de la batería y proporciona una salida indicativa tanto de la magnitud como la dirección del flujo de corriente. Un sensor de voltaje indica si la batería está totalmente cargada o totalmente descargada. Los sensores de corriente y voltaje, así como un sensor de temperatura, se conectan a un microprocesador. El microprocesador usa tablas de consulta almacenadas en una memoria para determinar el estado de carga de la batería. La tabla de consulta está limitada a un tipo dado de batería porque tiene en cuenta el voltaje de la batería y no el potencial de la placa positiva.

35 Sin embargo, el uso del voltaje para estimar el estado de carga de una batería conduce a errores debido a la incertidumbre de la eficiencia de carga. Esto se ilustra en la figura 1 que muestra la evolución del potencial de la placa positiva V₊ (curva A) y del potencial de la placa negativa V₋ (curva B) según el tiempo, tanto durante la descarga como la carga de una célula de Ni-Cd de 45Ah con electrodos de Ni de placa de alvéolos para aplicaciones solares.

40 La patente de EE.UU. n° 3.781.657 desvela un procedimiento para determinar e indicar el estado de carga de una batería de níquel-cadmio que tiene un electrodo positivo de hidróxido de níquel y un electrodo negativo de cadmio. La batería también comprende un electrodo de referencia y el potencial del electrodo positivo con respecto al electrodo de referencia se mide para una corriente de descarga fija predeterminada. La variación en la dirección negativa de este potencial es una indicación del estado de carga de la batería. Esta determinación del estado de carga se obtiene sólo durante la descarga de una batería totalmente cargada.

45

Objeto de la invención

El objeto de la invención es superar los inconvenientes de los procedimientos conocidos para estimación del estado de carga de una batería alcalina y, más particularmente, aumentar la exactitud de esta estimación.

50

Según la invención, este objeto se logra por un procedimiento según la reivindicación 1.

Breve descripción de los dibujos

55 Otras ventajas y características resultarán evidentes más claramente a partir de la siguiente descripción de realizaciones particulares de la invención dadas únicamente como ejemplos no restrictivos y representadas en los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra la evolución del potencial de la placa positiva (V₊) y del potencial de la placa negativa (V₋)

durante una descarga y una carga consecutiva.

La figura 2 ilustra esquemáticamente una batería con una unidad de gestión.

Las figuras 3 y 4 ilustran la variación del potencial de la placa positiva (V_+) frente al estado de carga (SOC) respectivamente en diferentes estados de descarga y carga.

5 La figura 5 ilustra la variación del potencial de la placa positiva (V_+) frente al índice de descarga, para varios valores del estado de carga.

La figura 6 ilustra la variación de la corriente de evolución del oxígeno frente al potencial de la placa positiva a 22°C.

Descripción de realizaciones particulares

10

La batería alcalina tiene una capacidad nominal de la batería C_n predeterminada y comprende un electrodo de referencia, preferentemente un electrodo de referencia de contacto líquido integrado, una placa positiva de NiOOH y una placa negativa que puede estar hecha de diferentes materiales como metal híbrido, Cd, Zn, Fe, etc.

15 La batería puede comprender una o más células conectadas entre sí, estando el electrodo de referencia integrado preferentemente tan cerca de la placa positiva como sea posible.

La estimación del estado de carga (SOC) usa la correlación existente entre el SOC de la placa positiva, el potencial de la placa positiva y la corriente que circula a través de la batería.

20

El procedimiento de estimación del estado de carga de una batería alcalina comprende la medición del voltaje entre dicha placa positiva y dicho electrodo de referencia. El voltaje medido es representativo del potencial de la placa positiva V_+ , que es igual a la diferencia de voltaje entre la placa positiva y el electrodo de referencia integrado. El electrodo de referencia puede ser de cualquier clase adecuada para mediciones a largo plazo en soluciones
25 alcalinas Ag/Ag₂O, Hg/HgO, etc. La estimación del SOC es función de dicho potencial de la placa positiva V_+ y de la corriente de la batería I . En primer lugar, se miden simultáneamente el potencial de la placa positiva V_+ , la temperatura T en un terminal de la batería y la corriente I . Luego, se determina un valor de temperatura compensada V_{c+} del potencial de la placa positiva como una función de los valores de potencial de la placa positiva V_+ medidos, de la corriente I , de la temperatura T y de la capacidad nominal de la batería C_n . Por último, la estimación del estado
30 de carga tiene en cuenta el valor de temperatura compensada V_{c+} del potencial de la placa positiva.

El valor de temperatura compensada V_{c+} del potencial de la placa positiva viene dado preferentemente por:

$$V_{c+} = V_+ + (T - T_0) \times k_{tSOC} \quad (1)$$

35

en donde

- T_0 es un valor de temperatura de referencia predeterminado,

40 - k_{tSOC} es un coeficiente de temperatura del potencial de la placa positiva y

- T es la temperatura medida en el terminal de la batería.

El coeficiente de temperatura k_{tSOC} es función del índice de carga o descarga. El índice se expresa en horas y
45 corresponde a la proporción C_n/I entre la batería de capacidad nominal C_n (en Ah) y el valor de corriente medido I .

Los diferentes valores de k_{tSOC} que corresponden a los diferentes índices de carga y descarga se determinan durante un procedimiento de calibración previo y estos valores pueden almacenarse en una tabla de búsqueda correspondiente. Después de la determinación del coeficiente de temperatura, el valor compensado V_{c+} del potencial
50 de la placa positiva puede determinarse así fácilmente usando la ecuación (1).

Luego, puede estimarse el estado de carga SOC(V_{c+} índice) al tener en cuenta el valor de V_{c+} en lugar del valor de V_c en una función SOC (V_{c+} , índice) previamente obtenida durante el procedimiento de calibración. Esta función SOC (V_+ , índice) puede establecerse bajo la forma de una pluralidad de valores almacenados en una primera tabla
55 de consulta.

Tal como se muestra en la figura 2, la batería comprende preferentemente una unidad de gestión de batería autónoma. La unidad de gestión comprende un circuito de procesamiento 1 conectado a un sensor de corriente 2 (conectado al terminal positivo de la batería 3 en la figura 2), a un sensor de temperatura 4, en contacto con uno de

los terminales de la batería (el terminal positivo 3 en la figura 2) para medir la temperatura de dicho terminal de la batería. El circuito de procesamiento 2 además está conectado al electrodo de referencia 5 y al terminal positivo 3 para medir la diferencia de voltaje entre estos dos puntos, es decir, el potencial de la placa positiva V_+ . El sensor de corriente 2 puede ser una resistencia en derivación o un amperímetro conectado en serie con el terminal positivo de la batería 3. El circuito de procesamiento 1 comprende preferentemente una memoria (no representada) en la que se almacenan las diferentes tablas de consulta y la capacidad nominal de la batería C_n conocida. El sistema de gestión de batería puede ser alimentado por su propia fuente de energía o, tal como se representa en la figura 2, por la propia batería por medio de entradas de alimentación conectadas respectivamente a los terminales positivo y negativo de la batería. Tal como se muestra en la figura 2, cuando la batería comprende una pluralidad de células en serie, el electrodo de referencia 5 está situado preferentemente en una célula final 6 que está cerca del terminal positivo de la batería 3. El circuito de procesamiento además comprende preferentemente una unidad de visualización (no mostrada) para visualizar el valor estimado del SOC.

El procedimiento de calibración anteriormente mencionado actúa preferentemente en dos fases. En una primera fase, se establece la función $SOC(V_+, \text{índice})$, mientras que en una segunda fase se determina la relación $k_{SOC}(\text{índice})$. El procedimiento de calibración se realiza a la temperatura de referencia T_0 . Estas funciones SOC y k_{SOC} pueden obtenerse por cualquier procedimiento de calibración conocido, y los resultados de este procedimiento de calibración se almacenan preferentemente en una primera y una segunda tablas de consulta correspondientes en la memoria del circuito de procesamiento 1.

La primera tabla de consulta contiene diferentes valores de SOC como función del índice y del potencial de la placa positiva V_+ , esta primera tabla de consulta está dividida preferentemente en dos partes. Una primera parte contiene, en una primera columna, los valores de SOC obtenidos, entre 1 y 99%, durante el procedimiento de calibración por descarga de la batería a diferentes índices de descarga y que corresponden a los diferentes valores del potencial de la placa positiva, respectivamente 5, 10, 20, 40 y 60h.

La tabla 1 siguiente ilustra la primera parte de la primera tabla de consulta:

Tabla 1

SOC _{dSch} (%)	Índice de descarga (h)				
	5	10	20	40	60
Potencial de la placa positiva $V_+(V)$					
99	0,192	0,187	0,219	0,259	0,243
98	0,183	0,178	0,212	0,250	0,236
97	0,177	0,173	0,206	0,244	0,230
96	0,170	0,166	0,201	0,237	0,225
95	0,166	0,163	0,196	0,232	0,220
90	0,145	0,144	0,177	0,207	0,199
80	0,115	0,123	0,149	0,173	0,170
70	0,097	0,107	0,132	0,151	0,151
60	0,080	0,094	0,120	0,133	0,135
50	0,066	0,079	0,104	0,117	0,121
40	0,049	0,063	0,087	0,100	0,104
30	0,029	0,042	0,067	0,075	0,083
20	0,006	0,016	0,042	0,044	0,059
10	-0,024	-0,015	0,012	0,004	0,026
5	-0,047	-0,039	-0,016	-0,028	-0,011
4	-0,052	-0,045	-0,023	-0,036	-0,020
3	-0,058	-0,052	-0,034	-0,044	-0,028
2	-0,063	-0,058	-0,046	-0,054	-0,039
1	-0,069	-0,067	-0,060	-0,066	-0,050

La segunda parte de la primera tabla de consulta se ilustra más adelante como la tabla 2, representa los valores de SOC SOC_{ch} obtenidos durante el procedimiento de calibración por carga de la batería a diferente índice de carga (respectivamente 5, 10, 20, 40 y 60h) (figura 4) y que corresponden a diferentes valores de potencial de la placa positiva.

Tabla 2

SOC _{ch} (%)	Índice de carga (h)				
	5	10	20	40	60
	Potencial de la placa positiva V ₊ (V)				
99	0,344	0,313	0,296	0,282	0,265
98	0,344	0,313	0,294	0,281	0,264
97	0,343	0,313	0,294	0,280	0,263
96	0,343	0,312	0,292	0,279	0,262
95	0,342	0,312	0,290	0,279	0,262
90	0,340	0,306	0,285	0,272	0,261
80	0,339	0,300	0,277	0,265	0,251
70	0,338	0,288	0,267	0,255	0,245
60	0,332	0,278	0,259	0,248	0,239
50	0,317	0,269	0,252	0,241	0,233
40	0,302	0,263	0,248	0,236	0,229
30	0,293	0,259	0,244	0,232	0,225
20	0,283	0,249	0,232	0,218	0,210
10	0,256	0,209	0,185	0,165	0,161
5	0,231	0,170	0,141	0,118	0,112
4	0,225	0,161	0,129	0,107	0,099
3	0,217	0,149	0,116	0,093	0,085
2	0,209	0,136	0,101	0,075	0,067
1	0,199	0,120	0,081	0,052	0,043

Para construir la primera y la segunda parte de la primera tabla de consulta, la batería es sometida a varios ciclos de carga/descarga. Cada ciclo puede, por ejemplo, comprender una descarga con una corriente predeterminada constante, seguida de 30 minutos de permanencia en circuito abierto y una carga de corriente constante con el mismo índice hasta que la cantidad de energía eléctrica, en Ah, excede en el 45% la cantidad de energía eléctrica extraída durante la última descarga.

En las tablas 1 y 2, los índices de carga/descarga usados corresponden a los siguientes valores: 60h, 40h, 20h, 10h y 5h. En general, este procedimiento ofrece buenos resultados hasta un índice de carga que baje hasta 4h. Para la estimación del SOC durante la descarga el procedimiento puede proporcionar valores adecuados a índices de descarga mucho más bajos (descarga rápida), como 0,5-1h, debido al hecho de que durante la descarga no hay reacciones parásitas como formación de gas, corrosión, etcétera.

En la tabla 1, los valores del SOC SOC_{dsc} se han calculado para cada índice de descarga por integración de la corriente de descarga durante el intervalo de tiempo necesario para obtener un potencial de la placa positiva V₊ dado y normalización por la capacidad de descarga C_d de la batería.

$$SOC_{dsc} = \frac{100}{C_d} \int_0^t I dt \tag{2}$$

Así, durante el procedimiento de calibración, se miden la corriente I y el potencial de la placa positiva V₊ y se calcula el valor del SOC correspondiente SOC_{dsc} según la ecuación (2), en la que C_d se obtiene por calibración y corresponde al producto de la corriente medida I y del índice de descarga.

La figura 3 ilustra la variación medida correspondiente del potencial de la placa positiva V₊ frente a los valores calculados del SOC para diversos valores del índice de descarga.

A modo de ejemplo, las curvas experimentales de la figura 3 se han obtenido con una célula de Ni-Cd de 45Ah, usada normalmente para aplicaciones solares, con tipo de placas positivas de placa de alvéolos. El electrodo de referencia usado es un electrodo de Ag/Ag₂O relleno de KOH que tiene un peso específico de 1,21 g/ml (22,38% en peso, 4,83M), que se considera que está suficientemente cerca del electrolito en la célula de Ni-Cd. Los datos representados son ilustrativos y no deberían limitar la invención a este ejemplo particular.

La primera parte de la primera tabla de consulta representativa de la función $SOC(V_+, \text{índice})$ puede obtenerse de las curvas mostradas en la figura 3.

Los valores seleccionados del SOC se han establecido según la ecuación (2), con exactitud mínima de $\pm 0,1\%$. Los valores del SOC seleccionados en la Tabla 1 representan un conjunto de datos mínimos, mediante el cual puede generarse una curva entera de $V_+(SOC)$ por interpolación con splines cúbicas con bastante exactitud. Puede demostrarse que la diferencia entre una curva de $V_+(SOC)$ generada por splines y una curva experimental es insignificante.

10 Este conjunto de datos mínimos puede requerirse si la construcción de la tabla de consulta es menos automatizada, para disminuir el coste del procedimiento de calibración.

La siguiente etapa puede comprender un desarrollo numérico de la tabla de consulta obtenida: primero cada curva de descarga de $V_+(SOC)$ es desarrollada desde $SOC=1$ hasta el 99% con incrementos del 1% por interpolación con splines cúbicas. El número de filas de la tabla de consulta aumenta así automáticamente 5 veces aproximadamente, lo cual corresponde a un aumento de la exactitud virtual a aproximadamente $\pm 0,5\%$.

La construcción de la parte de descarga de la primera tabla de consulta también puede comprender un desarrollo del número de columnas. Basándose en los valores de $V_+(\text{índice})$ que corresponden a cada valor de SOC, el número de columnas puede aumentarse unas pocas veces por interpolación con splines cúbicas, con un incremento de índice de 0,5h. Las curvas de $V_+(\text{índice})$ correspondientes para varios valores de SOC se muestran en la Figura 5.

La segunda parte de la primera tabla de consulta se construye de una manera similar durante los ciclos de carga del procedimiento de calibración por integración de la corriente de carga y normalización por C_d . Sin embargo, es aconsejable tener en cuenta la ineficiencia del efecto adverso de la evolución del oxígeno dentro de una batería alcalina. La evolución del oxígeno produce una corriente parásita, que se ocurre durante la carga de la batería. En efecto, durante la carga hay dos tipos de corriente, una corriente de carga I_{ch} dada por $Ni(OH)_2NiOOH + e^- + H^+$ y una corriente parásita I_{O_2} que depende del gas O_2 dada por $4OH^- \rightarrow 2H_2O + O_2 + 4e^-$, correspondiendo la corriente medida I a la suma de estas corrientes. Por lo tanto, es aconsejable corregir el valor de la corriente medida al estimar la dependencia de la corriente de evolución de oxígeno I_{O_2} del potencial de la placa positiva V_+ . Esto sólo puede hacerse cuando la batería está completamente cargada. En efecto, en este momento toda la corriente inyectada se consume para la evolución de oxígeno en la placa positiva y puede obtenerse una curva experimental $I_{O_2}(V_+)$ a una temperatura predeterminada, tal como se muestra, por ejemplo, en la figura 6 a $22^\circ C$. Cada punto se mide después de una hora de sobrecarga de corriente constante en la dirección creciente de la corriente, después de tres ciclos vatimétricos.

Luego puede interpolarse la curva $I_{O_2}(V_+)$ por procedimientos conocidos usando una ecuación empírica. La mejor elección para la ecuación empírica es un polinomio de tercer orden:

$$40 \quad I_{O_2} = a_0 + a_1V_+ + a_2V_+^2 + a_3V_+^3 \quad (3)$$

Los coeficientes a_0 , a_1 , a_2 y a_3 pueden averiguarse por cualquier procedimiento de análisis conocido, como por regresión lineal.

45 La función polinómica obtenida $I_{O_2}(V_+)$ puede usarse luego para calcular los valores corregidos SOC_{ch} del SOC durante el procedimiento de calibración de carga usando la siguiente relación:

$$SOC_{ch} = \frac{100}{Cd} \int_0^t [I - I_{O_2}(V_+)] dt \quad (4)$$

50 Luego, la construcción de la segunda parte de la primera tabla de consulta sigue el mismo procedimiento que para la primera parte.

La segunda parte de la primera tabla de consulta representativa de la función $SOC(V_+, \text{índice})$ puede obtenerse de las curvas mostradas en la figura 4.

55 La segunda fase en el procedimiento de calibración es la determinación de la relación entre el coeficiente de

compensación de temperatura k_{iSOC} y el índice, lo cual puede almacenarse en una segunda tabla de consulta. En una realización preferida, el procedimiento usado para la construcción de la primera tabla de consulta se repite al menos a dos temperaturas adicionales, una superior al valor de la temperatura de referencia T_0 , por ejemplo $T_1 = 50^\circ\text{C}$, y una inferior a la temperatura de referencia, por ejemplo $T_2 = 0^\circ\text{C}$. Los procedimientos anteriormente mencionados proporcionan respectivamente la función $V_+(SOC, T_1)$ y $V_+(SOC, T_2)$ para una pluralidad de índices de carga y descarga.

Como ejemplo, para cada índice de carga y descarga se calcula un primer coeficiente k_T como la pendiente del potencial de la placa positiva V_+ frente a las temperaturas T_0 , T_1 y T_2 , en n valores diferentes, por ejemplo para SOC=20, 40, 60 y 80%, donde

$$k_T(SOC) = \frac{V_+(SOC, T_2) - V_+(SOC, T_1)}{T_2 - T_1} \quad (5)$$

Luego, para cada índice de carga y descarga, se calcula el k_{iSOC} medio $k_{iSOC} = \frac{1}{n} \sum_1^n k_T(SOC)$, en el ejemplo

anterior $n=4$. La tabla de consulta de k_{iSOC} frente al índice puede desarrollarse por interpolación con splines cúbicas con el mismo valor del incremento de índice que para la 1ª tabla de consulta.

Para obtener resultados de SOC con la mejor exactitud, la calibración debería realizarse teóricamente de manera individual para cada tipo, tamaño y diseño de batería alcalina. Sin embargo, los valores de calibración contenidos en una misma tabla de consulta pueden usarse, de hecho, para la estimación del estado de carga de diferentes tipos de baterías alcalinas (Ni-Cd, Ni-MH, Ni-Zn, Ni-Fe), con diversas dimensiones, siempre que tengan un tipo de placa positiva igual o similar, por ejemplo un electrodo de NiOOH (placa de alvéolos, sinterizado, etc.), y que los datos de calibración hayan sido obtenidos de un procedimiento de calibración realizado con el tipo de electrodo de NiOOH escogido. Además, la composición del electrolito del electrodo de referencia debería ser idéntica a la composición del electrolito de la batería o célula completamente cargada, o descargada, en la que está situado el electrodo de referencia para eliminar la influencia del potencial de contacto entre el electrodo de referencia y la batería.

La invención puede aplicarse en diferentes sistemas de energía donde la corriente de carga está limitada a aproximadamente $C_n/5 - C_n/4$, por ejemplo en los sistemas fotovoltaicos con almacenamiento de energía integrado donde la corriente de carga o la potencia están limitadas por el área del módulo fotovoltaico y el valor máximo de irradiación solar.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de estimación del estado de carga de una batería alcalina que tiene una capacidad nominal de la batería C_n predeterminada y que comprende un electrodo de referencia y una placa positiva de NiOOH, comprendiendo dicho procedimiento:
- medir el voltaje entre dicha placa positiva y dicho electrodo de referencia, siendo dicho voltaje representativo del potencial de la placa positiva V_+ ,
- 10 - y estimar el estado de carga (SOC) como una función de dicho potencial de la placa positiva y de la corriente de la batería,
- procedimiento **caracterizado porque** comprende:
- 15 - medir simultáneamente la corriente de la batería I , el potencial de la placa positiva V_+ y la temperatura T en un terminal de la batería,
- determinar un valor de temperatura compensada V_{c+} del potencial de la placa positiva como una función de los valores de potencial de la placa positiva V_+ medidos, de la corriente I , de la temperatura T y de la capacidad nominal de la batería C_n ,
- 20 - teniendo en cuenta dicha estimación del estado de carga el valor de temperatura compensada V_{c+} del potencial de la placa positiva.
- 25 2. El procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicha determinación del valor de temperatura compensada V_{c+} del potencial de la placa positiva comprende las siguientes etapas:
- determinar un coeficiente de temperatura k_{ISOC} que corresponde a al menos un índice de carga o descarga,
- 30 - calcular el valor compensado V_{c+} del potencial de la placa positiva según $V_{c+} = V_+ + (T - T_0) \times k_{ISOC}$, en donde T_0 es una temperatura de referencia predeterminada.
3. El procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la estimación del estado de carga se obtiene por medio de una primera tabla de consulta establecida previamente durante un procedimiento de calibración y que ofrece una correspondencia entre el SOC y el potencial de la placa positiva para diversos índices de carga y descarga.
- 35
4. El procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el procedimiento de calibración se realiza a la temperatura de referencia T_0 .
- 40
5. El procedimiento según una de las reivindicaciones 3 y 4, **caracterizado porque**, para un índice de carga o descarga dado, los valores del estado de carga de la primera tabla de consulta se calculan por integración de la corriente de carga o descarga durante un intervalo de tiempo necesario para obtener un valor de V_+ predeterminado y a una normalización por la capacidad de descarga C_d de la batería.
- 45
6. El procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** los valores de corriente de carga medidos son corregidos para tener en cuenta la influencia de la evolución de oxígeno sobre el potencial de la placa positiva.
- 50 7. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizado porque** dicho coeficiente de temperatura se determina basándose en una estimación del estado de carga durante los procedimientos de calibración a diferentes temperaturas (T_1 , T_2).

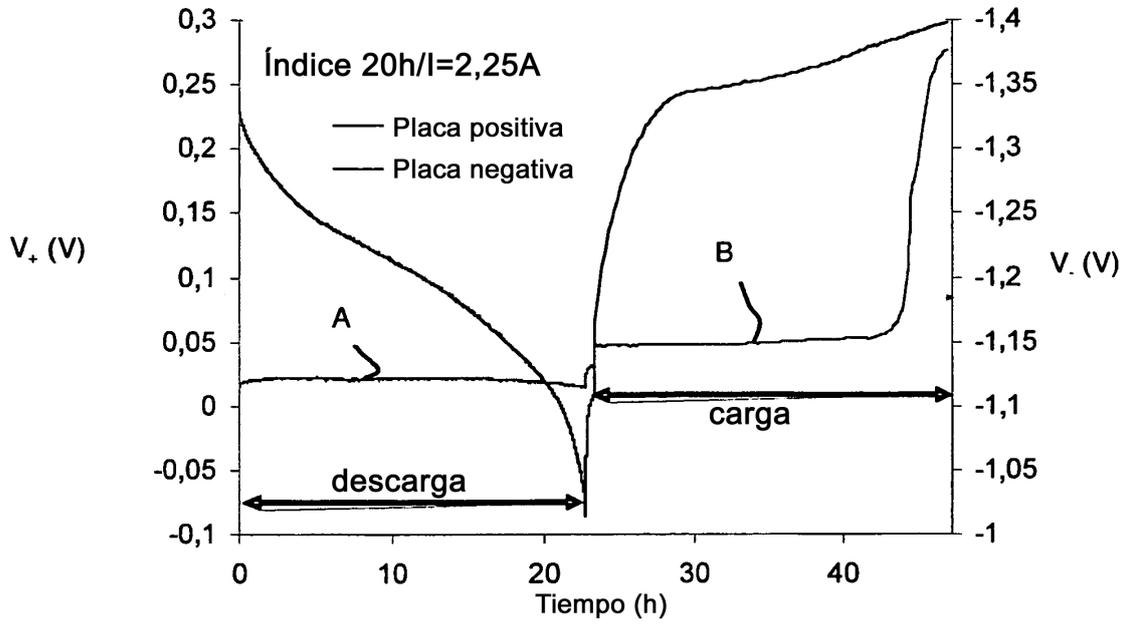


Figura 1

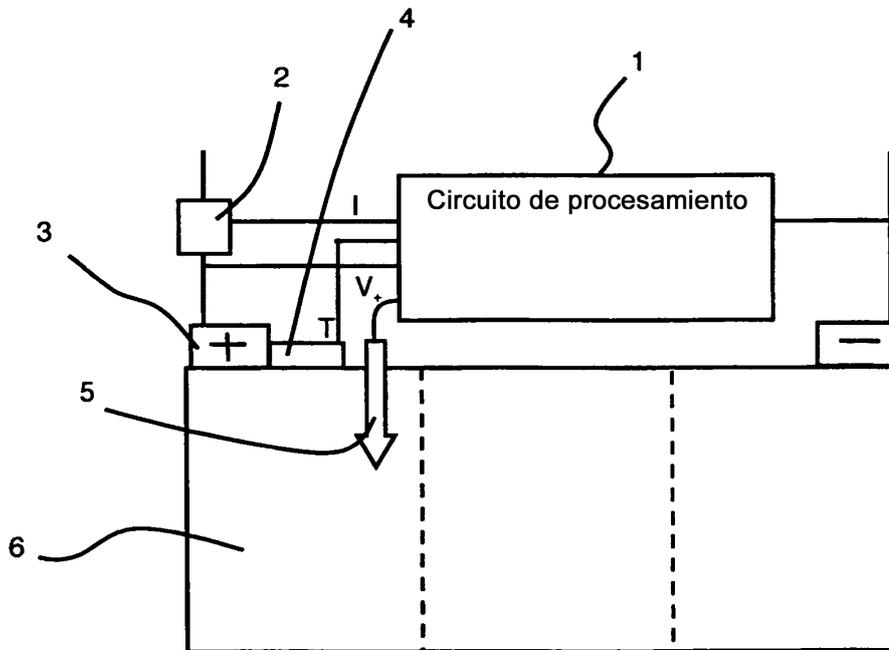


Figura 2

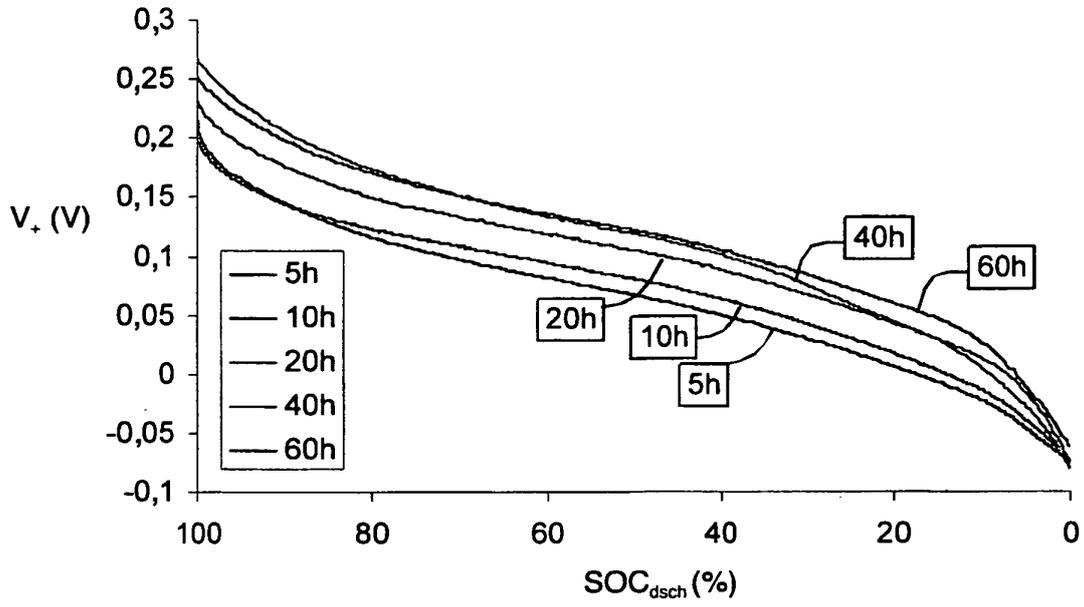


Figura 3

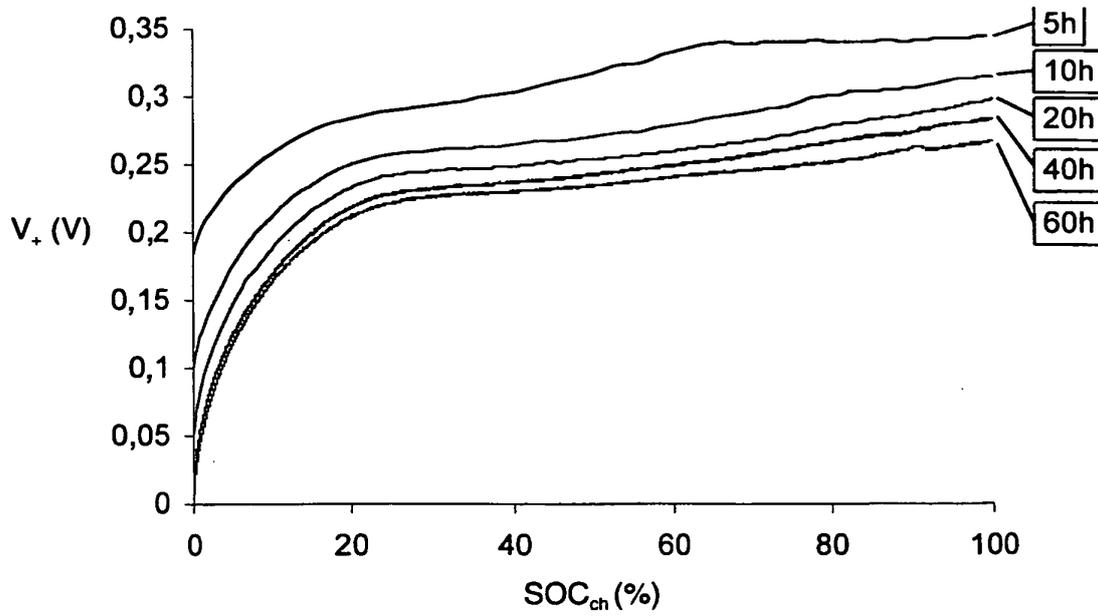


Figura 4

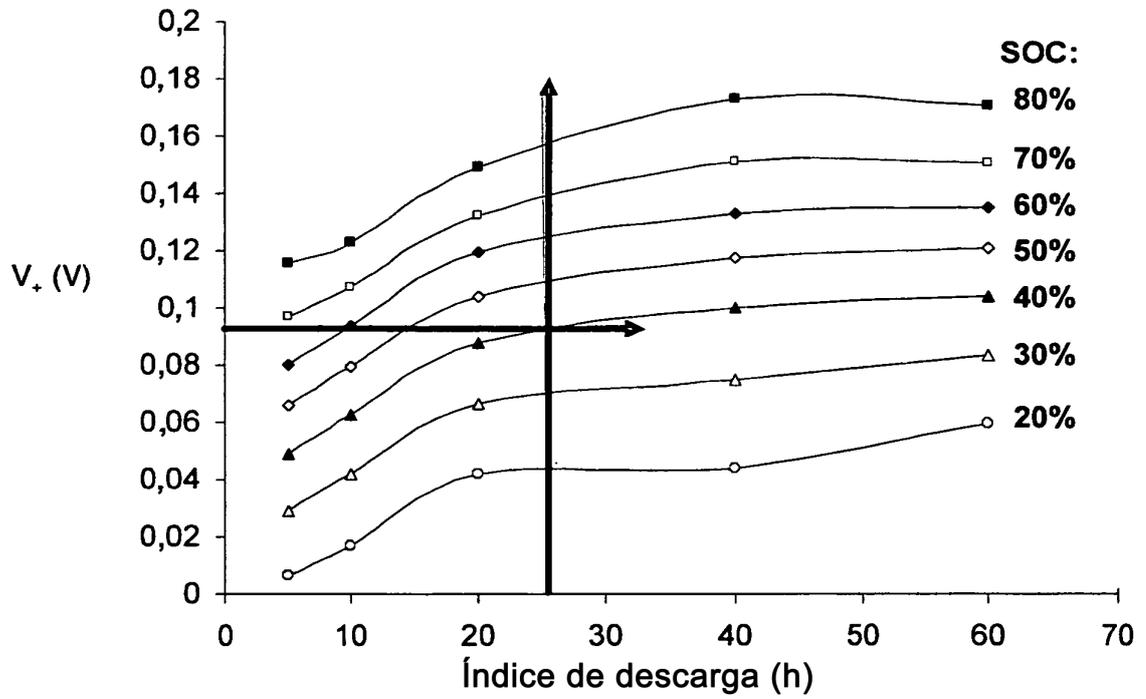


Figura 5

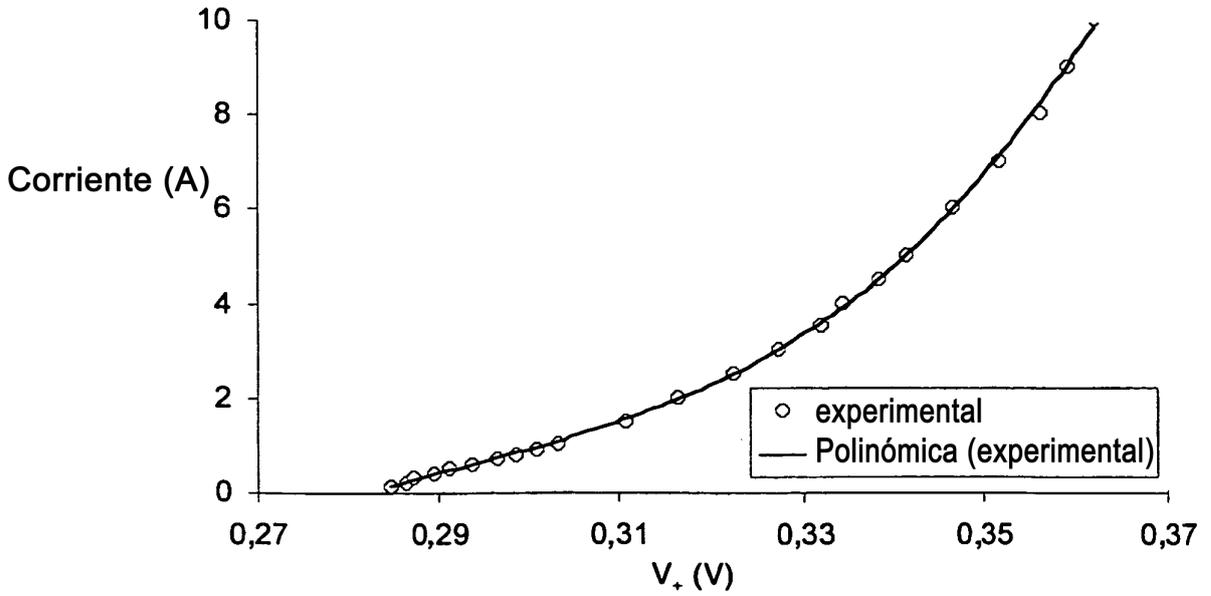


Figura 6