



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 326 520**

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

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **02292749 .5**

(96) Fecha de presentación : **04.11.2002**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1319956**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **18.06.2003**

(54) Título: **Sistema de determinación del estado de carga y de la tensión de una batería de almacenamiento de energía eléctrica, especialmente para vehículo automóvil.**

(30) Prioridad: **14.12.2001 FR 01 16259**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.10.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.10.2009

(73) Titular/es: **Peugeot Citroën Automobiles S.A.**
65-71, boulevard du Château
92200 Neuilly sur Seine, FR

(72) Inventor/es: **Bianchi, Valérie;**
Chabot-Petrault, Christine;
Dugast, Alain y
Ovazza, Thierry

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de determinación del estado de carga y de la tensión de una batería de almacenamiento de energía eléctrica, especialmente para vehículo automóvil.

La presente invención se refiere a un sistema de determinación del estado de carga y de la tensión de una batería de almacenamiento de energía eléctrica, especialmente para vehículo automóvil.

En particular, la invención es aplicable a baterías de tipo plomo/ácido de 12 V o 36 V.

En el funcionamiento de una batería de este tipo influyen un gran número de parámetros, siendo algunos de estos parámetros controlables, otros no.

Por diferentes razones, puede ser interesante determinar el estado de carga y la tensión de una batería de este tipo.

En el estado de la técnica, esto se realiza acumulando las corrientes de descarga y de carga de la batería en el tiempo, pero se concibe que tales procedimientos presenten un cierto número de limitaciones y de imprecisiones.

El documento US 6.285.163 describe un sistema de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y que presenta igualmente este tipo de problemas.

Así pues, el objeto de la invención es resolver estos problemas.

A tal efecto, la invención tiene por objeto un sistema de determinación del estado de carga y de la tensión de una batería de almacenamiento de energía eléctrica, especialmente para vehículo automóvil, de acuerdo con la reivindicación 1.

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que sigue, dada únicamente a título de ejemplo y hecha refiriéndose a los dibujos anejos, en los cuales:

- la Fig 1 ilustra de modo esquemático un sistema de determinación de acuerdo con la invención;

- la Fig 2 representa un esquema sinóptico de primeros medios de cálculo del estado de carga que entran en la constitución de un sistema de este tipo;

- la Fig 3 representa un esquema sinóptico de segundos medios de cálculo de la tensión que entran en la constitución de un sistema de este tipo; y

- las Figs 4 a 13 ilustran diferentes curvas que muestran los resultados obtenidos.

En la figura 1, en efecto, se ha ilustrado de modo esquemático, un sistema de determinación del estado de carga y de la tensión de una batería de almacenamiento de energía eléctrica, especialmente para vehículo automóvil, que debe ser situado en el contexto de la red eléctrica de a bordo de este vehículo.

Este sistema está designado por la referencia general 1 en esta figura y recibe en la entrada una información de corriente de la batería I_BAT, una información de estado de carga inicial de la batería SOC_init, y una información de temperatura de la batería TEMP y facilita en la salida una información de la tensión de la batería U_BAT y una información del estado de carga final SOC_FINAL.

Así pues, este sistema debe ser capaz de evaluar la tensión en los bornes de la batería en diferentes condiciones de temperatura y de estado de carga, pero, igualmente, de ofrecer un comportamiento realista a la vista de las solicitudes de corriente de la batería.

Sin embargo, es inútil afinar el establecimiento de un modelo del funcionamiento de la batería a nivel electroquímico para la utilización deseada.

A tal efecto, el modelo elegido es a la vez físico y conductista:

- Físico, en el sentido en que el modelo de la batería se obtiene por medio de una ecuación eléctrica equivalente constituida por tres términos:

$$U = [E \pm RI \pm DU]$$

donde E representa la fuerza electromotriz en vacío, R la resistencia interna equivalente de la batería vista por la red, I la corriente que atraviesa la batería, siendo una corriente saliente si $I < 0$ y una corriente entrante en ésta si $I > 0$ y DU una función no lineal de determinación de un desvío de tensión correctivo, que puede presentarse, por ejemplo, en forma de una función exponencial. Estos tres términos dependen entonces de la temperatura, del estado de carga y de la corriente de la batería; y

ES 2 326 520 T3

- Conductista, en el sentido en que las variaciones de la resistencia interna están cartografiadas a partir de diferentes pruebas disponibles para cada tipo de baterías, que, de hecho, corresponden a los datos de los proveedores.

Sin embargo, la dificultad reside en el hecho de obtener un modelo de batería con una precisión de 50 mV, válido para todas las baterías consideradas y en particular las baterías de ácido/plomo de 12 V o 36 V, en las zonas de funcionamiento siguientes:

- Estado de carga variando del 40% al 100% (correspondiendo el 100% a una batería totalmente cargada);

- Franja de temperatura yendo de -30°C hasta 50°C;

- Franja de corriente de carga y/o de descarga yendo de 0 a 200 amperios; y

- Tensión de funcionamiento variando de 6 V a 16 V.

Comparaciones entre las tensiones resultantes de la determinación y mediciones de la tensión de la batería realizadas en banco permiten verificar la precisión del sistema.

Se concibe, entonces, que los datos utilizados a lo largo de la presente descripción sean los datos de la batería, siendo estos datos valores obtenidos de pruebas o de mediciones en diferentes baterías para diferentes condiciones de funcionamiento.

Así pues, a partir de los conocimientos sobre las baterías, por ejemplo de plomo/ácido, y de los datos de la batería, ha sido posible desarrollar un sistema que responde a los objetivos descritos anteriormente.

Los datos de la batería se refieren a tres tipos de funcionamiento, a saber, un funcionamiento con la batería en circuito abierto, un funcionamiento con la batería en carga y un funcionamiento con la batería en descarga.

Las características son las siguientes:

- las tensiones en vacío en función del estado de carga y de la temperatura de la batería;

- las corrientes de aceptación de carga, es decir, la corriente absorbida por la batería en función de la tensión de carga, del estado de carga y de la temperatura del electrolito de la batería, y

- las tensiones de descarga en función de la corriente de descarga impuesta, del estado de carga y de la temperatura de la batería.

En una batería de 12 V, puede estimarse que una variación del 5% del estado de carga de la batería provoca un desvío de 50 mV con respecto al valor de la tensión en vacío.

En lo que concierne a la influencia de la temperatura, una variación de 10°C provoca un desvío de 8 mV con respecto al valor de la tensión en vacío.

Si se quieren respetar las causalidades de la red eléctrica de a bordo del vehículo, a saber, que el alternador sea equivalente a una fuente de corriente y la batería a una fuente de tensión, el modelo de la batería debe ser construido de manera que se tenga en la salida la tensión de la batería.

Como se ha indicado anteriormente, este modelo de batería tiene como entrada la corriente de carga o de descarga así como el estado de carga inicial y la temperatura del electrolito de la batería. Las salidas son la tensión en los bornes de la batería y el nuevo estado de carga.

Siendo el comportamiento de una batería diferente en carga y en descarga, se procede, por tanto, en dos etapas de establecimiento de modelo.

En efecto, el rendimiento de la batería es diferente en carga y en descarga.

El rendimiento es igual a 1 para la descarga y puede ser inferior a 1 para la carga en función del estado de carga y de la temperatura.

En descarga, los datos de la batería correspondientes se obtienen para corrientes de descarga constantes. La información de corriente de la batería es una magnitud de entrada del modelo. Los datos de la batería pueden utilizarse, por tanto, sin modificación.

En descarga, se introduce la noción de seudoparámetro. La seudotensión en vacío corresponde a la intersección entre la tangente a la característica en descarga y el eje de ordenadas.

ES 2 326 520 T3

La seudoresistencia interna se identifica como la pendiente de la tangente a la característica en descarga para corrientes altas.

Durante una primera etapa, en la tensión en los bornes de la batería, se eliminan los términos Eseudo y Rseudo*I, para obtener una delta de tensión (correspondiendo Eseudo y Rseudo a los parámetros de la batería citados anteriormente).

Para establecer un modelo de la delta de tensión restante, se elige una ley matemática que hace intervenir una forma exponencial, como se explicó anteriormente.

Los dos parámetros de esta ley no lineal son dependientes de la temperatura, del estado de carga de la batería y de la corriente de descarga impuesta a la batería.

Así, esta relación puede establecerse del modo siguiente:

$$\Delta U = A(\theta, SOC) e^{-E(\theta, SOC) I_{BAT}}$$

Utilizando los datos estadísticos en descarga, pueden identificarse los parámetros del modelo en descarga. Una vez fijada la ecuación e identificados los parámetros, se obtiene un modelo de batería en descarga.

En el caso del funcionamiento en carga, la batería es sometida a una tensión constante y la información de corriente de aceptación de carga es, por tanto, un dato de salida.

Los datos de la batería son reunidos en forma de tablas que informan, para una temperatura dada, la corriente de aceptación de carga (Iacc) en función del estado de carga de la batería y de la tensión de carga impuesta (Ubat).

Con el fin de tomar en consideración los problemas de las causalidades, es necesario transformar estos datos de modo que se obtenga una información de la tensión a la salida de la batería.

Durante una primera etapa y contrariamente al funcionamiento en descarga, en la tensión en los bornes de la batería, se elimina la tensión en vacío de ésta. Esta tensión en vacío es una característica de la batería y depende del estado de carga de la batería y de la temperatura real de ésta.

Las deltas de tensión obtenidas son función de la temperatura de la batería, del estado de carga y de la corriente de aceptación de carga de ésta.

El análisis de estas deltas de tensión permite adaptar la ley matemática utilizada en descarga.

Los dos parámetros del término no lineal dependen de la temperatura, del estado de carga de la batería y de la corriente de carga de la batería.

Contrariamente al modelo en descarga, el término resistivo es identificado al mismo tiempo que los dos parámetros del término no lineal del modelo.

Utilizando los datos estadísticos en carga, eventualmente retransformados, se pueden identificar los parámetros del modelo en carga.

Una vez fijada la ecuación e identificados los parámetros, se obtiene un modelo de batería en carga.

Esto está ilustrado, por ejemplo, en la figura 2 y la figura 3.

En efecto, en la figura 2 puede constatar que el sistema de determinación de acuerdo con la invención comprende primeros medios de cálculo de un estado de carga final designados por la referencia general 2, que recibe en la entrada informaciones del estado de carga inicial SOC_Init, de la capacidad nominal de la batería CAPA_Nom y de la corriente en la batería I_BAT.

Esto permite entonces a estos medios determinar el estado de carga final SOC_FINAL.

Esta información de estado de carga final es introducida en segundos medios de cálculo de la tensión que, por tanto, reciben en la entrada esta información del estado de carga final, de la corriente en la batería I_BAT y de la temperatura TEMP de ésta para determinar una tensión correspondiente U_BAT.

Estos medios están designados por la referencia general 3 en esta figura.

De hecho y como está ilustrado en la figura 3, estos segundos medios de cálculo 3 comprenden medios de estimación de la tensión en vacío de la batería, designados por la referencia general 4, a partir del estado de carga SOC, de la corriente en la batería I_BAT y de la temperatura TEMP, medios de cálculo de la tensión correspondiente a la resistencia interna equivalente de la batería designados por la referencia general 5, que reciben en la entrada las mis-

ES 2 326 520 T3

mas informaciones que los medios de estimación de la tensión en vacío y medios de cálculo a partir de una función no lineal de un desvío de tensión correctivo, estando designados estos medios por la referencia general 6 y recibiendo en la entrada las mismas informaciones que las descritas anteriormente.

5 Estos diferentes medios 4, 5, 6 facilitan entonces una información de fuerza electromotriz en vacío, de la tensión correspondiente a la resistencia interna equivalente de la batería y del desvío de tensión correctivo, a medios 7 de combinación de estos tres valores para facilitar la tensión de la batería U_{BAT} .

10 Las figuras 4 a 13 ilustran los resultados obtenidos para algunos ejemplos de datos de batería en carga y en descarga para una temperatura de 25°C y para una batería de 60 Amperios hora.

 Estas mismas características de batería han sido utilizadas para diferentes temperaturas y para toda una gama de baterías.

15 Numerosas simulaciones para diferentes temperaturas y estados de carga y tipos de batería, han permitido verificar que el sistema de acuerdo con la invención facilitaba informaciones correctas y cumplía el objetivo que se había fijado.

20 En efecto, el error cometido entre la determinación a partir del modelo y la medición se mantiene inferior a 50 mV cualesquiera que sean el tipo de batería, el estado de carga inicial y la temperatura de ésta.

 Estas figuras presentan, igualmente, algunas comparaciones entre la tensión obtenida en simulación y la tensión medida en la batería, teniendo la batería considerada una capacidad de 60 Amperios hora, a una temperatura de 25°C.

25 Estos resultados muestran, por tanto, la precisión de la determinación gracias al sistema de acuerdo con la invención.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Sistema de determinación del estado de carga y de la tensión de una batería de almacenamiento de energía eléctrica para vehículo automóvil, que comprende:

- primeros medios de cálculo (2) del estado de carga que reciben en la entrada informaciones del estado de carga inicial, de la capacidad nominal y de la corriente en la batería, para determinar un estado de carga final; y

10 - segundos medios de cálculo (3) de la tensión que reciben en la entrada, informaciones del estado de carga final, de la corriente de la batería y de la temperatura de ésta, para determinar la tensión correspondiente, **caracterizado** porque los segundos medios de cálculo comprenden:

- medios de estimación (4) de la tensión en vacío de la batería $E_{vacío}$;

15 - medios de cálculo (5) de una tensión $R_{int}.I_{bat}$ correspondiente a la resistencia interna equivalente de la batería;

- medios de cálculo (6) a partir de una función exponencial de un desvío de la tensión correctivo ΔU ; y

20 - medios de combinación (7) de estos tres valores $E_{vacío}$, $R_{int}I_{bat}$, ΔU para facilitar la tensión de la batería.

2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la batería es una batería de plomo/ácido.

25

30

35

40

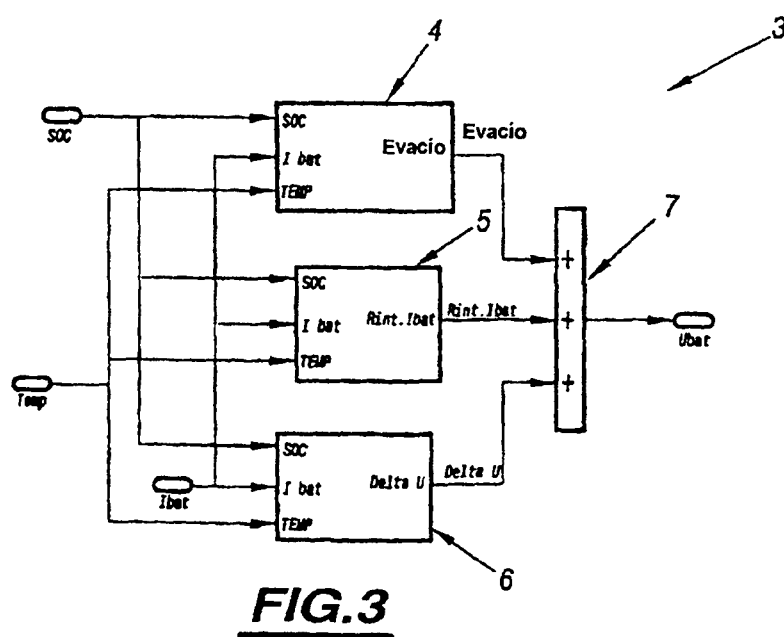
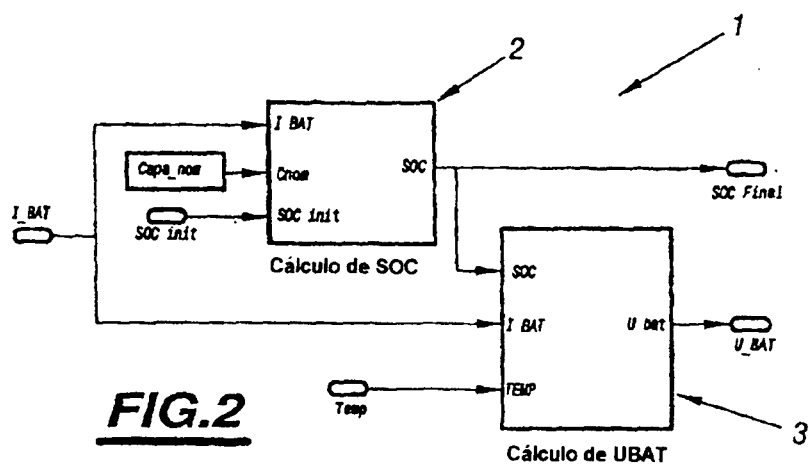
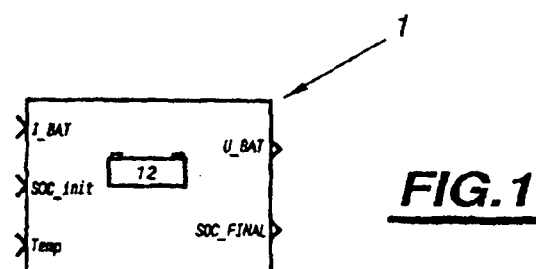
45

50

55

60

65



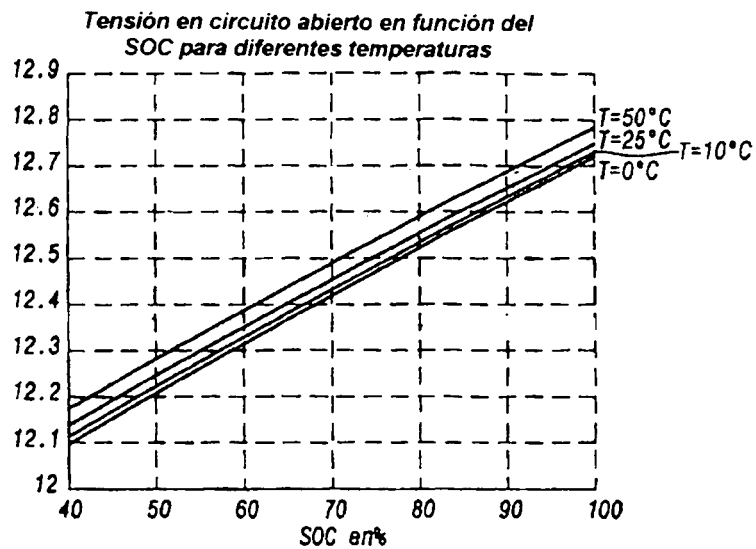


FIG.4

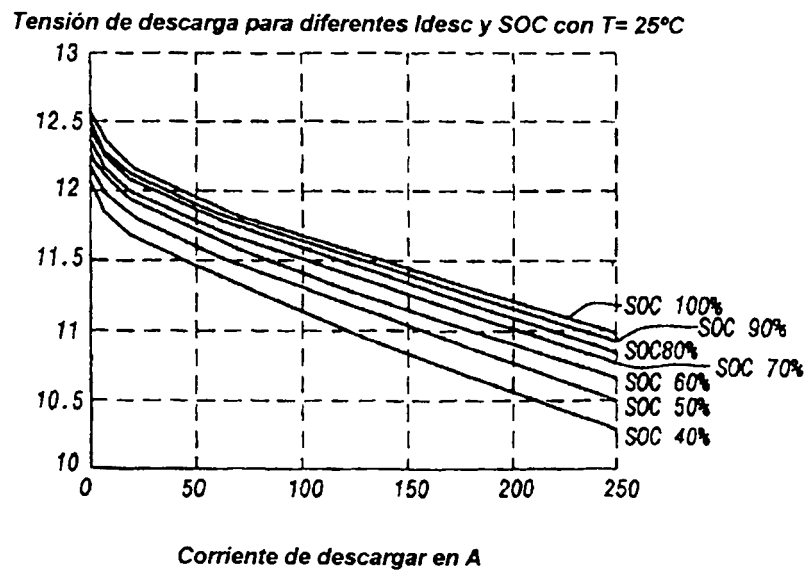


FIG.5

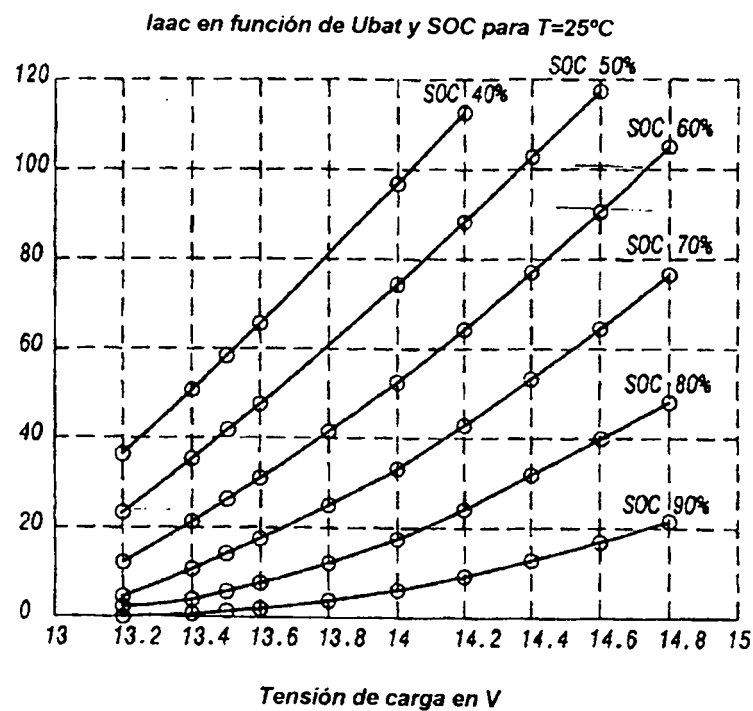


FIG. 6

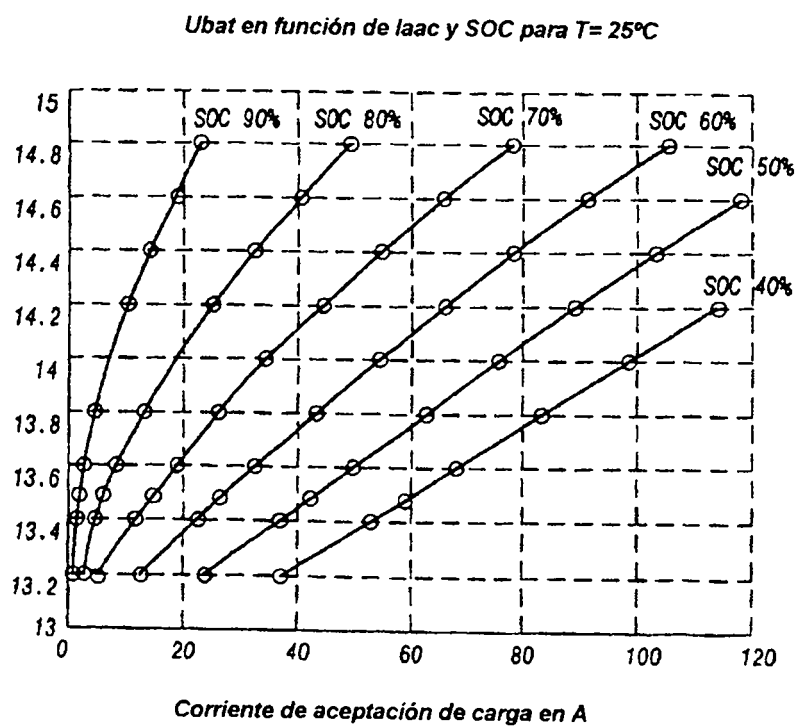


FIG. 7

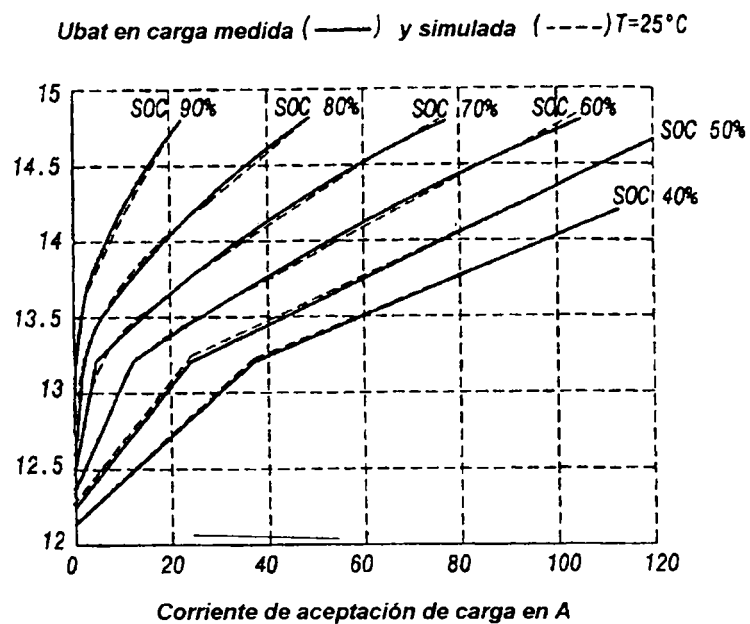


FIG.8

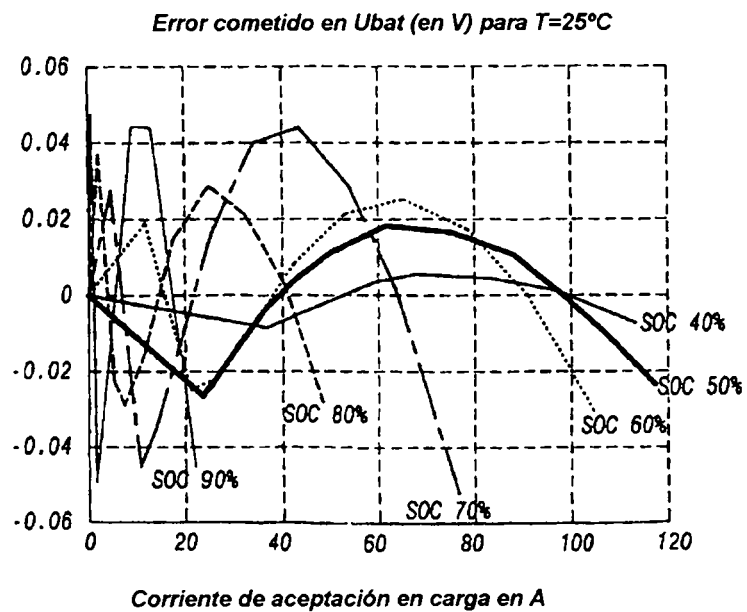


FIG.9

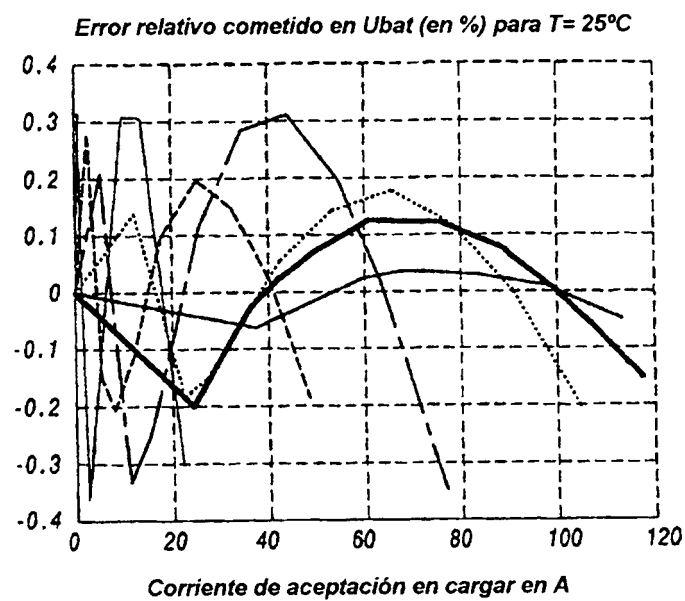


FIG.10

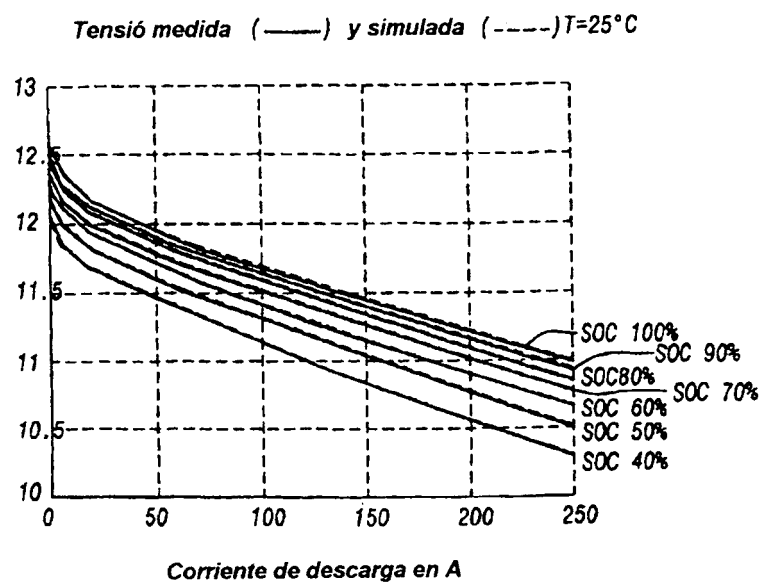


FIG.11

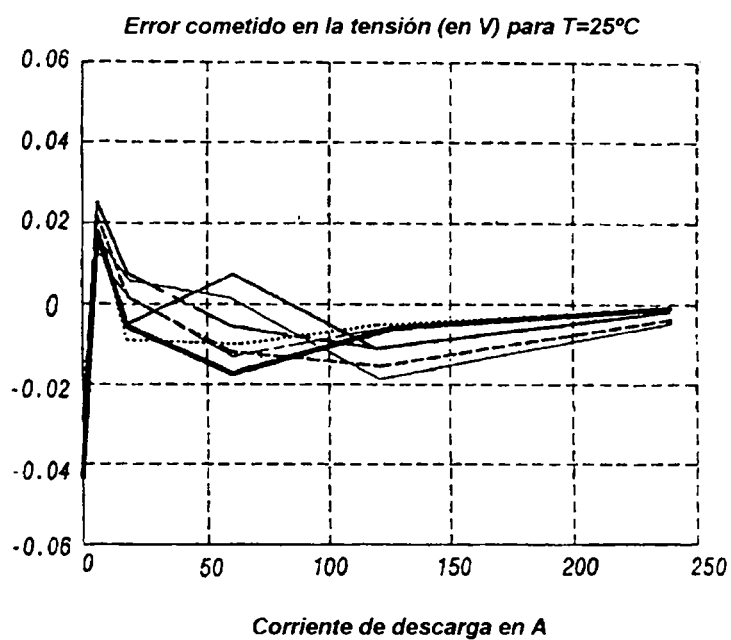


FIG. 12

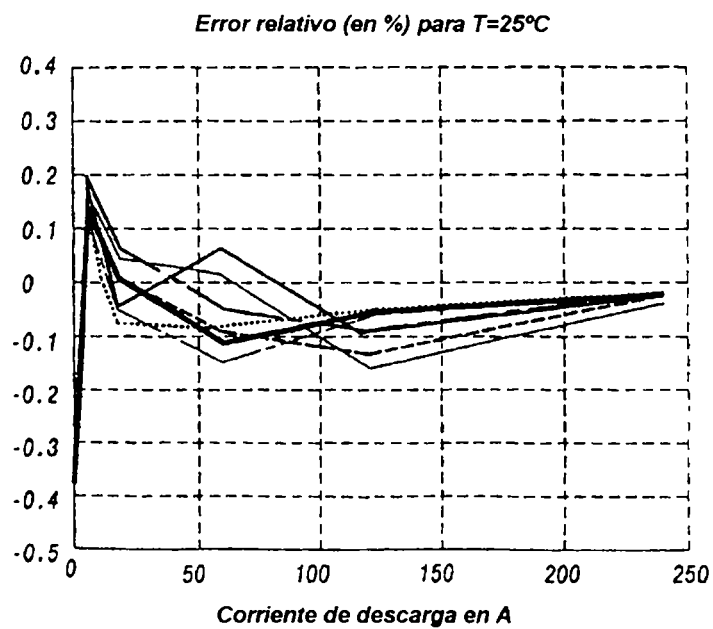


FIG. 13