

①9



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



①1 Número de publicación: **2 382 272**

②1 Número de solicitud: 200902187

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

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

②2 Fecha de presentación: **13.11.2009**

④3 Fecha de publicación de la solicitud: **06.06.2012**

④3 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**06.06.2012**

⑦1 Solicitante/s: **Universitat Politècnica de Catalunya  
c/ Jordi Girona, 31  
08034 Barcelona, ES**

⑦2 Inventor/es: **Cuadras Tomás, Ángel**

⑦4 Agente/Representante:  
**No consta**

⑤4 Título: **Método y aparato de medida del estado de carga y del estado de salud de baterías.**

⑤7 Resumen:

Método y aparato de medida del estado de carga y del estado de salud de baterías.

Se propone un método y un aparato de medida para determinar el estado de carga (SoC) y el estado de salud (SoH) de baterías recargables. Está demostrado en el estado de la técnica que la impedancia interna de las baterías depende de su estado de carga y de su estado de salud. El método consiste en medir el desfase que se produce en una señal senoidal cuando circula a través de la batería debido a la variación de la impedancia de la misma. El aparato de medida consiste en un lazo de enganche en fase (PLL): mediante su oscilador controlado por tensión interno (VCO) se genera una señal periódica, y mediante su comparador de fases interno se determina el desfase. El método es una simplificación de la técnica espectroscopía de impedancias, con aplicación en sistemas portátiles o móviles.

ES 2 382 272 A1

**DESCRIPCIÓN**

Método y aparato de medida del estado de carga y del estado de salud de baterías.

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un método y a un aparato para la determinación del estado de carga y salud de baterías recargables. La presente invención tiene aplicación en el campo de de los aparatos electrónicos móviles o portátiles y en el sector de la automoción.

10

**Antecedentes de la invención**

Dos parámetros de importancia en la caracterización y descripción de baterías son su estado de carga (SoC - state of charge en inglés) y su estado de salud (SoH - state of Health en inglés). El estado de carga (SoC) indica la energía disponible en una batería. El estado de salud (SoH) indica el desgaste o degradación de la batería, y por ende, su capacidad de almacenar energía.

15

La determinación precisa del SoC y del SoH de pilas y baterías es de especial importancia en los sistemas eléctricos o electrónicos que se alimentan de estas fuentes de energía. En especial, en sistemas móviles, desde teléfonos a automóviles eléctricos. La importancia de conocer el SoC y el SoH radica en poder predecir con precisión cuando será conveniente recargar la batería para evitar la interrupción indeseada del funcionamiento del sistema eléctrico.

20

Se han propuesto numerosos métodos para la determinación del SoC [1] y del SoH. Algunos de ellos son básicamente académicos mientras otros son usados en los equipos electrónicos actuales. Se describen brevemente las técnicas más comunes:

25

Test de descarga, para determinar la capacidad total de la batería cuando es nueva. Es un test sencillo pero se tiene que desconectar la batería, modifica el estado de la batería y es de larga duración.

30

Medida de la carga inyectada en la batería. Es muy precisa siempre y cuando se lleven a cabo recalibraciones de las medidas. Una invención reciente basada en este método se describe en la patente USPTO 2009/0132186 [2].

35

Medida de la tensión de la batería en circuito abierto. Es económica, de fácil implementación, de medida *in-situ*, pero requiere que la batería esté inactiva durante un largo periodo de tiempo para que la medida sea precisa.

Determinación a partir de algoritmos externos o tablas de calibración. Se requiere un algoritmo o tabla para cada batería.

40

Medida de la impedancia es efectiva para determinar el estado de carga y de salud pero es muy cara. Una invención reciente se propone en JP2004311257A [3].

Para mejorar la determinación del SoC o del SoH se pueden combinar varias técnicas en un aparato tal como se propone en la invención EP1933159A2 [4], en la cual se mide la tensión, la impedancia y se determina el SoC y el SoH a partir de un algoritmo.

45

Conforme se desprende de las metodologías posibles para determinar el estado de carga y de salud, la medida de impedancia es una buena elección si se consigue aplicar a un coste económico y energético reducido. La invención propuesta persigue reunir estas dos premisas.

50

Desde un punto de vista electroquímico es conocida la dependencia de la impedancia de la batería con su carga interna y con su desgaste [5]. La impedancia de la batería es sensible a las variaciones del SoC y del SoH.

Conforme a esta conclusión previa, la monitorización de la impedancia de la batería es de especial interés para determinar el SoC y el SoH por su fiabilidad. La impedancia se puede determinar con precisión mediante la técnica de espectroscopia de impedancias, que es eficaz y está bien establecida a nivel de laboratorio. Su aplicación práctica a sistemas móviles no se ha desarrollado debido a que los equipos necesarios para su medida son de envergadura y de alto consumo.

55

La impedancia interna de la batería es, desde un punto de vista electroquímico, un parámetro complejo. Para simplificar su análisis, se han propuesto numerosos modelos eléctricos equivalentes para describir el comportamiento de celdas electroquímicas [6, 7] en diferentes casos. En general, un mayor grado de complejidad del modelo permite una mejor descripción de los fenómenos a costa de complicar también la caracterización física de la batería. Ha sido demostrada la relación entre modelos eléctricos simples de impedancias y el estado de carga [8] y el estado de salud [9] de las mismas baterías.

60

Uno de los componentes importantes comprendido en la invención es un lazo de enganche en fase (PLL - Phase-Locked Loop en inglés). Un PLL es un sistema de control que genera una señal alterna y compara su fase con una señal

externa. Múltiples fabricantes comercializan PLLs tanto con salidas analógicas (por ejemplo el integrado LM565) como digitales (por ejemplo, integrados de la familia 4046).

5 El uso de sistemas PLL en sistemas de gestión de potencia de baterías se ha limitado al control del proceso de carga de la batería, ajustando la inyección de carga mediante un bombeo de corriente [10, 11].

Con la invención se busca llevar a cabo un método de medida de elevada precisión, que tenga tanto un consumo energético bajo para su funcionamiento como un coste económico bajo en relación al equipo en el cual estará integrado. Pues, actualmente no está desarrollado comercialmente ningún sistema compacto que se base en este principio por la complejidad de la medida.

### Lista de referencias citadas en la invención

15 [1] V. **Pop**, H. J. **Bergveld**, P. H. L. **Notten** and P. P. L. **Regtien**, “State-of-the-art of battery state-of-charge determination”, *Measurement Science & Technology* **16** (2005) pp. R93-R110.

[2] D. **Esnard**, J. **Walley** and S. **Sanya**, “Method And System For Reporting Battery Status Based On Current Estimation” Patent: USPTO 2009/0132186 A1, May 21 (2009).

20 [3] Mitsubishi Motor, “Internal-impedance estimation apparatus of battery, estimates internal impedance of battery in transient state and steady state, based on detected voltage, electric current and charge state of battery”, Patent: JP2004311257-A (2004).

25 [4] N. C. **Iwane**, K. C. **Chikazawa** and K. C. **Morii**, “Method and device for determining state of battery, and battery power supply system therewith” Patent: EP 1 933 159 A2 Bulletin 2008/25 (2008).

[5] U. **Troitzsch**, O. **Kanoun** and H. **Trankler**, “Characterizing aging effects of lithium ion batteries by impedance spectroscopy”, *Electrochimica Acta*, **51**, (2006) pp. 1664-1672.

30 [6] S. **Santhanagopalan**, Q. Z. **Guo**, P. **Ramadass** and R. E. **White**, “Review of models for predicting the cycling performance of lithium ion batteries”, *J. Power Sources* **156** (2006) pp. 620-628.

35 [7] R. **Rao**, S. **Vrudhula** and D. N. **Rakhmatov**, “Battery modeling for energy-aware system design”, *Computer*, **36** (2003) pp. 77-81.

[8] A. **Cuadras** and O. **Kanoun**, “SoC li-ion battery monitoring with impedance spectroscopy”, in 6th International Multi-Conference on Systems, *Signals and Devices*, 2009. SSD '09. pp. 1-5.

40 [9] A. **Cuadras**, U. **Troitzsch** and O. **Kanoun**, “Low energy budget battery monitoring”, in XXII Eurosensors (2008) pp. 1490-1493.

[10] L. R. **Chen**, “PLL-based battery charge circuit topology”, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, **51** (2004) pp. 1344-1346.

45 [11] L. R. **Chen**, J. J. **Chen**, N. Y. **Chu** and G. Y. **Han**, “Current-pumped battery charger”, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, **55** (2008) pp. 2482-2488.

### 50 Descripción de la invención

La invención consiste en un método y un aparato de medida para determinar el estado de carga y de salud de baterías.

55 A partir de la técnica de la espectroscopia de impedancias, cuyo esquema general se ilustra en la Figura 1, la invención propone una simplificación del método para tener un aparato de medida compacto. Si en la espectroscopia se hace un barrido en frecuencia, el método propone inyectar múltiples señales alternas de diferentes frecuencias (de forma discreta y en número bajo en comparación con un barrido) para determinar la impedancia compleja de la batería electroquímica.

60 El método consiste en determinar el estado de salud y de carga a partir de medir la diferencia de fase entre una señal de tensión de referencia senoidal a la entrada de la batería y una señal de tensión medida a la salida de la batería. El desfase entre las dos señales es debida a la impedancia compleja interna de la batería. La impedancia interna de la batería depende del SoC y del SoH de la batería.

65 El aparato de medida de la invención comprende:

Un lazo de enganche en fase (PLL), analógico o digital, cuyas funciones asignadas son:

## ES 2 382 272 A1

generar una señal alterna, cuadrada en el caso que sea digital o senoidal en el caso que sea analógico, de frecuencia prefijada mediante su oscilador controlado por tensión interno (VCO),

comparar las fases de dos señales de entrada.

5

Un filtro para convertir la señal cuadrada generada por el oscilador en una señal senoidal, en caso de usar un PLL digital que genere una señal cuadrada.

Un amplificador de potencia para amplificar la potencia de la señal senoidal.

10

Un comparador de dos entradas, para convertir la señal senoidal de referencia del amplificador a señal cuadrada y la señal senoidal perturbada en la batería en señal cuadrada, en caso de usar un PLL digital.

Un controlador que,

15

fija la tensión de referencia del VCO de manera que el oscilador genere una señal con una frecuencia determinada y,

determina el SoC y el SoH en función de la variación de fase entre las señales de referencia y de la batería.

20

### *Exposición detallada del circuito eléctrico preferido*

El método se ha implementado mediante un aparato de medida, descrito en la Figura 2. Se detallan los componentes de la implementación que se ha verificado. A partir de un PLL (2) comercial digital (modelo 4046), se usa el oscilador controlado por tensión (VCO) interno (3) para generar una señal cuadrada cuya frecuencia se fijará mediante un nivel de tensión establecido por el controlador (8). El lazo de enganche en fase (PLL) se ha alimentado a 6 V; en general, los PLLs digitales funcionan en el rango de tensiones de 3 a 15 V.

25

Para medir adecuadamente el desfase introducido por la impedancia de la batería es preferible inyectar una señal senoidal. Por este motivo, la señal cuadrada generada por el oscilador del PLL se filtra mediante un filtro (4), (en el montaje desarrollado mediante un filtro de segundo orden) para conseguir una señal senoidal de frecuencia fijada.

30

Debido a que la impedancia interna de la mayoría de baterías es inferior a  $10\Omega$ , la corriente que suministra el PLL no es suficiente por lo que es conveniente amplificar la señal mediante un amplificador de potencia (5).

35

Esta señal senoidal amplificada se inyecta a la batería (1) y se recoge la señal de salida en un comparador (6) (se ha usado un comparador simple de lazo abierto unipolar basado en un amplificador operacional) para recuperar una señal cuadrada.

40

Para evitar que la batería se descargue a través del aparato de medida, se debe colocar un condensador en serie con la batería para cortar el flujo de corriente continua.

Se compara la fase de la señal de referencia que se inyecta a la batería con la fase de la señal de salida de la batería en el comparador de fase (7) del PLL. La tensión de salida del comparador es recogida por el controlador (8) que, en función de los datos recogidos, determinará el estado de salud y el estado de carga.

45

En la Figura 3, se ilustran los resultados experimentales obtenidos para una batería de Li-ion ML2016: la curva de referencia inyectada por el amplificador a la batería, la señal desfasada a la salida de la batería y la señal resultante de la comparación de los desfases de las dos señales anteriores.

50

En la Figura 4 se ilustran los resultados experimentales obtenidos para una batería de Li-ion ML2016 muy degradada y completamente cargada: la curva de referencia inyectada por el amplificador a la batería, la señal desfasada a la salida de la batería y la señal resultante de la comparación de los desfases de las dos señales anteriores.

55

En la Figura 5 se ilustran los resultados experimentales obtenidos para una batería de Li-ion ML2016 muy degradada y completamente descargada: la curva de referencia inyectada por el amplificador a la batería, la señal desfasada a la salida de la batería y la señal resultante de la comparación de los desfases de las dos señales anteriores.

La comparación entre las Figura 3 y Figura 5 ilustra la diferencia entre las señales de salida del comparador debido a las diferencias de fase entre las señales de referencia y las señales perturbadas para una batería nueva y una batería degradada, o lo que es lo mismo, el efecto del estado de salud (SoH) sobre la medida de la impedancia. La comparación entre las Figura 4 y Figura 5 ilustra la diferencia entre las señales de salida del comparador debido a las diferencias de fase entre las señales de referencia y las señales perturbadas para la batería completamente cargada y la batería completamente descarga. Esta comparación da lugar a una indicación del SoC. El ancho del pulso para la Figura 3 es de  $30^\circ$ . Para la Figura 4 es de  $45^\circ$ . Para la Figura 5 es de  $50.5^\circ$ . Tal como se había puesto de manifiesto en [9] en el análisis de baterías ML2016 mediante el uso de un analizador de impedancias, los efectos del estado de salud sobre la impedancia de la batería son manifiestamente más significativos que los efectos del estado de carga.

60

65

## ES 2 382 272 A1

Para determinar la relación entre estado de carga y de salud, es necesario conocer para cada tipo de baterías, el comportamiento general de la impedancia en función del SoC y del SoH. Este comportamiento se introduce en el controlador para tener una curva de calibración para cada tipo de batería.

5 Para determinar el estado de carga (SoC), se observará la variación de fase durante el proceso de descarga, desde plena carga hasta llegar a plena descarga para fijar los límites de la curva. El proceso es reversible, es decir, cuando se carga la batería, el desfase disminuye.

10 Para caracterizar el estado de salud (SoH), se mide el desfase con la batería plenamente cargada. La variación del desfase en función del número de ciclos de carga y descarga fija la evolución del estado de salud.

El sistema se ha probado en baterías de litio, cuya impedancia varía exponencialmente con el estado de salud y linealmente para el SoC (Referencias [8, 9] del estado de la técnica).

15 Conforme a la invención, es ahora posible disponer de un sistema compacto de bajo consumo para determinar el estado de carga y de salud y que funciona de manera discontinua.

### *Ventajas respecto de otras técnicas*

20 Conforme a la invención descrita, se derivan diferentes ventajas del método propuesto respecto a los sistemas descritos en el estado de la técnica:

Respecto de los sistemas de medidas de corriente e integración de carga, que trabajan de forma ininterrumpida, la invención propuesta puede hacer la medida de manera discontinua y con la frecuencia que se establezca conveniente.

25 Respecto de los sistemas de medida de tensión, los resultados de esta invención son más robustos, pues la tensión como único parámetro ha demostrado una variabilidad respecto de muchos factores, como la temperatura, la corriente de operación además del estado de carga o del estado de salud. Además, las medidas se pueden realizar de forma más rápida y repetida.

30 La señal de medida de la batería es de baja tensión (del orden de los mV) y la corriente se ajusta al mínimo necesario en función de cada batería. De esta manera, la perturbación de la batería debido a la medida eléctrica se mantiene en un mínimo.

35 El sistema puede funcionar a tensiones muy bajas, limitadas por las condiciones de operación del PLL.

### **Breve descripción de los dibujos**

40 La Figura 1 ilustra el funcionamiento general del análisis mediante espectroscopia de impedancias.

La Figura 2 ilustra los componentes que conforman la invención.

45 La Figura 3 ilustra los resultados experimentales de desfase medido para una batería electroquímica nueva de Li-ion ML2016 completamente descargada.

La Figura 4 ilustra los resultados experimentales de desfase medido para una batería electroquímica de Li-ion ML2016 muy degradada y completamente cargada.

50 La Figura 5 ilustra los resultados experimentales de desfase medido para una batería electroquímica de Li-ion ML2016 muy degradada y completamente cargada.

55

60

65

# ES 2 382 272 A1

## REIVINDICACIONES

5 1. Aparato de medida del estado de carga y del estado de salud de baterías basado en dispositivos analógicos que comprende:

- Un generador de señal analógico, que genera una señal senoidal, de amplitud y frecuencia seleccionables.
- Un amplificador de potencia si la señal senoidal del generador no es capaz de inyectar la corriente necesaria en la batería para recuperar una señal senoidal.
- Un comparador de fase para la determinación del desfase entre la señal de entrada y de salida de la batería.
- Un controlador para determinar el estado de salud (SoH) y del estado de carga (SoC) de la batería sobre la base del desfase que se produce y con base en valores de referencia consignados.
- Un controlador para fijar la frecuencia de la señal del generador en función del resultado de la medida del desfase determinado por el mismo controlador.

20 2. Aparato de medida del estado de carga y del estado de salud de baterías basado en dispositivos digitales que comprende:

- Un generador de señal digital, que genera una señal cuadrada, de amplitud y frecuencia seleccionables.
- Un convertidor de señal cuadrada a senoidal.
- Un amplificador de potencia si la señal senoidal del generador no es capaz de inyectar la corriente necesaria en la batería para recuperar a la salida una señal senoidal.
- Un convertidor de señal senoidal a cuadrada.
- Un comparador de fase para la determinación del desfase entre la señal cuadrada de entrada y la señal cuadrada de salida de la batería.
- Un controlador para determinar el estado de salud (SoH) y del estado de carga (SoC) de la batería sobre la base del desfase que se produce y con base en valores de referencia consignados.
- Un controlador para fijar la frecuencia de la señal del generador en función del resultado de la medida del desfase determinado por el mismo controlador.

45 3. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se usa un lazo de enganche en fase (PLL) analógico para generar la señal analógica mediante su oscilador controlado por tensión (VCO) y comparar el desfase entre la señal de entrada de la batería y la señal de salida de la batería mediante su comparador de fase.

50 4. Aparato según la reivindicación 2, **caracterizado** porque se usa un lazo de enganche en fase (PLL) digital para generar la señal analógica mediante su oscilador controlado por tensión (VCO) y comparar el desfase entre la señal de entrada de la batería y la señal de salida de la batería mediante su comparador de fase.

55 5. Método según las reivindicaciones anteriores para determinar el estado de carga (SoC) de una batería a partir del desfase inducido por la impedancia de la batería en un ciclo de carga completo y que depende de la calibración realizada para cada tipo de batería.

60 6. Método según las reivindicaciones anteriores para determinar el estado de salud (SoH) de una batería a partir del desfase inducido por la impedancia de la batería determinada para igual estado de carga en cada ciclo y que depende de la calibración realizada para cada tipo de batería.

Figura 1 -

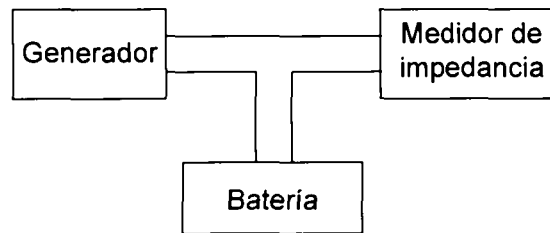


Figura 2 -

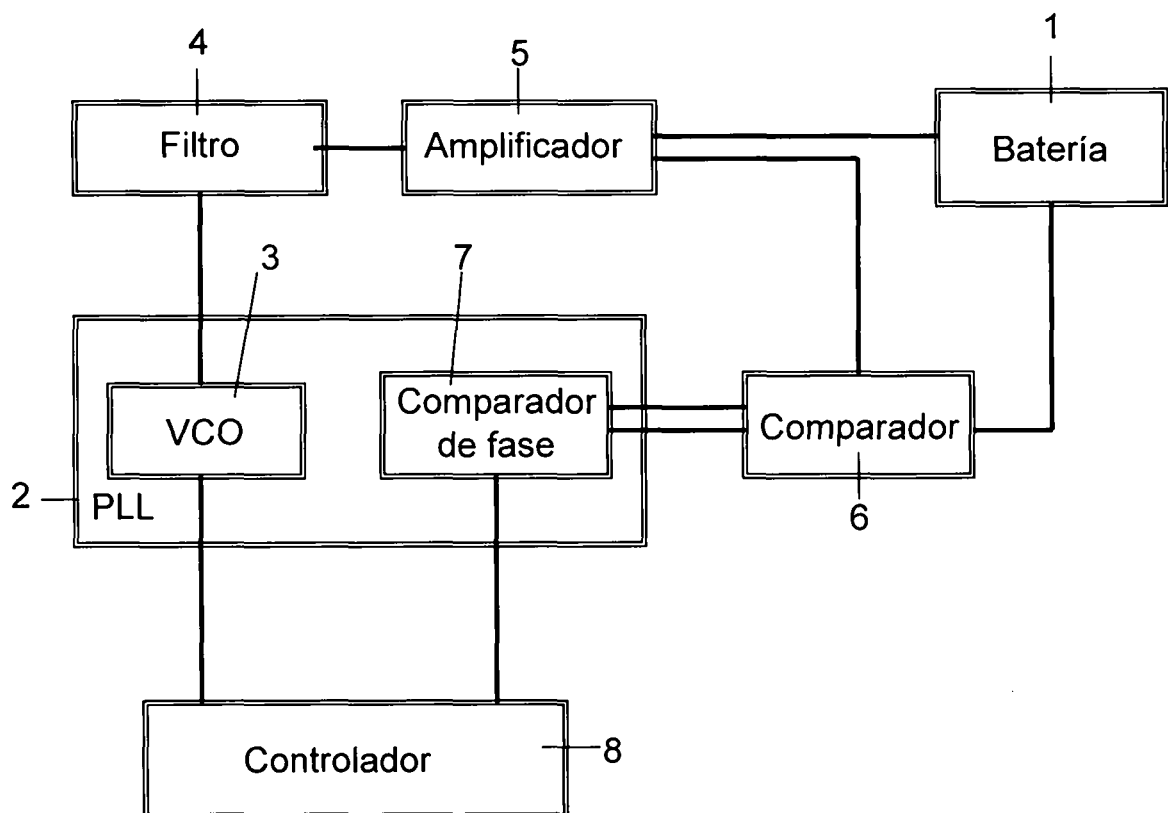


Figura 3 –

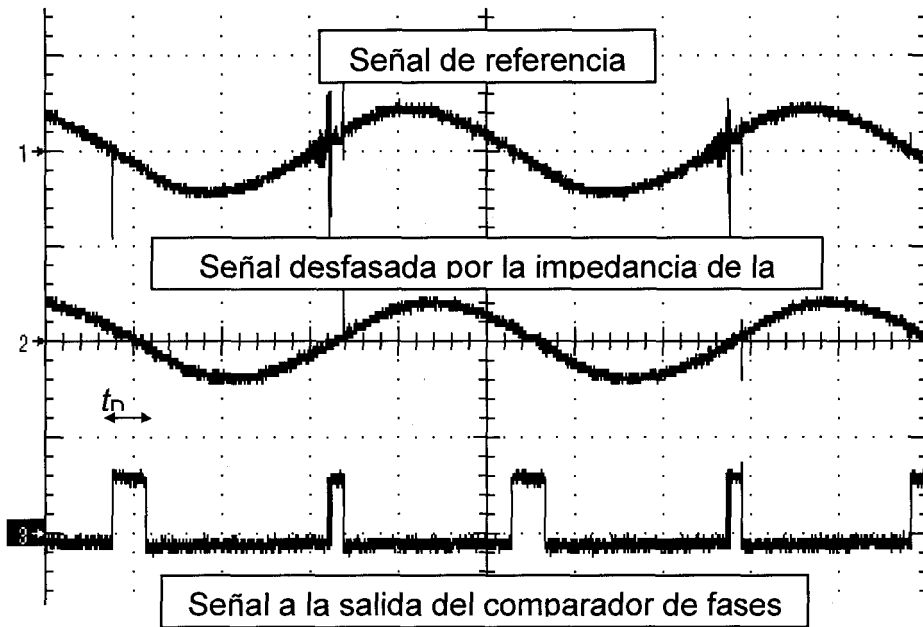


Figura 4 –

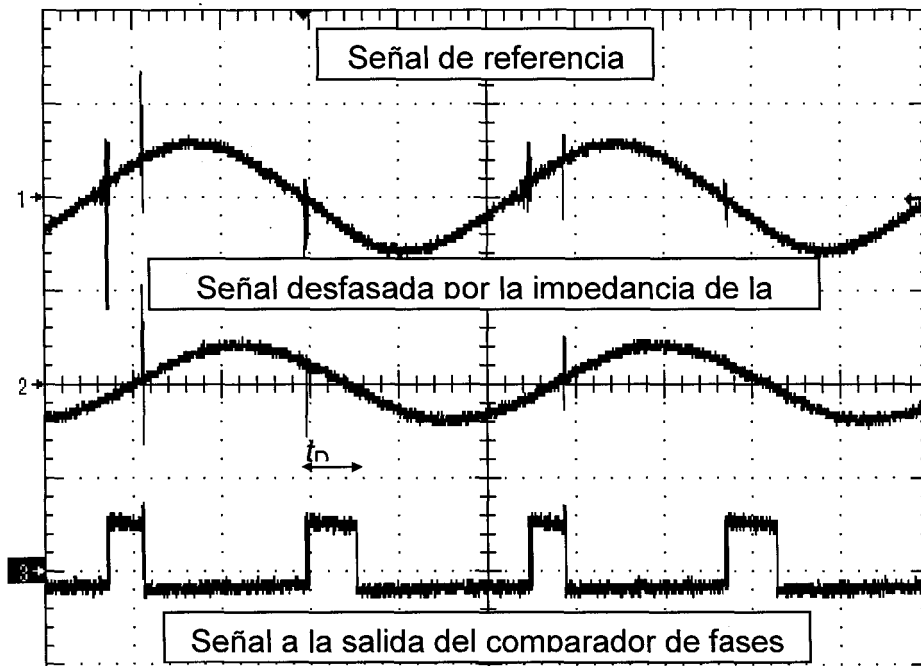
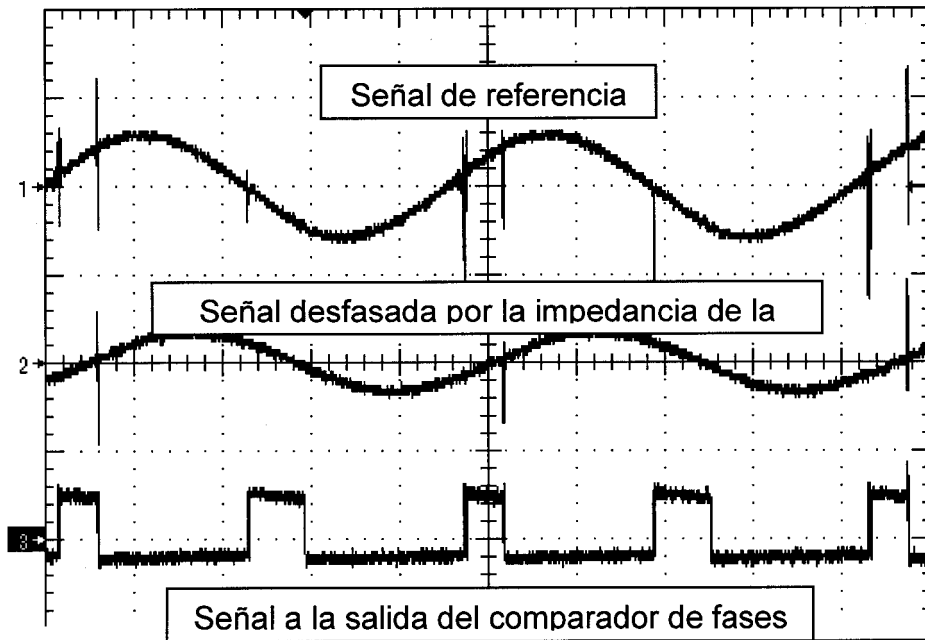




Figura 5 –





OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200902187

②② Fecha de presentación de la solicitud: 13.11.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01R31/36** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 2006170397 A1 ( SRINIVASAN RENGASWAMY ET AL.) 03/08/2006, Todo el domento.	1-6
Y	CUADRAS et al. "SoC Li-ion battery monitoring with impedance spectroscopy". 6th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices, 2009. SSD '09. IEEE, Piscataway, NJ, USA. 23.03.2009. ISBN 978-1-4244-4345-1. Todo el documento.	1-6
A	"PHASE DETECTOR". Artículo Wikipedia. Documento recuperado de internet <a href="http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Phase_detector&amp;oldid=312523757">http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Phase_detector&amp;oldid=312523757</a> [recuperado el 31.05.2012]. 08.09.2009. Todo el documento	1-6
A	HUET . "A review of impedance measurements for determination of the state-of-charge or state-of-health of secondary batteries". Journal of Power Sources Vol. 70, páginas 59-69 ,ELSEVIER SA CH, 30.01.1998. doi< 10.1016/S0378-7753(97)02665-7>. Todo el documento.	1-6

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
21.05.2012

Examinador  
M. Rivas Sáiz

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01R

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, INSPEC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 21.05.2012

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-6	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-6	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2006170397 A1 (SRINIVASAN RENGASWAMY et al.)	03.08.2006
D02	CUADRAS et al. "SoC Li-ion battery monitoring with impedance spectroscopy". 6th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices, 2009. SSD '09. IEEE, Piscataway, NJ, USA. 23.03.2009. ISBN 978-1-4244-4345-1. Todo el documento.	23.03.2009
D03	"PHASE DETECTOR". Artículo Wikipedia. Documento recuperado de internet < <a href="http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Phase_detector&amp;oldid=312523757">http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Phase_detector&amp;oldid=312523757</a> > [recuperado el 31.05.2012]. 08.09.2009. Todo el documento	08.09.2009

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El documento D01 se considera el más próximo del estado de la técnica a la invención solicitada.

Esta solicitud consta de dos reivindicaciones independientes de aparato (reivindicación 1 y 2). Se va a proceder a analizar inicialmente la reivindicación 2.

Con relación a la reivindicación 2, D01 describe un aparato de medida del estado de carga y del estado de salud de baterías basado en dispositivos digitales (resumen y figura 4) que comprende:

- Un generador de señal digital, que genera una señal digital de amplitud y frecuencia seleccionables (referencia 404 de la figura 4 y párrafo 0036). El hecho de que la señal generada sea cuadrada o no se considera una alternativa de diseño que no contribuye al resultado de la invención.
- Un convertidor de señal digital a senoidal (referencia 408 de la figura 4)
- Un amplificador de potencia (referencia 420 de la figura 4)
- Un convertidor de señal senoidal a digital (referencia 442 de la figura 4).

El documento D01 indica que en función de la señal de entrada a la batería (la corriente inyectada) y la señal de salida de la batería (tensión en los bornes de la batería) obtiene parámetros de la impedancia de la batería (figura 9, y párrafo 0032). Estos parámetros permiten determinar el SoH y SoC de la batería (párrafos 0057 y 0059).

La principal diferencia entre D01 y la reivindicación 2 es que D01 no especifica que utiliza como parámetro el desfase para determinar el SoH y Soc. El efecto técnico de esta diferencia es simplificar las medidas para determinar SoH y SoC. El problema es como simplificar las medidas necesarias para determinar el SoH y SoC de la batería.

El documento D02 describe un sistema para determinar el SoC y SoH de una batería. En este documento se indica en el resumen que la fase es el parámetro más sensible en relación al SoC y también indica su influencia en el SoH.

Por tanto, se considera que un experto en la materia aplicaría el criterio de medir la fase tal como indica D02 al sistema implementado en D01 para obtener la reivindicación 2 sin hacer uso de la actividad inventiva. Por tanto la reivindicación 2 no implica actividad inventiva (Artículo 8 LP.).

La reivindicación 1 difiere de la reivindicación 2 en que se basa en dispositivos analógicos y por tanto no son necesarios los convertidores analógicos digitales. El documento D01 especifica, tal como se ha indicado anteriormente, la utilización de señales digitales en el generador y comparador. El hecho de utilizar dispositivos analógicos en vez de digitales para realizar la misma función son modos concretos de realización, obvios para un experto en la materia. Por tanto la reivindicación 1 no implica actividad inventiva (Artículo 8 LP.).

Las reivindicaciones 3 y 4 proponen utilizar un PLL para generar la señal analógica y utilizar su detector de fase. Este modo de realización no está descrito en D01 pero los PLL son dispositivos ampliamente utilizados y es conocida su utilización tanto para generar señales como para detectores de fase (ver D03). Por tanto su aplicación a la invención no dota a las reivindicaciones 3 y 4 de actividad inventiva (Artículo 8 LP.).

Las reivindicaciones 5 y 6 tampoco implican actividad inventiva (Artículo 8 LP.) puesto que, tal como se ha indicado anteriormente se determina el SoH y SoC en función de la fase de la impedancia de la batería. Cabe destacara que D02 muestra la variación de la fase de la impedancia de batería con la carga y la descarga. Por tanto las reivindicaciones 5 y 6 no cumplen el requisito de actividad inventiva (Artículo 8 LP.).