

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 951**

51 Int. Cl.:

H02J 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.05.2011 PCT/EP2011/002250**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.11.2011 WO11138038**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.05.2011 E 11723246 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2567445**

54 Título: **Generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión y método**

30 Prioridad:

05.05.2010 US 774190

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

02.06.2017

73 Titular/es:

**AANENSEN, OVE T. (50.0%)
Hyllebakken 2
4622 Kristiansand, NO y
VALAND, DAG ARILD (50.0%)**

72 Inventor/es:

**AANENSEN, OVE T. y
VALAND, DAG ARILD**

74 Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

ES 2 614 951 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

Generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión y método

[0001] La presente invención se refiere a un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión y método para aumentar la vida útil por ciclo y la capacidad de una batería.

5 ANTECEDENTES

[0002] Wang *et al* hace referencia a cuestiones de diseño de un cargador de batería multifase controlado por microprocesador con estrategia de carga rápida.

[0003] Una batería recargable es una celda electroquímica que almacena energía, distribuyendo dicha energía tras la descarga de corriente en base a la demanda del dispositivo eléctrico. Una batería recargable puede recargarse forzando una corriente eléctrica a través de la batería en una dirección opuesta a la de descarga.

[0004] Un problema que se observa frecuentemente en relación con las baterías recargables es una pérdida de la capacidad energética de la batería tras ciclos de recarga sucesivos, lo que resulta en una cantidad reducida de tiempo de uso de batería hasta el siguiente ciclo de recarga. Por ejemplo, puede ocurrir una pérdida en la aptitud para retener la capacidad energética total de una batería después de que un ciclo de carga siga a un periodo de uso cuando la batería no se descargue por completo. La pérdida en la aptitud para retener la capacidad energética total puede volverse exasperada cuando hay ciclos repetidos de descarga poco profunda seguidos por un ciclo de carga. Con el fin de reducir el alcance de pérdida para retener sustancialmente la capacidad energética total de una batería evitando, además, un rápido deterioro en la capacidad energética disponible después de un ciclo de carga, los fabricantes recomiendan someter una batería recargable a una descarga profunda antes de recargar la batería.

[0005] Si bien existen muchos fenómenos que pueden contribuir a esta pérdida en la aptitud de la batería para retener la capacidad de carga total, se sabe que un deterioro en la aptitud de un constituyente activo para regenerarse en cualquiera o ambos del ánodo y cátodo puede ser un factor contribuyente. Por ejemplo, se ha señalado que la disminución en la capacidad de las baterías de plomo-ácido está relacionada con un cambio progresivo en la naturaleza de las materias activas del cátodo y el ánodo, lo que también contribuye a una reducción de la vida de la batería así como a una pérdida en la aptitud de la batería para retener la capacidad. El estado inicial de la estructura superficial del cátodo y el ánodo es poroso, lo que permite que una cantidad mayor de materia activa se exponga al electrolito circundante de la batería. A medida que la batería se somete a múltiples ciclos de descarga y recarga, la estructura superficial del cátodo y el ánodo se define, progresivamente, cada vez más mediante estructuras cristalinas de conglomerado que reducen el contacto total superficial de la materia activa con la solución electrolítica de la batería.

[0006] Los intentos de la técnica anterior para reducir estos efectos en una batería se han orientado a ciclos de carga de batería mejorados que incluyen asegurarse de que la batería se descarga profundamente antes de recargar la batería a un nivel de funcionamiento recomendado. Otros cargadores de batería de la técnica anterior controlan el patrón de carga y, en algunos casos, pueden incluir una secuencia de descarga ligera durante el periodo de carga de la batería. Por ejemplo, la patente estadounidense con n.º 5,633,574 a Sage expone una secuencia de carga para una batería que incluye la aplicación de forma repetida de una secuencia que incluye 1000 milisegundos de carga, 2 milisegundos de no carga, 5 milisegundos de descarga, y 10 milisegundos de no carga puede reducir el alcance de pérdida de la aptitud de la batería para retener una capacidad de carga total. La patente estadounidense con n.º 5,998,968 a Pittman *et al.* expone la aplicación de una descarga, carga y periodo de descanso a una batería en una secuencia de carga predeterminada hasta que la batería se cargue totalmente. La patente estadounidense con n.º 5,777,453 a Imanaga representa de nuevo otra estrategia de secuencia de carga por la que los impulsos de tensión se aplican periódicamente a la batería seguidos de un periodo de descanso en el que no se aplica tensión durante la secuencia de carga.

[0007] Las pérdidas repetidas en la aptitud de la batería para retener la capacidad de carga total durante múltiples ciclos de carga también pueden contribuir a una reducción global de la vida de la batería. Esto es, se sabe que una pérdida en la aptitud de la batería para retener la capacidad no es completamente irreversible y puede acumularse durante la vida de la batería, lo que resulta en una reducción global de la vida de la batería.

[0008] Durante un ciclo de carga, los electrodos o placas atraen iones -iones negativos a la placa positiva e iones positivos a la placa negativa- lo que impide que se sigan transfiriendo iones a las placas. A medida que se carga la batería, se desarrolla un aumento de la impedancia que resulta en un aumento de la resistencia de la batería para cargarse. Eventualmente, tras completarse la carga y eliminarse cualquier sobretensión, se desarrollará un

equilibrio en el ánodo y el cátodo de forma que la proporción de transferencia de iones a los electrodos iguale la proporción de la transferencia del mismo tipo de iones alejados de los electrodos.

- 5 **[0009]** Las ecuaciones de Boltzmann, representadas por la ecuación 1, y Nernst, representadas por la ecuación 2, describen el equilibrio termodinámico (el estado estable) que se desarrolla en un sistema electroquímico por lo que respecta al ratio de la densidad de iones en la solución electroquímica a granel, D_{se} , con respecto a la densidad del mismo tipo de iones presentes en la capa superficial del electrodo, D_{me} , en relación con la diferencia de potencial, $(V_{se}-V_{me})$ que existe entre la solución electroquímica y el electrodo y su dependencia mutua de dicho ratio D_{se}/D_{me} . Véase, por ejemplo, Christian Gerthsen and Helmut Vogel: Gerthsen Physics, 19 ed., Springer Verlag, Berlin and New York.

$$10 \quad \left(\frac{D_{se}}{D_{me}} \right) = e^{-(V_{se}-V_{me}) * q / kT} \quad (1)$$

$$(V_{se} - V_{me}) = - \left(\frac{kT}{q} \right) * \ln \left(\frac{D_{se}}{D_{me}} \right) \quad (2)$$

donde:

q = carga de un electrón, Culombio

k = constante de Boltzmann, Julio/Kelvin

- 15 T = temperatura absoluta, Kelvin

D_{se}/D_{me} = ratio de la densidad iónica de la solución electroquímica en relación con la densidad iónica de la capa superficial en el electrodo en equilibrio

$(V_{se} - V_{me})$ = diferencia de potencial entre la solución electroquímica y el electrodo en equilibrio, voltios

- 20 En condiciones de equilibrio, el sistema es estable, esto es, la formación, crecimiento o disolución o transiciones de fase no ocurren. En equilibrio, el flujo de cualesquiera especies iónicas hacia la capa superficial en el electrodo se compensará con el flujo de un número igual de las mismas especies iónicas desde la capa superficial en el electrodo hacia la solución electroquímica.

- 25 **[0010]** En todos los sistemas químicos, existe una tendencia a cambiar al estado de equilibrio. Véase, por ejemplo, James E. Brady: General Chemistry-Principles and Structure, John Wiley & Sons, New York. Si se altera un equilibrio existente, por ejemplo, mediante la imposición de un cambio en el potencial en el electrodo, entonces el ratio de la densidad iónica de la solución electroquímica en relación con la densidad iónica de la capa superficial en el electrodo cambiará hasta que se consiga una nueva condición de equilibrio. El tiempo de relajación se define como la cantidad de tiempo que se necesita para que el sistema llegue a una nueva condición de equilibrio. La constante de tiempo de relajación, que caracteriza el cambio en el ratio de densidades iónicas frente al tiempo, es definida por la constante dieléctrica específica dividida por la conductividad eléctrica específica, y ambas son propiedades de la solución electrolítica.
- 30

- 35 **[0011]** Las condiciones favorables para las transiciones de fase, esto es, para los iones de la solución electrolítica que se descargan en la superficie del electrodo, se dan cuando la solución está sobresaturada y el sistema sale desde su condición de equilibrio. Por ejemplo, la sobresaturación se produce cuando el potencial V_s de los iones en la solución electroquímica es mayor que el potencial de equilibrio V_{me} en el electrodo, como representa la ecuación (3).

$$(V_s - V_{me}) > 0 \quad (3)$$

[0012] Hay dos posibilidades para abordar esta condición de sobresaturación. Una posibilidad radica en imponer un potencial en el electrodo V_m que es más negativo o menos que el potencial del electrodo en equilibrio V_{me}

mientras que el potencial de la solución electroquímica se mantiene en su potencial de equilibrio como representa la ecuación (4).

$$(V_{se} - V_m) > 0 \quad (4)$$

- 5 La diferencia entre el potencial del electrodo en equilibrio y el potencial del electrodo bajo las circunstancias descritas más arriba se conoce como sobrepotencial electroquímico o la sobretensión electroquímica como representa la ecuación (5).

$$(V_{me} - V_m) > 0 \quad (5)$$

- 10 **[0013]** Otra posibilidad para abordar la condición de sobresaturación radica en la imposición en la solución electroquímica de un potencial V_s que es más elevado que el potencial de la solución electroquímica en equilibrio V_{se} manteniendo el potencial en el electrodo V_m en su potencial de equilibrio V_{me} . Por consiguiente, las circunstancias de la condición de sobretensión como se representa en la ecuación (3).

- 15 **[0014]** Las dos cantidades, la condición de sobresaturación y la sobretensión, pueden considerarse medidas para la desviación del estado de equilibrio termodinámico estable. Sin embargo, el mero hecho de que el sistema esté sobresaturado y haya sobretensión no crea necesariamente una transición de fase. Más bien, estas condiciones aumentan la probabilidad de que se produzca una transición de fase. Véase, por ejemplo, Alexander Milchev: Electrocristallization-Fundamentals of Nucleation and Growth, Kluwer Academic Publishers, New York.

[0015] Todavía existe una necesidad en la técnica de un aparato y método que funcione para reducir la pérdida de la capacidad de la batería para almacenar energía con el tiempo y aumentar la vida total de la batería durante el ciclo operativo entero de la batería, esto es, incluso fuera del periodo en que se está cargando la batería.

20 BREVE SUMARIO

- [0016]** La presente invención se refiere a dispositivos y métodos para aumentar la vida útil por ciclo y la capacidad de una batería. Sin pretender ceñirse a la teoría, un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión y las técnicas de la invención mantienen la capacidad de una batería y extienden la vida útil de la batería.

- 25 **[0017]** En un aspecto, la invención proporciona un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión que incluye las características de la reivindicación 1.

- 30 **[0018]** En una forma de realización de la invención, el generador de impulsos del generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión está configurado en un microcontrolador. En otra forma de realización de la invención, el generador de impulsos del generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión tiene un generador de impulsos positivos que genera la tensión pulsada positiva y un generador de impulsos negativos que genera la tensión pulsada negativa. En otra forma de realización adicional, el generador de impulsos tiene un interruptor inversor alternativo, donde el generador de impulsos genera una tensión pulsada, el interruptor inversor alternativo procesa alternativamente la tensión pulsada en una tensión pulsada directa y una tensión pulsada invertida, y la tensión pulsada directa es cualquiera de la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa mientras que la tensión pulsada invertida es la otra de la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa.

- 40 **[0019]** En una forma de realización de la invención, el circuito de excitación de tensión pulsada positiva y el circuito de excitación de tensión pulsada negativa del generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión tienen cada uno un conformador de impulsos y un generador de señales de temporización donde el conformador de impulsos y el generador de señales de temporización están configurados para transformar una tensión pulsada en una onda de tensión pulsada.

- 45 **[0020]** De acuerdo con diversas formas de realización de la invención, un amplificador de tensión positiva y un amplificador de tensión negativa amplifican la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa, respectivamente. En diversas otras formas de realización de la invención, un amplificador de tensión amplifica la onda de tensión pulsada.

[0021] Concretamente, el tiempo de subida del flanco anterior y el tiempo de subida del flanco posterior pueden ser aproximadamente un tercio del tiempo de relajación.

[0022] En determinadas formas de realización de la invención, la amplitud del impulso positivo del al menos un impulso de tensión positiva y la amplitud del impulso negativo del al menos un impulso de tensión negativa son mayores que una tensión de la batería, por ejemplo, al menos aproximadamente el doble de la tensión de la batería.

5 **[0023]** En una forma de realización de la invención, una frecuencia del ciclo de impulsos de la onda de tensión pulsada es tal que una duración del impulso del al menos un impulso de tensión positiva y una duración del impulso del al menos un impulso de tensión negativa no se solapan. En otra forma de realización de la invención, tanto la duración del impulso del al menos un impulso de tensión positiva y la duración del impulso del al menos un impulso de tensión negativa sobrepasan el tiempo de relajación.

10 **[0024]** En otra forma de realización de la invención, el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión, de forma adicional, comprende un controlador y un dispositivo de medición que mide la tensión de la batería. De acuerdo con esta forma de realización de la invención, el controlador identifica un estado de la batería que utiliza la tensión de la batería y activa el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión en base al estado de la batería.

15 **[0025]** En una forma de realización de la invención, la batería bipolar de sobretensión tiene como objetivo tratar una batería de plomo-ácido. En otra forma de realización de la invención, el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión puede tratar otros tipos de baterías (esto es, baterías que no sean de plomo-ácido).

[0026] En diversas formas de realización de la invención, el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la invención está directamente integrado en la batería.

20 **[0027]** En otra forma de realización adicional de la invención, un método según la reivindicación 16 para tratar una pluralidad de baterías con cada batería de la pluralidad de baterías teniendo el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la reivindicación 1 de la invención, incluye la etapa de controlar cada uno de los generadores de impulsos para batería bipolar de sobretensión de forma que no más de uno de los generadores de impulsos para batería bipolar de sobretensión esté aplicando una sobretensión en cualquier momento.

25 **[0028]** En una forma de realización de la invención, un método comprende las características de la reivindicación 16.

30 **[0029]** En otra forma de realización de la invención, el método puede incluir, de forma adicional, la etapa de amplificar la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa o, en otra forma de realización de la invención, amplificar la onda de tensión pulsada que incluye la combinación de la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa.

35 **[0030]** En diversas formas de realización de la invención, la etapa de producción del método comprende las etapas de generar una tensión pulsada y procesar la tensión pulsada, alternativamente, en una tensión pulsada directa y una tensión pulsada invertida, donde la tensión pulsada directa es cualquiera de la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa, y la tensión pulsada invertida es la otra de la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa.

40 **[0031]** En diversas formas de realización de la invención, la etapa de transformación del método comprende las etapas de conformar la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa respectivamente en una forma de tensión pulsada positiva y una forma de tensión pulsada negativa y temporizar una distribución de la forma de tensión pulsada positiva y una distribución de la forma de tensión pulsada negativa respectivamente en la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa.

[0032] Otros aspectos y formas de realización serán aparentes tras el análisis de la descripción siguiente tomada conjuntamente con los dibujos que la acompañan. Sin embargo, las reivindicaciones adjuntas explican con detalle la invención.

45 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS DIVERSAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

[0033] Por consiguiente, después de haber descrito la invención en términos generales, se hará referencia a continuación a los dibujos que la acompañan, que no se han dibujado necesariamente a escala, y donde:

La figura 1 es una representación gráfica que compara un ciclo de impulsos de sobretensión ilustrativo impuesto entre los bornes de una batería según la presente invención con el ratio de densidades iónicas en una celda electroquímica.

5 La figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra una forma de realización del generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención;

La figura 3A ilustra un diagrama de un circuito eléctrico que representa una forma de realización de un microcontrolador de un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención;

10 La figura 3B ilustra un diagrama de un circuito eléctrico que representa una forma de realización de un circuito de excitación de tensión de un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención;

La figura 3C ilustra un diagrama de un circuito eléctrico que representa una forma de realización de un amplificador de tensión y un distribuidor de tensión pulsada de un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención;

15 La figura 3D ilustra un diagrama de un circuito eléctrico que representa una forma de realización de un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención comprendiendo un microcontrolador, un circuito de excitación de tensión y un amplificador de tensión;

La figura 4 es una vista en perspectiva de una forma de realización que muestra un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención integrado con una batería;

20 La figura 5 es un diagrama esquemático que ilustra una forma de realización de la invención que tiene una pluralidad de generadores de impulsos para batería bipolar de sobretensión integrados con un número correspondiente de baterías;

25 La figura 6 es una representación gráfica que muestra el tiempo de descarga para una batería que se ha procesado según una forma de realización de la invención frente al tiempo de descarga para una batería que no se ha procesado de dicho modo; y

La figura 7 es una representación gráfica de los tiempos de descarga frente al número de ciclos de carga/descarga para una batería que se ha procesado según una forma de realización de la invención comparados con los tiempos de descarga frente al número ciclos de carga/descarga para una batería que no se ha procesado de dicho modo.

30 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

35 **[0034]** La presente invención se describirá, a continuación, de forma más completa de aquí en adelante con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales se muestran algunas, pero no todas las formas de realización de las invenciones. Se pueden describir las formas de realización preferidas de la invención, pero la presente invención puede, sin embargo, realizarse de muchas formas diferentes y no debería interpretarse que se limita a las formas de realización establecidas en el presente documento. Más bien, estas formas de realización se proporcionan para que la presente exposición sea exhaustiva y completa, y transmita totalmente el alcance de la invención a los expertos en la materia. Las formas de realización de la invención no se deben interpretar de ninguna manera como limitativas de la invención. Los números iguales se refieren a los elementos iguales a lo largo del documento.

40 **[0035]** Tal como se utilizan en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una" y "el", "la" incluyen los referentes plurales a menos que el contexto indique otra cosa claramente. Por ejemplo, la referencia a "una batería" incluye una pluralidad de dichas baterías.

45 **[0036]** Se entenderá que los términos relativos, tal como "que precede" o "seguido por" o similares, pueden utilizarse en el presente documento para describir la relación de un elemento con respecto a otro elemento como se ilustra en las figuras. Se entenderá que los términos relativos pretenden abarcar diferentes orientaciones de los elementos además de la orientación de los elementos como se ilustra en las figuras. Se entenderá que dichos términos pueden utilizarse para describir las posiciones relativas del elemento o elementos de la invención y no pretenden, a menos que el contexto indique claramente lo contrario, ser limitativos.

[0037] Las formas de realización de la presente invención se describen en el presente documento con referencia a diversas perspectivas, incluyendo vistas en perspectiva que son representaciones esquemáticas de formas de realización idealizadas de la presente invención. Tal como apreciaría un experto en la materia a la que pertenece la presente invención, deben esperarse, en la práctica de la presente invención, variaciones o modificaciones de las formas que se ilustran en las figuras. Dichas variaciones y/o modificaciones pueden resultar de técnicas de fabricación, cuestiones de diseño y similares, y dichas variaciones pretenden incluirse en el presente documento en el alcance de la presente invención y como se establece, más adelante, en las reivindicaciones que siguen. Los artículos de la presente invención y sus respectivos componentes ilustrados en las figuras no pretenden ilustrar la forma precisa del componente de un artículo y no pretenden limitar el alcance de la presente invención.

[0038] Si bien se emplean términos específicos en el presente documento, se utilizan con un sentido genérico y descriptivo únicamente y no con fines limitativos. Todos los términos, incluyendo términos técnicos y científicos, tal como se utilizan en el presente documento, tienen el mismo significado como suele entender un experto en la materia a la que pertenece la presente invención, a menos que se haya definido un término de otro modo. También se entenderá que los términos, tales como los definidos en diccionarios de uso habitual, deberían interpretarse como si tuvieran un significado que un experto en la materia a la que pertenece la presente invención suele entender. También se entenderá que los términos, tales como los definidos en diccionarios de uso habitual, deberían interpretarse como si tuvieran un significado que es coherente con su significado en el contexto de la técnica relevante y la presente exposición. Dichos términos de uso habitual no se interpretarán con un sentido idealizado o excesivamente formal, a menos que la exposición del presente documento lo defina expresamente de otro modo.

[0039] La invención descrita en el presente documento se refiere a un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión comprende generalmente un generador de impulsos que produce una tensión pulsada positiva y una tensión pulsada negativa, un circuito de excitación de tensión pulsada que transforma la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa en una onda de tensión pulsada positiva y una onda de tensión pulsada negativa, un distribuidor de tensión pulsada que combina la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa en una onda de tensión pulsada que se aplica entre los bornes de la batería y, de forma opcional, un amplificador, que puede amplificar la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa o la onda de tensión pulsada.

[0040] En una forma de realización de la invención, el generador de impulsos puede estar configurado en un microcontrolador. En otra forma de realización de la invención, el generador de impulsos comprende un generador de impulsos positivos y un generador de impulsos negativos. En otras formas de realización de la invención, el generador de impulsos puede comprender un interruptor inversor alternativo que procesa, alternativamente, una tensión pulsada en la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa. Sin pretender ser limitativos, el dispositivo inventivo es concretamente útil para aumentar la vida útil por ciclo de la batería y mejorar la aptitud de la batería para retener la capacidad.

[0041] Si los impulsos de tensión se imponen a través de los electrodos de una celda de batería, se experimentará un cambio en el potencial entre la solución electroquímica y los electrodos. En todos los sistemas químicos, por ejemplo, sin pretender ser limitativos, una batería de plomo-ácido, hay una tendencia a cambiar al estado de equilibrio.

[0042] Si se altera un equilibrio existente, por ejemplo, mediante la imposición de un cambio en el potencial en el electrodo, entonces el ratio de la densidad iónica de la solución electroquímica en relación con la densidad iónica de la capa superficial en el electrodo cambiará hasta que se consiga una nueva condición de equilibrio. El tiempo de relajación se define como la cantidad de tiempo que necesita el sistema para llegar a una nueva condición de equilibrio. La constante de tiempo de relajación, que caracteriza el cambio en el ratio de densidades iónicas frente al tiempo, es definida por la constante dieléctrica específica dividida por la conductividad eléctrica específica, y ambas son propiedades de la solución electrolítica.

[0043] Un impulso de tensión positivo que se impone a través de un sistema electroquímico, un tipo de impulso A, se define por el tiempo de subida del impulso, que se refiere a la cantidad de tiempo que necesita el flanco inicial del impulso de tensión para realizar una transición desde aproximadamente el tiempo en que el impulso empieza a subir hasta aproximadamente el tiempo en que se alcanza el pico máximo del impulso.

[0044] Si el tiempo de subida del tipo de impulso A es menor que el tiempo de relajación del sistema electroquímico, entonces se impone una condición de sobretensión en el sistema electroquímico, por lo que el ratio de densidad del ion cambiará a un nuevo valor a lo largo del tiempo de relajación en base a la diferencia de potencial recién impuesta según la ley de distribución de Boltzmann de la ecuación (1). Un impulso de tensión positiva que cause una sobretensión en un sistema electroquímico provocará que el ratio de la densidad iónica de la solución electroquímica en relación con la densidad iónica de la capa superficial en el electrodo aumente

hasta que se elimine dicho impulso de tensión positiva, lo que permitirá que el sistema electroquímico vuelva o se relaje en su estado de equilibrio original.

[0045] En cambio, también puede imponerse una condición de sobretensión mediante la utilización de un impulso de tensión negativa, o un tipo de impulso B, que tiene una polaridad inversa a la del impulso de tensión positiva, tipo de impulso A. Durante el tiempo en que se aplica el tipo de impulso B, el ratio de densidades iónicas disminuirá, pero después de que el tipo de impulso B se termine, el ratio de densidades iónicas volverá al valor que cumple la distribución de Boltzmann según la ecuación (1). El tiempo de subida para un impulso de tensión negativa se refiere a la cantidad de tiempo que necesita el flanco posterior del impulso de tensión para realizar una transición desde aproximadamente el tiempo en que el flanco posterior del impulso empieza a cambiar hasta aproximadamente el tiempo en que el impulso ya no se está aplicando. Si el tiempo de subida del flanco posterior del impulso de tensión negativa es menor que el tiempo de relajación del sistema, entonces una condición de sobretensión se impone en el sistema electroquímico.

[0046] Se ha descubierto que si se imponen impulsos de tensión positiva similares, o tipos de impulso A, a alta frecuencia en un sistema electroquímico, uno siguiendo al otro, entonces se consigue menos sobretensión desde el segundo impulso como resultado de la incapacidad del ratio de la densidad iónica de la solución electroquímica en relación con la densidad iónica de la capa superficial para volver a su estado de equilibrio. También se ha descubierto que este "efecto memoria" puede evitarse mediante la inclusión de un impulso de tensión negativa, tipo de impulso B, entre los dos impulsos de tensión positiva, tipos de impulso A, todos los cuales se aplican alternativamente a través de los electrodos de una batería.

[0047] Sin pretender ceñirse a la teoría, la aplicación del tipo de impulso B funciona para "restablecer" el efecto causado por el tipo de impulso A, y viceversa, por lo que se evita que se obtenga este "efecto memoria". También se ha descubierto que a través del "tiempo de espera" o tiempo de relajación después de que se acabe un impulso, la frecuencia del tipo de impulso A y del tipo de impulso B, excepto sin solapamiento en los impulsos, puede aumentarse teniendo también un efecto favorable alargando el tiempo en que el sistema electroquímico está en un estado de no equilibrio.

[0048] Los tiempos de subida más rápidos del flanco anterior del impulso de tensión positiva y del flanco posterior del impulso de tensión negativa aumentarán el alcance de sobretensión que puede aplicarse a la batería. La sobretensión aplicada a la batería también favorecerá impulsos de mayor frecuencia que resulten en un aumento del tiempo todavía mayor en que el sistema electroquímico experimenta un estado de no equilibrio.

[0049] Bajo condiciones de equilibrio no ocurre nada -esto es, no hay ningún efecto neto de cambio en el sistema electroquímico. Puede recurrirse a los cambios en el sistema electroquímico para interrumpir el equilibrio mediante la imposición de impulsos de sobretensión entre un electrodo y la "nube" de iones que rodean al electrodo. Esto resulta en un periodo de sobretensión con una fuerza de campo eléctrica aumentada que actúa sobre la nube de iones, que, en un número y energía aumentados, serán atraídos a los electrodos. Al mismo tiempo, la fuerza de difusiones o los iones resultantes atraídos lejos del electrodo es más débil que la fuerza eléctrica.

[0050] A través de una mayor velocidad y energía, los iones con iones unidos que tienen polaridad opuesta perderán estos iones unidos resultando en un aumento de su propia velocidad y energía. Los iones de alta energía, por ejemplo, un ion hidrógeno positivo H_2^+ de una molécula de agua dividida pueden penetrar a través de cualesquiera estructuras cristalinas que pueden haberse desarrollado en el electrodo negativo. En un ejemplo no limitativo, en una batería de plomo-ácido, el ion hidrógeno positivo puede penetrar cualquier capa cristalina de sulfato de plomo SO_4Pb que puede haberse formado en el electrodo negativo, y disolver la capa cristalina mediante la formación de ácido sulfúrico H_2SO_4 rellenando de esta manera la solución electroquímica al tiempo que se deja plomo puro en el electrodo.

[0051] En otro ejemplo no limitativo, un ion óxido negativo de una molécula de agua dividida contribuirá a reconstruir cristales de dióxido de plomo PbO_2 en el electrodo positivo. Sin pretender limitarse a la teoría, se necesita menos energía para construir cristales existentes grandes aún más grandes; por consiguiente, una más homogénea, con un número mayor de cristales de dióxido de plomo, se experimentará en el electrodo positivo. Por consiguiente, bajo las circunstancias impuestas por la invención, la "tasa de natalidad" de nuevos cristales aumenta proporcionalmente más en relación con el valor de sobretensión impuesto.

[0052] La figura 1 es una representación gráfica que compara un ciclo de impulsos de sobretensión impuesto a través de los bornes de una batería con el ratio de densidades iónicas en una celda electroquímica. La línea continua **10** representa la tensión de la batería, la curva **12** representa el ratio de densidades iónicas, y los estados de sobretensión **14**, **16**, **18** impuestos en la celda electroquímica. Los tiempos de subida del impulso de

tensión positiva y del impulso de tensión negativa están representados por T_r , mientras que la constante de tiempo de relajación está representada por T_c .

[0053] En una batería de plomo-ácido, por ejemplo, el crecimiento de cristales de sulfato de plomo en el electrodo negativo y el número reducido de cristales de dióxido de plomo en el electrodo positivo puede resultar en una reducción en la vida total de la batería. Además, también se ha descubierto que una reducción en el efecto memoria aumenta la probabilidad de sobretensión y la aplicación de amplitud de un impulso de sobretensión también resultará en un aumento de la vida total de una batería. Mediante la aplicación repetida de un impulso de tensión positiva a través de los electrodos de una batería, que impone una condición de sobretensión en la batería, seguido de la aplicación de un impulso de tensión negativa a través de los electrodos de una batería, que impone una condición de sobretensión similar para contrarrestar los efectos de la condición de sobretensión previa, el efecto memoria experimentado por la batería se reduce y se obtiene un aumento en la vida útil por ciclo de la batería y una aptitud de la batería para retener capacidad. En diversas formas de realización de la invención, la vida útil de una batería puede aumentarse en un factor entre 1,7 y 2,2 como se muestra en el aumento en las vidas útiles por ciclo en la figura 7. Por ejemplo, en una forma de realización de la invención, el método de la presente invención tal como el que se implementa a través de un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención aumenta la vida útil por ciclo de la batería hasta aproximadamente un 10 % en comparación con una batería similar en la que la presente invención no se ha aplicado. En otra forma de realización, un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención aumenta la vida de una batería hasta aproximadamente un 50 %. En otra forma de realización, un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención aumenta la vida de una batería hasta aproximadamente un 70 %. En otra forma de realización, un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención aumenta la vida de una batería hasta aproximadamente un 120 %. En otra forma de realización, un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención aumenta la vida de una batería hasta aproximadamente un 200 %. En otra forma de realización, un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención aumenta la vida de una batería hasta aproximadamente un 250 %.

[0054] En otras formas de realización de la invención, el método de la presente invención tal como el que se implementa a través de un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención retiene una capacidad de una batería al menos aproximadamente un 10 % mayor que la capacidad retenida de una batería similar en la que la presente invención no se ha aplicado. En otra forma de realización, un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención retiene una capacidad de una batería al menos aproximadamente un 50 % mayor que la capacidad retenida de una batería similar en la que la presente invención no se ha aplicado. En otra forma de realización, un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención retiene una capacidad de una batería al menos aproximadamente un 100 % mayor que la capacidad retenida de una batería similar en la que la presente invención no se ha aplicado. En otra forma de realización, un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención retiene una capacidad de una batería al menos aproximadamente un 150 % mayor que la capacidad retenida de una batería similar en la que la presente invención no se ha aplicado.

[0055] En diversas formas de realización de la invención, se puede recurrir, a través de un dispositivo o aparato conocido en el presente documento como un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión, al ciclo de impulsos para aumentar la vida útil por ciclo de la batería y/o permitir que la batería retenga capacidad. La figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra una forma de realización de un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión 1. En esta forma de realización ilustrativa de la invención, el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión 1 comprende un generador de impulsos 20 para producir una tensión pulsada positiva y una tensión pulsada negativa. En esta forma de realización ilustrativa representada por la figura 2, el generador de impulsos 20 está configurado en un microcontrolador 22, comprendiendo el microcontrolador, de forma adicional, un convertidor analógico-digital (AD) 24, un controlador de tensión 26, y una lógica de control de encendido/apagado 28. De forma opcional, un LED de estado 30 puede indicar el estado del microcontrolador 22 y/o del generador de impulsos 20.

[0056] La figura 3A ilustra un diagrama de un circuito eléctrico que representa una forma de realización de un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión 1 que tiene un microcontrolador 22 que implementa el generador de impulsos 20. El microcontrolador 22, en esta forma de realización ilustrativa, es un microcontrolador de 8 bits basado en la arquitectura RISC. El microcontrolador 22 puede incluir cualquier número de características necesarias para admitir la aptitud para configurar e implementar el generador de impulsos 20 incluyendo, sin carácter limitativo, CPU; registros de trabajo; segmentos de memoria no volátil que pueden incluir, entre otros, memoria *flash* de programa, EEPROM, y búferes de entrada/salida; temporizador/contadores; oscilador; canales del ADC (convertidor analógico-digital); interfaz serie; conversión ADC; e interrupciones. Una fuente de suministro de 5 voltios 100 y un inductor de suministro 102 proporcionan la tensión de suministro digital VCC al microcontrolador 22. La tensión de suministro del convertidor analógico-digital 24 al convertidor analógico ADCC se proporciona mediante una fuente de suministro de 5 voltios 104, que puede ser la misma fuente de

suministro que la fuente de suministro de 5 voltios **100** o una fuente de suministro de 5 voltios diferente, y un inductor secundario **106**. Una entrada de reenganche **108** se proporciona en el Puerto C **PC6**. La tensión pulsada positiva **110** se genera en **PB1** del microcontrolador **22** mientras que la tensión pulsada negativa **112** se genera en **PB2** del microcontrolador **22**.

5 **[0057]** En otra forma de realización de la invención, el generador de impulsos **20** puede producir una tensión pulsada positiva y una tensión pulsada negativa a través de una disposición de circuito eléctrico. Cualquier disposición de circuito eléctrico conocida en la técnica para producir una tensión pulsada puede utilizarse para generar una tensión pulsada positiva y una tensión pulsada negativa.

10 **[0058]** En otra forma de realización adicional de la invención, un generador de impulsos genera una tensión pulsada y un interruptor inversor alternativo procesa de forma alternativa la tensión pulsada en una tensión pulsada directa y una tensión pulsada invertida. La tensión pulsada directa es cualquiera de la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa, mientras que la tensión pulsada invertida es la otra de la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa.

15 **[0059]** Como también se muestra en la figura 2, un circuito de excitación de tensión pulsada positiva **32** transforma la tensión pulsada positiva en una onda de tensión pulsada positiva **34**. De forma similar, un circuito de excitación de tensión pulsada negativa **36** transforma la tensión pulsada negativa en una onda de tensión pulsada negativa **38**. La onda de tensión pulsada positiva **34** y la onda de tensión pulsada negativa **38** son definidas generalmente por una frecuencia del ciclo de impulsos, una duración del impulso, una amplitud del impulso, un tiempo de subida del flanco inicial del impulso positivo y un tiempo de subida del flanco posterior del impulso negativo, respectivamente.

20 **[0060]** En diversas formas de realización de la invención, tanto el circuito de excitación de tensión pulsada positiva **32** como el circuito de excitación de tensión pulsada negativa **36** se forman y proporcionan la temporización necesaria para la onda de tensión pulsada positiva **34** y la onda de tensión pulsada negativa **38**, respectivamente. En una forma de realización de la invención, cualquiera o ambos del circuito de excitación de tensión pulsada positiva **32** y el circuito de excitación de tensión pulsada negativa **36** comprenden un conformador de impulsos y un generador de señales de temporización (no mostrado). El conformador de impulsos y el generador de señales de temporización están configurados para transformar una tensión pulsada en una onda de tensión pulsada.

30 **[0061]** La figura 3B ilustra un diagrama de un circuito eléctrico que representa una forma de realización de un circuito de excitación de tensión pulsada **120** de un generador de impulsos para batería de sobretensión **1**, donde el circuito de excitación de tensión pulsada positiva **32** y el circuito de excitación de tensión pulsada negativa **36** están incorporados en un circuito integrado **122**. El impulso de tensión positiva **110** y el impulso de tensión negativa **112** se introducen respectivamente en la Entrada Lógica de Circuito de Excitación Superior (HIN, por sus siglas en inglés) y Entrada Lógica de Circuito de Excitación Inferior (LIN, por sus siglas en inglés) del circuito integrado **122**. Una fuente de suministro de 12 voltios **124**, cuya corriente es restringida por una resistencia **126**, suministra al circuito integrado **122**. Un circuito autoelevador que comprende un diodo **128** y un condensador autoelevador **130** se utiliza para suministrar la sección de tensión superior del circuito integrado **122**. El circuito integrado **122** proporciona una tensión de referencia flotante **132** en el terminal de salida **OUT**. La onda de tensión pulsada positiva **134** y la onda de tensión pulsada negativa **136** se emiten desde el circuito integrado **22** en la salida de circuito de excitación lateral superior (**HVG**, por sus siglas en inglés) y en la salida de circuito de excitación lateral inferior (**LVG**, por sus siglas en inglés), respectivamente. Los tiempos de subida de las salidas de circuito de excitación lateral superior y lateral inferior pueden ser controlados por la capacidad de carga.

45 **[0062]** Según otras formas de realización de la invención, el circuito de excitación de tensión pulsada positiva y el circuito de excitación de tensión pulsada negativa pueden estar incorporados en configuraciones separadas, tal como, por ejemplo, a través de circuitos integrados separados.

50 **[0063]** Como también se muestra en la figura 2, la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa pueden amplificarse mediante la utilización de un amplificador de tensión positiva **40** y un amplificador de tensión negativa **42**, que son suministradas por una fuente de energía **44**. Por ejemplo, la tensión de la fuente de energía debe ser suficiente para permitir que las tensiones de amplitud de la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa invertida excedan la tensión de la batería.

55 **[0064]** La onda de tensión pulsada positiva **46** y la onda de tensión pulsada negativa **48**, cuyas señales han sido amplificadas, se combinan en una onda de tensión pulsada **52** a través de un distribuidor de tensión pulsada **50** o un circuito de distribuidor de tensión pulsada. El distribuidor de tensión pulsada **50** aplica la onda de tensión pulsada **52**, que representa una combinación de la onda de tensión pulsada positiva **46** y la onda de tensión pulsada negativa **48**, a través de los bornes de una batería **54**.

[0065] La figura 3C ilustra un diagrama de un circuito eléctrico que representa una forma de realización del amplificador de tensión positiva **40**, amplificador de tensión negativa **42** y distribuidor de tensión pulsada **50** de un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión que representa una etapa de salida **140** de un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión ilustrativo.

5 **[0066]** En otra forma de realización de la invención, en lugar de amplificar la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa, la onda de tensión pulsada **52** puede amplificarse por sí sola (no mostrado). En otra forma de realización adicional de la invención, el circuito de excitación de tensión pulsada positiva **32** y el
10 circuito de excitación de tensión pulsada negativa **36** están configurados para proporcionar la amplificación de tensión necesaria de la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa, y no es necesaria una amplificación adicional.

[0067] La figura 3D ilustra un diagrama de un circuito eléctrico que representa una forma de realización de un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la presente invención que comprende un microcontrolador **22** que proporciona una tensión pulsada positiva y una tensión pulsada negativa a un circuito de
15 excitación de tensión **120**. El circuito de excitación de tensión pulsada **120**, a continuación, proporciona una onda de tensión pulsada positiva y una onda de tensión pulsada negativa a una etapa de salida **140** del generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión. Las ondas de tensión pulsada amplificadas y combinadas desde la etapa de salida **140** se aplican a través de los bornes de una batería.

[0068] Según la figura 1, los tiempos de subida del impulso de tensión positiva y el impulso de tensión negativa aplicados a través de los bornes de una batería aparecen representados mediante T_r . La constante de tiempo de
20 relajación, que define el tiempo que necesita el ratio de densidades iónicas para volver a un estado de equilibrio, aparece representada mediante T_c . La duración del impulso de los impulsos de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa aparece representada mediante T_w . El tiempo entre el flanco inicial del impulso positivo y el flanco inicial del impulso negativo se define como T_{a-b} . El periodo, el recíproco de la frecuencia del ciclo de impulsos, aparece representado mediante T_{a-a} . El circuito de excitación de tensión
25 pulsada positiva **32** y el circuito de excitación de tensión pulsada negativa **36** están configurados para producir una onda de tensión pulsada positiva **34** y una onda de tensión pulsada negativa **38**, donde el tiempo de subida del flanco inicial del impulso positivo y el tiempo de subida del flanco posterior del impulso negativo son más cortos que la constante de tiempo de relajación de la celda electroquímica. En diversas formas de realización de la invención, el tiempo de subida del flanco inicial del impulso de tensión positiva y el flanco posterior del impulso
30 de tensión negativa están configurados para ser como máximo 3/4 de la constante de tiempo de relajación. En otra forma de realización de la invención, el tiempo de subida del flanco inicial del impulso de tensión positiva y el flanco posterior del impulso de tensión negativa están configurados para ser como máximo 1/2 de la constante de tiempo de relajación. En otra forma de realización de la invención, el tiempo de subida del flanco inicial del impulso de tensión positiva y el flanco posterior del impulso de tensión negativa están configurados para ser
35 como máximo 1/3 de la constante de tiempo de relajación. En diversas formas de realización de la invención, el tiempo de subida del flanco inicial del impulso de tensión positiva y el flanco posterior del impulso de tensión negativa están configurados para ser como máximo 1/4 de la constante de tiempo de relajación. En diversas formas de realización de la invención, el tiempo de subida del flanco inicial del impulso de tensión positiva y el flanco posterior del impulso de tensión negativa están configurados para ser como máximo 1/8 de la constante
40 de tiempo de relajación. En diversas formas de realización de la invención, el tiempo de subida del flanco inicial del impulso de tensión positiva y el flanco posterior del impulso de tensión negativa están configurados para ser como máximo 1/10 de la constante de tiempo de relajación. En otras formas de realización de la invención, el tiempo de subida del flanco inicial del impulso de tensión positiva y el flanco posterior del impulso de tensión negativa son diferentes pero cada uno está configurado para ser menor que la constante de tiempo de relajación.

45 **[0069]** En otras formas de realización de la invención, el tiempo de subida del flanco inicial del impulso positivo y el tiempo de subida del flanco posterior del impulso negativo son más cortos que el tiempo de relajación de la celda electroquímica. En diversas formas de realización de la invención, el tiempo de subida del flanco inicial del impulso de tensión positiva y el flanco posterior del impulso de tensión negativa están configurados para ser
50 como máximo 1/2 del tiempo de relajación. En otra forma de realización de la invención, el tiempo de subida del flanco inicial del impulso de tensión positiva y el flanco posterior del impulso de tensión negativa están configurados para ser como máximo 1/3 del tiempo de relajación. En otras formas de realización de la invención, el tiempo de subida del flanco inicial del impulso de tensión positiva y el flanco posterior del impulso de tensión negativa están configurados para ser como máximo 1/4 del tiempo de relajación. En diversas otras formas de
55 realización de la invención, el tiempo de subida del flanco inicial del impulso de tensión positiva y el flanco posterior del impulso de tensión negativa están configurados para ser como máximo 1/8 del tiempo de relajación. En otras formas de realización adicionales de la invención, el tiempo de subida del flanco inicial del impulso de tensión positiva y el flanco posterior del impulso de tensión negativa están configurados para ser como máximo 1/10 del tiempo de relajación. En otras formas de realización de la invención, el tiempo de subida del flanco inicial del impulso de tensión positiva y el flanco posterior del impulso de tensión negativa son diferentes pero cada uno
60 está configurado para ser menor que el tiempo de relajación.

[0070] En una forma de realización de la invención, la frecuencia del ciclo de impulsos se maximiza y aun así no debería ser tan alta como para permitir el solapamiento de los impulsos de la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa. En diversas formas de realización de la invención, la frecuencia del ciclo de impulsos varía desde aproximadamente 30 kHz a aproximadamente 100 kHz, dando un periodo desde aproximadamente 10 microsegundos a aproximadamente 35 microsegundos.

[0071] En una forma de realización de la invención, la duración del impulso sobrepasa el tiempo de relajación. Según una forma de realización de la invención, la duración del impulso es al menos 5 veces el tiempo de relajación. En otra forma de realización de la invención, la duración del impulso es al menos 10 veces el tiempo de relajación. En otra forma de realización adicional de la invención, la duración del impulso es al menos 20 veces el tiempo de relajación. En todavía otra forma de realización adicional de la invención, la duración del impulso es al menos 30 veces el tiempo de relajación. En otra forma de realización de la invención, la duración del impulso es al menos 40 veces el tiempo de relajación. En otra forma de realización de la invención, la duración del impulso es al menos 50 veces el tiempo de relajación. En otra forma de realización de la invención, la duración del impulso es al menos aproximadamente 100 veces el tiempo de relajación.

[0072] El tiempo entre el flanco inicial del impulso positivo y el flanco inicial del impulso negativo es alguna fracción del periodo. En una forma de realización de la invención, la cantidad de tiempo entre el flanco inicial del impulso positivo y el flanco inicial del impulso negativo se selecciona de modo que no haya solapamiento entre los impulsos de la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa. Según una forma de realización de la invención, el tiempo entre el flanco inicial del impulso positivo y el flanco inicial del impulso negativo es al menos 1/4 del periodo. En otra forma de realización de la invención, el tiempo entre el flanco inicial del impulso positivo y el flanco inicial del impulso negativo es al menos 1/3 del periodo. En otra forma de realización adicional de la invención, el tiempo entre el flanco inicial del impulso positivo y el flanco inicial del impulso negativo es al menos 1/2 del periodo. En todavía otra forma de realización adicional de la invención, el tiempo entre el flanco inicial del impulso positivo y el flanco inicial del impulso negativo es al menos 3/4 del periodo.

[0073] Para alcanzar una sobretensión, las amplitudes del impulso de los impulsos de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa deberían sobrepasar la tensión de la batería. En una forma de realización de la invención, la amplitud del impulso de los impulsos de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa es al menos aproximadamente un 10 % mayor que la tensión de la batería. En otra forma de realización de la invención, la amplitud del impulso de los impulsos de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa es al menos aproximadamente un 20 % mayor. En otra forma de realización de la invención, la amplitud del impulso de los impulsos de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa es al menos aproximadamente un 50 % mayor. En otra forma de realización de la invención, la amplitud del impulso de los impulsos de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa es al menos aproximadamente un 100 % mayor. En otra forma de realización de la invención, la amplitud del impulso de los impulsos de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa es al menos aproximadamente un 150 % mayor. En otra forma de realización de la invención, la amplitud del impulso de los impulsos de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa es al menos aproximadamente un 200 % mayor.

[0074] En diversas formas de realización de la invención, la amplitud del impulso de los impulsos de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa se encuentra en un rango desde aproximadamente un 75 % y aproximadamente un 125 % mayor que la tensión de la batería. En otra forma de realización de la invención, la amplitud del impulso de los impulsos de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa se encuentra en un rango desde aproximadamente un 80 % a aproximadamente un 120 % mayor que la tensión de la batería. En otra forma de realización de la invención, la amplitud del impulso de los impulsos de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa se encuentra en un rango desde aproximadamente un 90 % a aproximadamente un 110 % mayor que la tensión de la batería. En otras formas de realización adicionales de la invención, la amplitud del impulso de los impulsos de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa es aproximadamente el doble que la tensión de la batería.

[0075] En diversas formas de realización de la invención, las amplitudes del impulso de los impulsos de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa no son las mismas. En otras formas de realización adicionales de la invención, las duraciones del impulso y las amplitudes del impulso de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa se ajustan permitiendo que se aplique el mayor alcance posible de sobretensión a la batería y/o el mayor aumento en la vida útil por ciclo de la batería.

[0076] En una forma de realización de la invención, un dispositivo de medición proporciona la tensión de la batería y proporciona la realimentación de las mediciones a un controlador que está configurado para restablecer las amplitudes del impulso de los impulsos de la onda de impulso de tensión positiva y la onda de impulso de tensión negativa proporcionadas por el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión para alcanzar una cantidad deseada de sobretensión o un rango deseado de sobretensión.

[0077] En diversas formas de realización de la invención, el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión también puede incluir un controlador y un dispositivo de medición, que proporciona una medición de la tensión de la batería. El controlador puede utilizar la medición de la tensión de la batería para identificar y determinar un estado de la batería. Por ejemplo, cuando la tensión de la batería se encuentra por debajo de un valor determinado, el controlador puede configurarse lógicamente para identificar que la batería se encuentra en un estado de carga. Si la tensión de la batería sobrepasa un valor determinado, el controlador puede configurarse lógicamente para identificar que la batería se encuentra en un estado máximo. Otras identificaciones de estado pueden configurarse en base no solamente a la tensión de la batería, sino de la dirección y/o velocidad de cambio de la tensión de la batería. También pueden incorporarse otras mediciones en la determinación del estado, tal como, por ejemplo, una temperatura de la batería. El controlador puede configurarse para activar o desactivar el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión en base al estado de la batería, como identifica el controlador en base a la tensión de la batería y/o a otras mediciones.

[0078] El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión puede ser un dispositivo independiente que no está directamente integrado en una batería específica. En otras formas de realización de la invención, el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión puede estar integrado en una batería. La figura 4 ilustra una vista en perspectiva de una forma de realización de la invención que muestra el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión integrado en una batería. Este ejemplo de forma de realización de la invención ilustra un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión 1 que está diseñado para integrarse en la estructura de una batería de plomo-ácido **200**. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión 1 está aislado del electrolito de la batería de plomo-ácido **200**, por ejemplo, mediante la utilización de una barrera tal como una mezcla de plásticos. En esta forma de realización ilustrativa, el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión se conecta, internamente, con el borne positivo de la batería **202** y el borne negativo de la batería **204**.

[0079] Si bien esta forma de realización ilustrativa muestra un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión 1 que está integrado en una batería de plomo-ácido **200**, la utilización del generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión no se limita solamente a este tipo de batería. Más bien, el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión puede utilizarse con otros tipos de baterías recargables y/o puede integrarse en las mismas. En una forma de realización de la invención, el método y dispositivo de la invención pueden tratar una batería de plomo-ácido.

[0080] Los fenómenos en los que se basan el dispositivo y el método de la invención serían útiles para el tratamiento de otros tipos de baterías, diferentes a las baterías de plomo-ácido, en los que estas baterías se caracterizan de forma que lograrían una mejora en el alcance de capacidad de la batería que eran capaces de retener y una mejora en la vida total de la batería mediante la aplicación del dispositivo y método de la invención. Por supuesto, las especificaciones del impulso así como otros parámetros asociados al dispositivo y método de la invención para estos otros tipos de baterías podrían adaptarse a las propiedades de los materiales que son específicas a estos otros tipos de baterías. Por consiguiente, en otra forma de realización de la invención, el método y dispositivo de la invención pueden tratar otros tipos de baterías (esto es, una batería que no sea de plomo-ácido). Ejemplos sin carácter limitativo de los tipos de baterías que no sean de plomo-ácido en las que se puede utilizar el método y dispositivo incluyen una batería de ion-litio, una batería de polímero de litio, una batería de sulfato de litio, una batería de litio-titanato, una batería de litio-ferrofosfato, una batería de litio de película delgada recargable, una batería de níquel-hidruro metálico, una batería de níquel-cadmio, una batería de níquel-zinc, una batería de níquel-hierro, una batería de níquel-hidrógeno, una batería alcalina recargable, una batería de óxido de plata, una batería de sodio-azufre, una batería redox de vanadio, y cualquier otro tipo de batería recargable que se conozca ahora o que se invente más adelante, para las que puede ponerse en práctica la invención.

[0081] La figura 5 es una forma de realización de la invención, como se ilustra mediante un diagrama esquemático, que muestra cómo puede integrarse una pluralidad de generadores de impulsos para batería bipolar de sobretensión con un número de baterías correspondientes en una fuente de energía o conjunto de baterías únicos. Cada una de las baterías **320, 322, 324, 326** en el conjunto de baterías **310** tiene un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión correspondiente **310, 312, 314, 316**. Un cargador **330** recarga las baterías **320, 322, 324, 326** en el conjunto de baterías **310**. Los generadores de impulsos para batería bipolar de sobretensión **310, 312, 314, 316** están equipados con un controlador **340**. El controlador **340** alterna activando y desactivando cada uno de los generadores de impulsos para batería bipolar de sobretensión **310,**

312, 314, 316 durante el periodo de funcionamiento de las baterías **320, 322, 324, 326** para asegurarse de que no se experimenta una tensión en bornes elevada por tener en funcionamiento más de un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión **310, 312, 314, 316** en cualquier momento.

5 **[0082]** Otro aspecto de la invención incluye un método para aumentar la vida útil por ciclo de una batería y/o permitir que la batería retenga capacidad. Una forma de realización de la invención incluye un método de tratar una batería mediante la utilización del generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la invención.

10 **[0083]** Otra forma de realización de la invención proporciona un método para tratar una pluralidad de baterías en un conjunto de baterías, teniendo cada batería un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión de la invención, que comprende controlar los generadores de impulsos para batería bipolar de sobretensión de forma que no más de uno de los generadores de impulsos para batería bipolar de sobretensión esté aplicando una sobretensión en cualquier momento.

15 **[0084]** Una forma de realización de la invención implica un método que incluye proporcionar una onda de tensión pulsada positiva y onda de tensión pulsada negativa y aplicar la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa, alternativamente, a través de los bornes de una batería. De conformidad con esta forma de realización, el método incluye, de forma adicional, combinar la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa en una onda de tensión pulsada antes de aplicar las ondas combinadas a través de los bornes de una batería. En determinadas formas de realización de la invención, la onda de tensión pulsada positiva tiene una tensión pulsada positiva única y la onda de tensión pulsada negativa tiene una tensión pulsada negativa única.

[0085] En otra forma de realización de la invención, el método comprende de forma adicional amplificar la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa. En otra forma de realización adicional, el método comprende amplificar la onda de tensión pulsada de forma adicional o como una alternativa a amplificar la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa.

25 **[0086]** En otra forma de realización de la invención, el método comprende, de forma adicional, producir una tensión pulsada. Igualmente de conformidad con esta forma de realización de la invención, una tensión pulsada puede comprender, bien una tensión pulsada positiva, bien una tensión pulsada negativa, o una combinación de las mismas.

30 **[0087]** En otra forma de realización de la invención, producir una tensión pulsada comprende generar una tensión pulsada y procesar la tensión pulsada, alternativamente, en una tensión pulsada directa y una tensión pulsada invertida, donde la tensión pulsada directa es cualquiera de la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa, y la tensión pulsada invertida es la otra de la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa.

35 **[0088]** En otra forma de realización de la invención, producir una tensión pulsada comprende conformar la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa, respectivamente, en una forma de tensión pulsada positiva y una forma de tensión pulsada negativa y temporizar una distribución de la forma de tensión pulsada positiva y una distribución de la forma de tensión pulsada negativa respectivamente en la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa.

40 **[0089]** La figura 6 proporciona una representación gráfica que muestra el tiempo de descarga para una batería de plomo-ácido que se ha procesado según los métodos y/o el dispositivo de la invención **400** frente al tiempo de descarga para una batería de plomo-ácido que no se ha procesado de dicho modo **410**. Como ilustra el gráfico, la cantidad de tiempo para descargar una batería de plomo-ácido se ha prolongado en más de aproximadamente un 150 % con la utilización del método y/o dispositivo de la invención, lo que resulta, de forma eficaz, en un aumento de la capacidad de la batería.

45 **[0090]** La figura 7 proporciona una representación gráfica de los tiempos de descarga frente al número de ciclos de carga/descarga para una batería de plomo-ácido que se ha procesado según el método y/o dispositivo de la invención **420** comparados con los tiempos de descarga frente al número ciclos de carga/descarga para una batería de plomo-ácido que no se ha procesado de dicho modo **430**. El gráfico muestra que la vida total de la batería de plomo-ácido tratada según el método y/o dispositivo de la invención se ha prolongado en un factor entre aproximadamente 1,7 y aproximadamente 2,2 en comparación con la batería de plomo-ácido que no se ha tratado de dicho modo.

[0091] Si bien estas pruebas muestran que un dispositivo y método de la invención son eficaces para aumentar la vida útil por ciclo y mejorar la retención de capacidad de una batería de plomo-ácido, la teoría que rodea los

fundamentos de la invención también puede aplicarse a otras baterías que no sean de plomo-ácido, sobre las que se han proporcionado ejemplos sin carácter limitativo en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión que comprende:

un generador de impulsos (20) configurado para producir una tensión pulsada positiva y una tensión pulsada negativa;
 5 un circuito de excitación de tensión pulsada positiva (32) configurado para transformar la tensión pulsada positiva en una onda de tensión pulsada positiva (34);
 un circuito de excitación de tensión pulsada negativa (36) configurado para transformar la tensión pulsada negativa en una onda de tensión pulsada negativa (38); y
 10 un distribuidor de tensión pulsada (50) configurado para combinar la onda de tensión pulsada positiva (34) y la onda de tensión pulsada negativa (38) en una onda de tensión pulsada (52) y para aplicar la onda de tensión pulsada a través de los bornes de una batería,

donde la onda de tensión pulsada (52) comprende al menos un impulso de tensión positiva que tiene un flanco anterior y una amplitud del impulso positivo seguido de al menos un impulso de tensión negativa que tiene un flanco posterior y una amplitud del impulso negativo, donde un tiempo de subida (T_r) del flanco anterior y un tiempo de subida (T_r) del flanco posterior son ambos menores que un tiempo de relajación de una solución electrolítica de la batería.

2. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un microcontrolador (22), donde el generador de impulsos (20) está configurado en el microcontrolador (22).

3. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión según la reivindicación 1, donde el generador de impulsos (20) comprende un generador de impulsos positivos configurado para generar la tensión pulsada positiva y un generador de impulsos negativos configurado para generar la tensión pulsada negativa.

4. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión según la reivindicación 1, donde el generador de impulsos (20) comprende un interruptor inversor alternativo, donde el interruptor inversor alternativo procesa alternativamente la tensión pulsada en una tensión pulsada directa y una tensión pulsada invertida, donde la tensión pulsada directa es cualquiera de la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa y la tensión pulsada invertida es la otra de la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa.

5. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión según la reivindicación 1, donde el circuito de excitación de tensión pulsada positiva (32) y el circuito de excitación de tensión pulsada negativa (36) comprenden cada uno:

un conformador de impulsos; y
 un generador de señales de temporización,

donde el conformador de impulsos y el generador de señales de temporización están configurados para transformar una tensión pulsada en una onda de tensión pulsada.

6. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión según la reivindicación 1, que también comprende:

un amplificador de tensión positiva (40) configurado para amplificar la onda de tensión pulsada positiva (34);
 y
 40 un amplificador de tensión negativa (48) configurado para amplificar la onda de tensión pulsada negativa (38).

7. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión según la reivindicación 1, donde el tiempo de subida del flanco anterior y el tiempo de subida del flanco de estabilización son aproximadamente un tercio del tiempo de relajación.

8. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión según la reivindicación 1, donde la amplitud del impulso positivo y la amplitud del impulso negativo son cada una mayores que una tensión de la batería.

9. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión según la reivindicación 8, donde la amplitud del impulso positivo y la amplitud del impulso negativo son cada una al menos el doble de la tensión de la batería.

10. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión según la reivindicación 9, teniendo la onda de tensión pulsada (52) una frecuencia del ciclo de impulsos de forma que una duración del impulso del al menos un impulso de tensión positiva y una duración del impulso del al menos un impulso de tensión negativa no se solapan.
- 5 11. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión según la reivindicación 1, donde una duración del impulso del al menos un impulso de tensión positiva y una duración del impulso del al menos un impulso de tensión negativa sobrepasan cada una el tiempo de relajación.
12. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
- 10 un controlador; y
un dispositivo de medición configurado para medir una tensión de la batería,
donde:
- el controlador está configurado para identificar un estado de la batería utilizando la tensión de la batería; y
- 15 el controlador está configurado para activar el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión en base al estado de la batería.
13. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión según la reivindicación 1, donde la batería es cualquiera de una batería de plomo-ácido y una batería que no sea de plomo-ácido.
14. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión según la reivindicación 1, que también
- 20 comprende un amplificador de tensión (40,42) configurado para amplificar la onda de tensión pulsada.
15. El generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión según la reivindicación 14, donde el generador de impulsos para batería bipolar de sobretensión está integrado con la batería.
16. Un método que comprende:
- 25 producir una tensión pulsada positiva y una tensión pulsada negativa;
transformar la tensión pulsada positiva en una onda de tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa en una onda de tensión pulsada negativa;
combinar la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa en una onda de tensión pulsada; y
aplicar la onda de tensión pulsada a través de los bornes de una batería,
- 30 donde la onda de tensión pulsada comprende al menos un impulso de tensión positiva que tiene un flanco anterior y una amplitud del impulso positivo seguido de al menos un impulso de tensión negativa que tiene un flanco posterior y una amplitud del impulso negativo, donde un tiempo de subida (T_T) del flanco anterior y un tiempo de subida (T_T) del flanco posterior son ambos menores que un tiempo de relajación de una solución electrolítica de la batería.
- 35 17. El método según la reivindicación 16, que comprende adicionalmente amplificar al menos una de la onda de tensión pulsada positiva, la onda de tensión pulsada negativa, y la onda de tensión pulsada.
18. El método según la reivindicación 16, donde producir una tensión pulsada positiva y una tensión pulsada negativa comprende:
- 40 generar una tensión pulsada; y
procesar la tensión pulsada, alternativamente, en una tensión pulsada directa y una tensión pulsada invertida, donde la tensión pulsada directa es cualquiera de la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa, y la tensión pulsada invertida es la otra de la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa.
- 45 19. El método según la reivindicación 16, donde transformar la tensión pulsada positiva en una onda de tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa en una onda de tensión pulsada negativa comprende;
- conformar la tensión pulsada positiva y la tensión pulsada negativa respectivamente en una forma de tensión pulsada positiva y una forma de tensión pulsada negativa; y

temporizar una distribución de la forma de tensión pulsada positiva y una distribución de la forma de tensión pulsada negativa respectivamente en la onda de tensión pulsada positiva y la onda de tensión pulsada negativa.

- 5 **20.** El método según la reivindicación 16, donde aplicar la onda de tensión pulsada a través de los bornes de cualquiera de una batería de plomo-ácido y una batería que no sea de plomo-ácido.
- 21.** El método según la reivindicación 16 aplicado a una pluralidad de baterías de un conjunto de baterías mediante generadores de impulsos para batería bipolar de sobretensión correspondientes, donde no más de uno de los generadores de impulsos para batería bipolar de sobretensión está aplicando una sobretensión en cualquier momento.

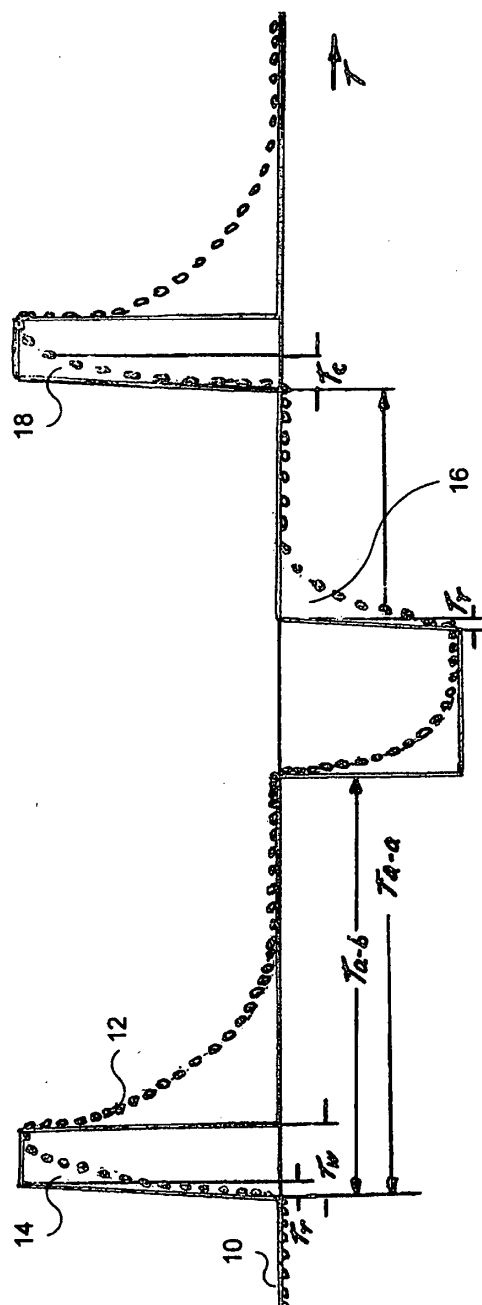


FIG. 1

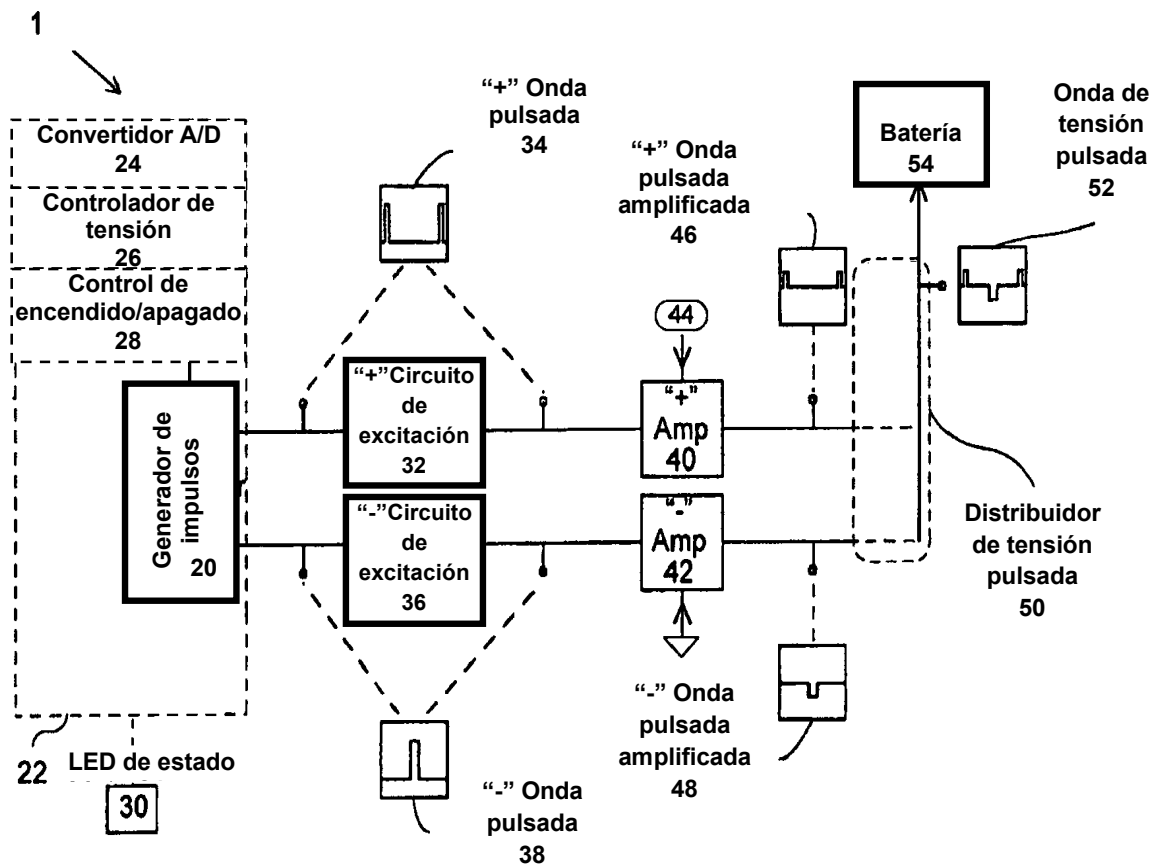


FIG. 2

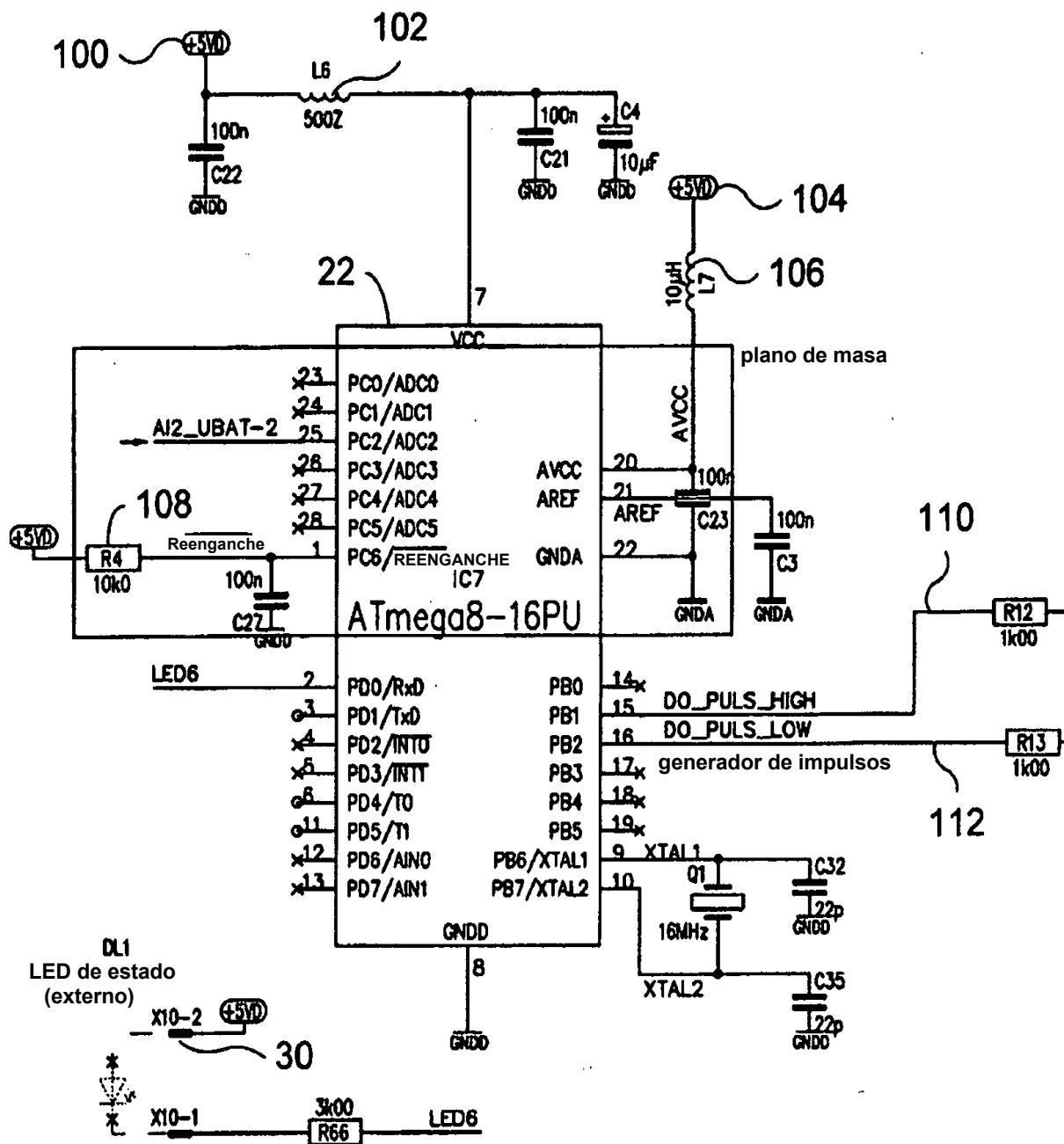


FIG. 3A

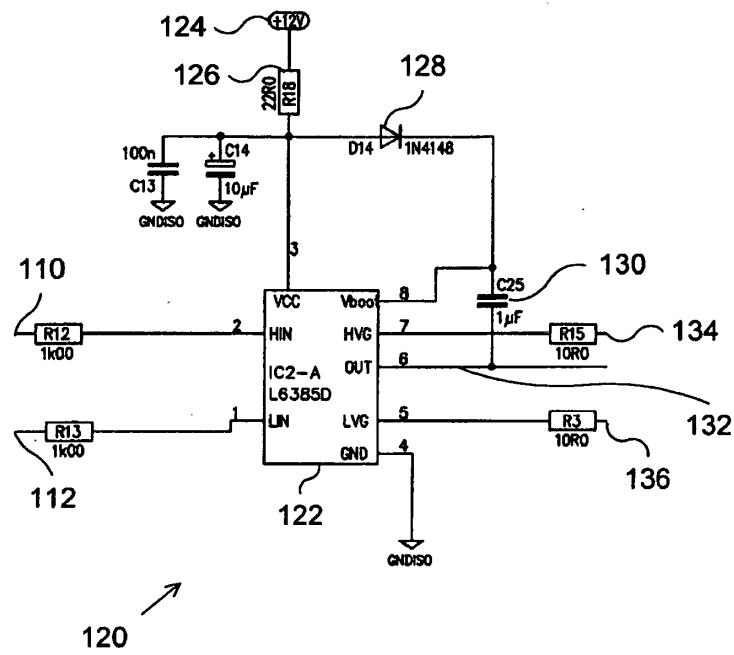


FIG. 3B

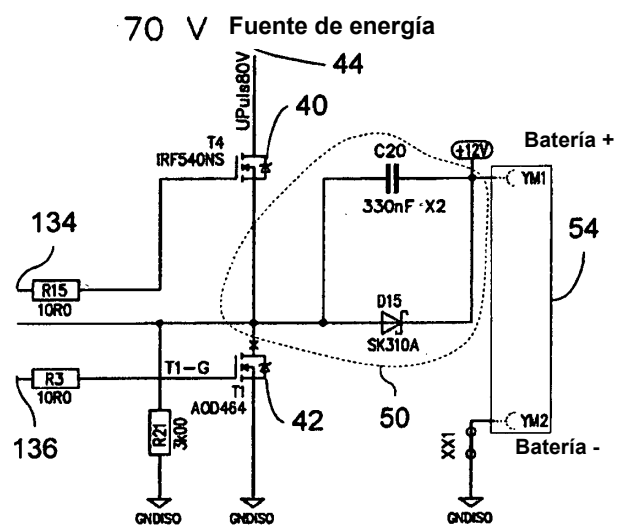
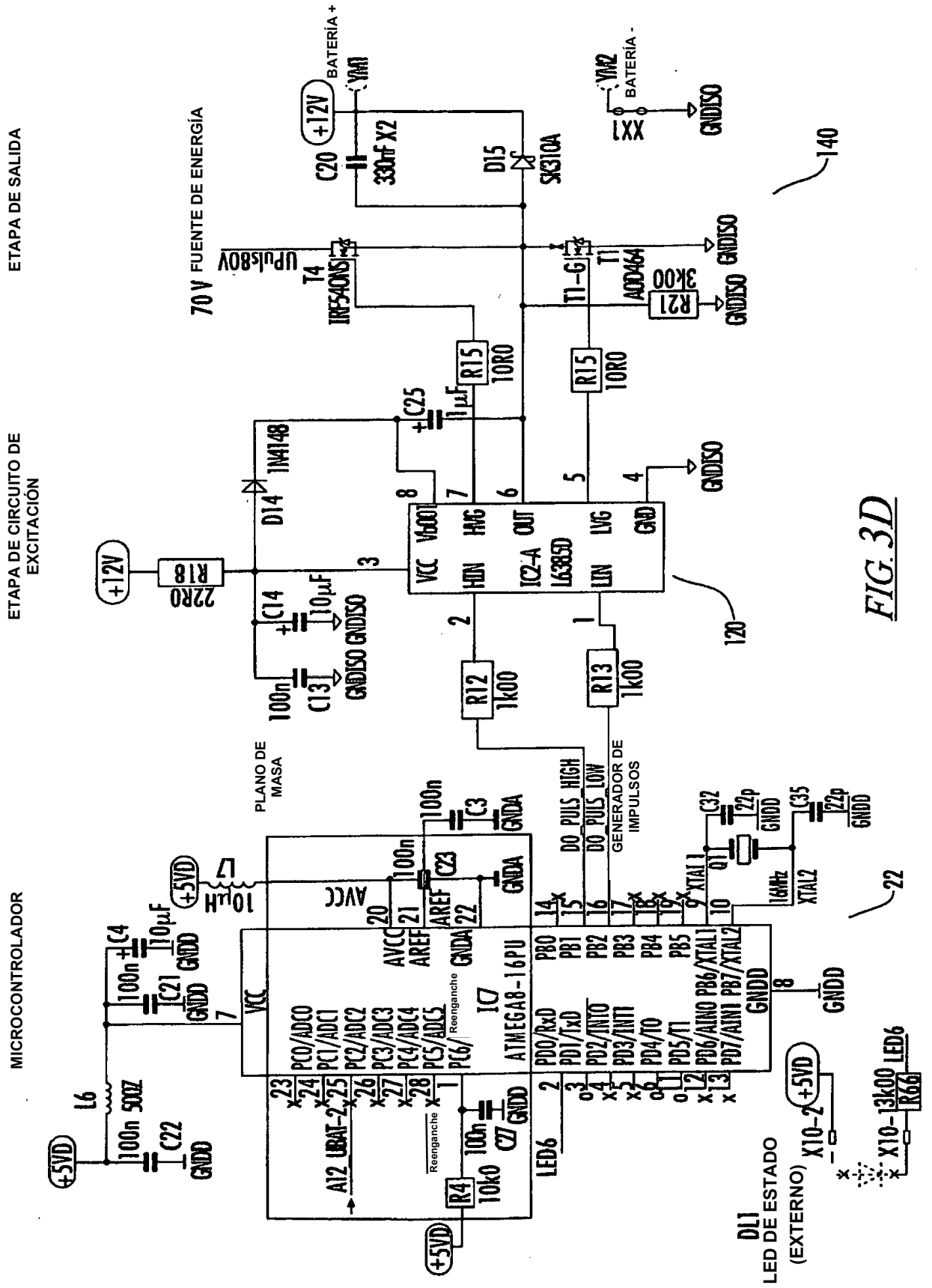


FIG. 3C



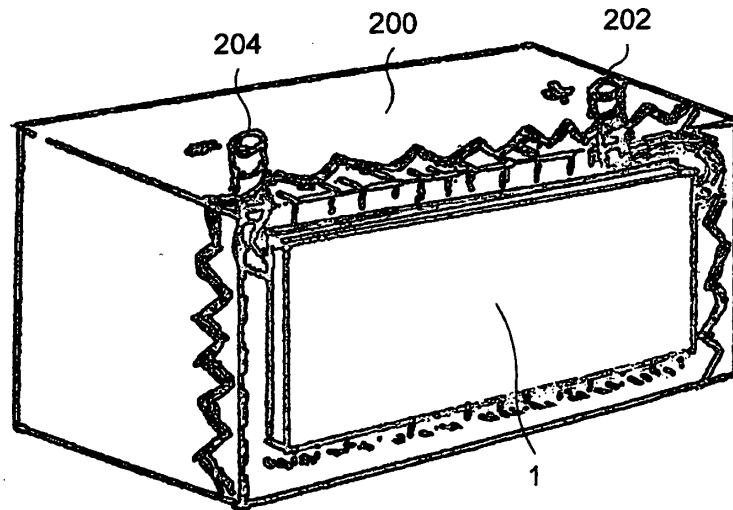


FIG. 4

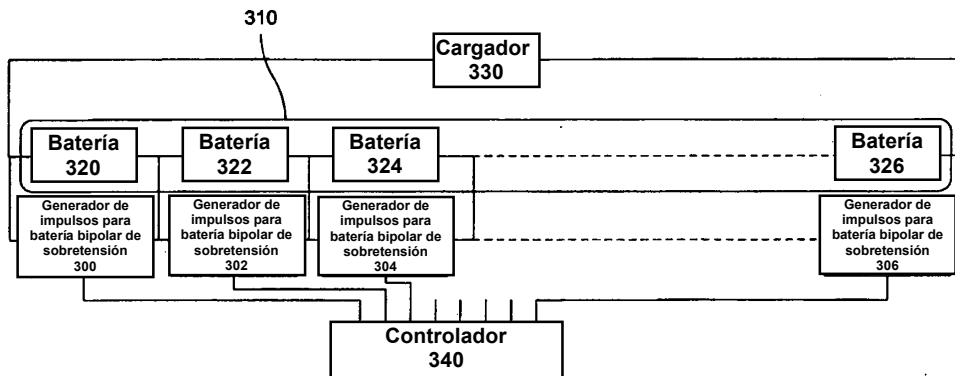


FIG. 5

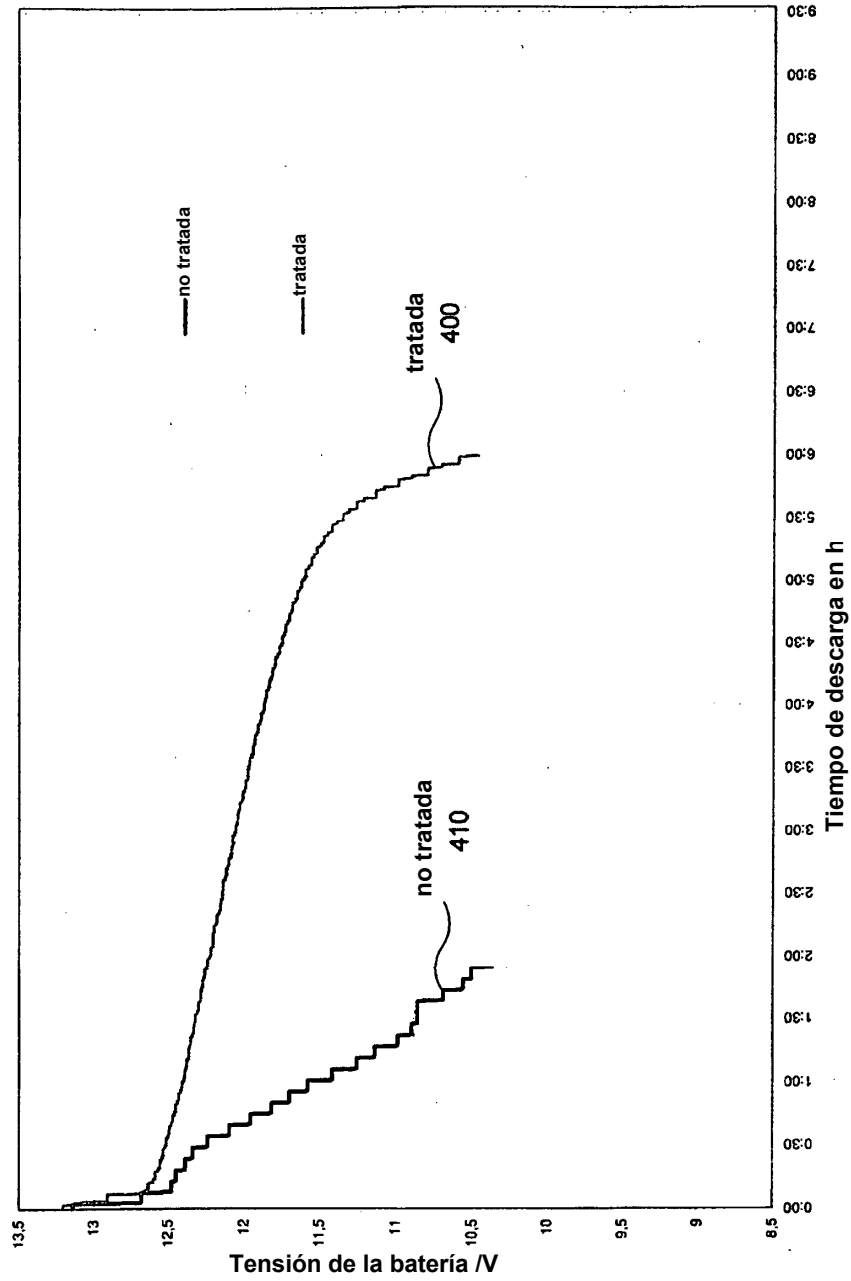


FIG. 6

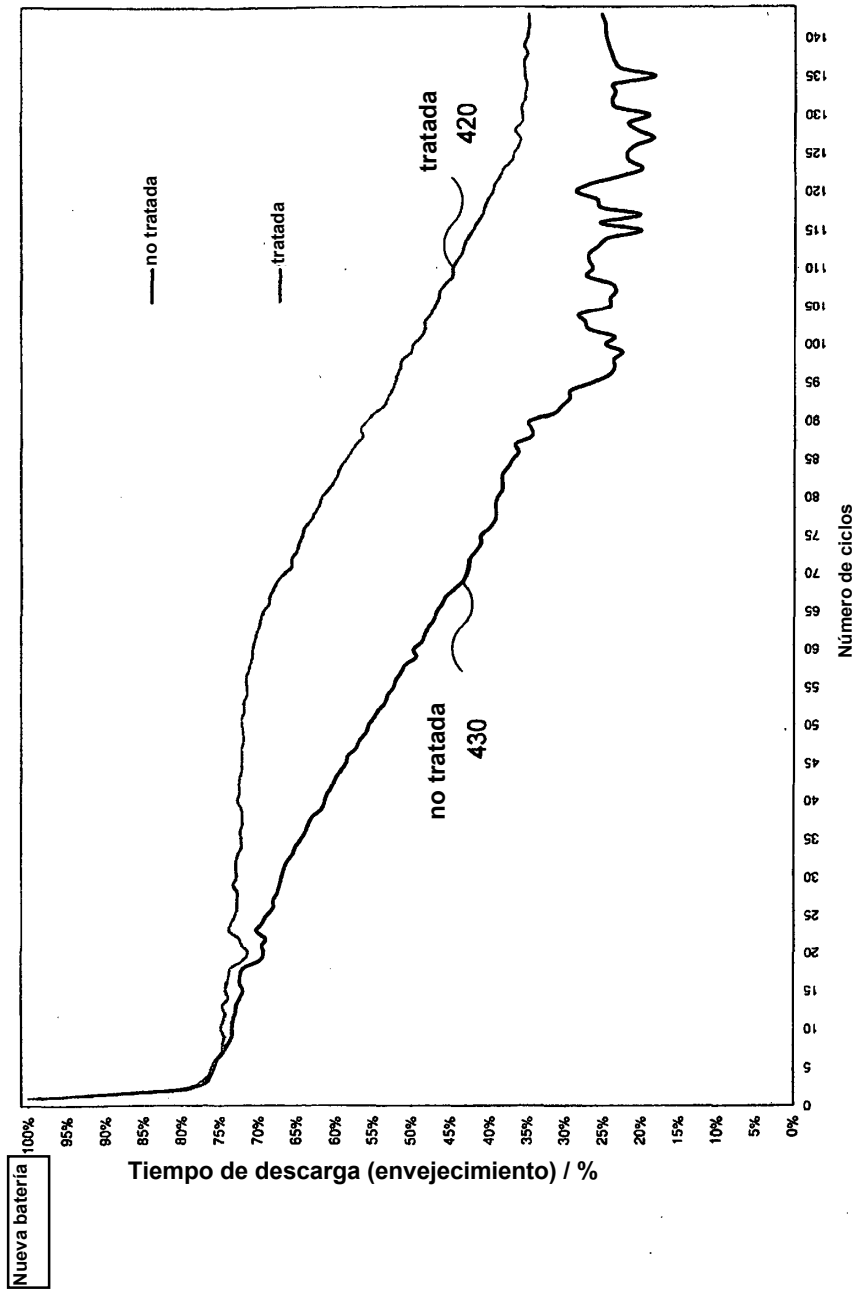


FIG. 7