

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 921 602**

51 Int. Cl.:

B60K 1/00 (2006.01)
H01M 10/44 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)
H01M 12/06 (2006.01)
H01M 10/615 (2014.01)
H01M 10/6567 (2014.01)
H01M 10/613 (2014.01)
H01M 12/08 (2006.01)
H01M 4/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.07.2013 PCT/IL2013/050583**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **16.01.2014 WO14009951**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2013 E 13816400 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2022 EP 2870013**

54 Título: **Sistema y método para controlar el funcionamiento de una batería de metal-aire**

30 Prioridad:

09.07.2012 US 201261669160 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.08.2022

73 Titular/es:

PHINERGY LTD. (100.0%)
2 Yodfat St., P.O.B 1290
7129106 Lod, IL

72 Inventor/es:

YADGAR, AVRAHAM

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 921 602 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

Sistema y método para controlar el funcionamiento de una batería de metal-aire

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a baterías. En particular, la presente invención se refiere al control del funcionamiento de una batería de metal-aire.

Antecedentes de la invención

10 Como se sabe en la técnica, una batería es un componente que almacena energía química y hace que la energía esté disponible en forma eléctrica. Las baterías de metal-aire utilizan la oxidación del metal con oxígeno del aire para producir electricidad. La energía eléctrica producida por las baterías es utilizada por varios sistemas y componentes, por ejemplo, productos de consumo, sistemas industriales y similares. Sin embargo, los sistemas y métodos conocidos extraen energía de una batería cuando se necesita. En consecuencia, la utilización de la energía almacenada en una batería puede no ser óptima.

15 El documento US7940028 (B1) describe una fuente de energía que comprende un paquete de batería de metal-aire y un paquete de batería de no metal-aire, en el que la energía térmica del paquete de batería de metal-aire se utiliza para calentar el paquete de batería de no metal-aire.

20 El documento US2012041625 (A1) describe un método para optimizar el funcionamiento de la fuente de energía de un vehículo eléctrico, donde la fuente de energía está compuesta por un primer paquete de baterías y un segundo paquete de baterías. La fuente de energía está optimizada para minimizar el uso del paquete de baterías menos eficiente y al mismo tiempo garantizar que el vehículo eléctrico tenga suficiente energía para recorrer la distancia de viaje esperada antes del próximo ciclo de carga de la batería.

El documento US5898282 (A) describe un sistema de control para un vehículo híbrido que utiliza una estrategia modificada en tiempo real dependiendo de la entrada procedente de sensores que miden la velocidad del vehículo, los niveles de intensidad y tensión en diferentes ubicaciones en el sistema.

25 El documento US2011195321 (A1) describe una batería recargable de metal-aire que incluye un electrodo negativo para almacenar y liberar iones metálicos; un electrodo positivo que utiliza oxígeno como material activo; y una membrana de electrolito colocada entre el electrodo negativo y el electrodo positivo, y se caracteriza por que en el lado del electrodo negativo se dispone un miembro absorbente de dimensiones flexibles, en el que el miembro absorbente de dimensiones es un cuerpo elástico formado por una sustancia que cambia reversiblemente .

Compendio de la invención

30 En un aspecto, la presente invención proporciona un método para controlar el funcionamiento de una batería de metal-aire que comprende: controlar el funcionamiento de una batería de metal-aire, comprendiendo el método: controlar un consumo de corriente de la batería y la temperatura de la batería estableciendo repetidamente el consumo de corriente de la batería y estableciendo repetidamente la temperatura de la batería hasta que se logre una relación de utilización energética deseada, en donde la relación de utilización energética comprende una velocidad de corrosión y una tensión de celda real.

Otros aspectos de la presente invención se exponen en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

40 El tema en cuestión considerado como la invención se señala en particular y se reivindica claramente en la parte final de la memoria descriptiva. Sin embargo, la invención, tanto en cuanto a la organización como al método de funcionamiento, junto con los objetos, las características y las ventajas de la misma, puede entenderse mejor con referencia a la siguiente descripción detallada cuando se lee con los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 muestra parámetros que afectan el funcionamiento de una celda de metal-aire;

La figura 2 muestra un sistema ejemplar según realizaciones de la invención.

La figura 3 muestra un sistema ejemplar según realizaciones de la invención;

45 La figura 4 muestra una configuración de sistema ejemplar según realizaciones de la invención;

La figura 5 muestra un diagrama de flujo ejemplar según realizaciones de la invención; y

Las figuras 6A y 6B ilustran el comportamiento de una batería de metal-aire con control de temperatura según realizaciones de la invención.

Se apreciará que, por simplicidad y claridad de la ilustración, los elementos que se muestran en las figuras no se han

dibujado necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos pueden estar exageradas en relación con otros elementos para mayor claridad. Además, cuando se considere apropiado, los números de referencia pueden repetirse entre las figuras para indicar elementos correspondientes o análogos.

Descripción detallada de la invención

5 En la siguiente descripción detallada, se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión completa de la invención. Sin embargo, los expertos en la materia entenderán que la invención se puede poner en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, los métodos, procedimientos, componentes, módulos, unidades y/o circuitos bien conocidos no se han descrito en detalle para no oscurecer la invención.

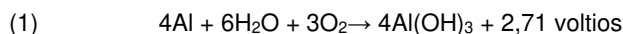
10 Aunque las realizaciones de la invención no están limitadas a este respecto, los términos "pluralidad" y "una pluralidad" tal como se utilizan aquí pueden incluir, por ejemplo, "múltiples" o "dos o más". Los términos "pluralidad" o "una pluralidad" pueden usarse a lo largo de la memoria descriptiva para describir dos o más componentes, dispositivos, elementos, unidades, parámetros o similares.

15 A menos que se indique explícitamente, las realizaciones del método descritas en este documento no están restringidas a un orden o secuencia particular. Además, algunas de las realizaciones de métodos descritas o elementos de las mismas pueden ocurrir o realizarse en el mismo punto en el tiempo o en puntos superpuestos en el tiempo. Como se sabe en la técnica, la ejecución de un segmento de código ejecutable tal como una función, tarea, subtarea o programa puede denominarse ejecución de la función, programa u otro componente.

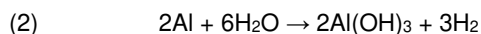
20 Aunque las realizaciones de la invención no están limitadas a este respecto, las discusiones que utilizan términos como, por ejemplo, "procesar", "computar", "calcular", "determinar", "establecer", "analizar", "comprobar" o similares, pueden referirse a operaciones y/o procesos de un ordenador, una plataforma informática, un sistema informático u otro dispositivo informático electrónico, que manipulan y/o transforman datos representados como cantidades físicas (por ejemplo, electrónicas) dentro de los registros y/o memorias del ordenador en otros datos representados de manera similar como cantidades físicas dentro de los registros y/o memorias del ordenador u otro medio de almacenamiento de información que pueda almacenar instrucciones para realizar operaciones y/o procesos.

25 Las realizaciones de la invención pueden permitir controlar el funcionamiento de una celda o batería de metal-aire (por ejemplo, una batería de aluminio-aire) para mejorar su utilización. Aunque en aras de la simplicidad, aquí se hace referencia principalmente a una celda o batería de aluminio-aire, se entenderá que pueden ser aplicables otras celdas o baterías de metal-aire. Por ejemplo, los sistemas y métodos según las realizaciones de la invención pueden usar zinc-aire o cualesquiera otras baterías o celdas de metal-aire adecuadas.

30 Una batería de aluminio-aire consume aluminio para generar energía eléctrica. La reacción electroquímica que tiene lugar en una celda de aluminio-aire es como se muestra en la ecuación (1) a continuación:



35 En la práctica, una celda de aluminio-aire puede funcionar a una tensión inferior a 2,7 V, como se muestra en la ecuación (1), normalmente de 0,7 a 1,5 voltios. El resto de la energía se libera en forma de calor. Además de esta reacción, que genera energía eléctrica, puede tener lugar una reacción de corrosión como se muestra en la ecuación (2) a continuación:



40 La reacción mostrada por la ecuación (2) consume aluminio, pero no libera energía eléctrica. Por lo tanto, se considera una reacción no deseada o parásita. Un efecto secundario adicional de la reacción mostrada por la ecuación (2) es la liberación de hidrógeno.

Como se menciona aquí, el término "eficiencia de Coulomb" de una celda de metal-aire o batería de metal-aire es la relación entre la cantidad de metal que se consume en la reacción electroquímica (1) y la cantidad total de metal que se consume, es decir, la cantidad de metal que se consume según ambas ecuaciones (1) y (2).

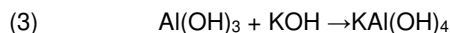
45 Se sabe en la técnica que la energía específica del aluminio es de 8,1 kWh/kg. Como se menciona en la presente memoria, el término "utilización energética" del aluminio es la relación entre la cantidad de energía eléctrica que se extrae de un ("1") kilogramo (Kg) de aluminio y la energía total incluida en un ("1") Kg de aluminio.

Generalmente, como se menciona en la presente memoria, el término "utilización energética" del metal está determinado por dos factores:

50 1. La velocidad de corrosión, que determina o afecta a la eficiencia de Coulomb. Es decir, cuánto metal se pierde sin producir energía eléctrica, y

2. Tensión real de la celda: que está relacionada con la parte o porción de la energía eléctrica que se aprovecha (p. ej., no se libera como calor).

Como se menciona en la presente memoria y se conoce en la técnica, un electrolito (o solución de electrolito) puede ser cualquier líquido que contenga iones y pueda descomponerse por electrólisis. Un electrolito puede incluir cualquier materia, sustancia o compuesto que se ionice cuando se disuelva en un líquido o disolvente ionizante adecuado, por ejemplo, agua. En una celda o batería de aluminio-aire, donde se usa un electrolito alcalino tal como KOH o NaOH, tiene lugar una reacción adicional como se muestra en la ecuación (3):



El producto de la reacción que muestra la ecuación (3) se disuelve en el electrolito durante todo el funcionamiento de la batería y, por lo general, hace que la tensión de las celdas disminuya gradualmente, hasta un umbral de baja tensión (generalmente, 0,7-0,9 voltios).

Como se menciona en la presente memoria, el término "utilización de electrolitos" es la cantidad de energía que se puede extraer de una celda de metal-aire antes de que alcance el umbral de baja tensión (por ejemplo, del orden 0,7-0,9 voltios).

La utilización de electrolitos puede verse afectada por la velocidad de corrosión y por la tensión de las celdas. El término "velocidad de corrosión" como se hace referencia en la presente memoria es la velocidad o medida por la cual el metal se disuelve en el electrolito sin contribuir a la energía eléctrica. El término "tensión de celda", tal como se hace referencia en la presente memoria, generalmente se refiere a la diferencia de potencial eléctrico entre el ánodo y el cátodo de la celda en una batería. Por lo tanto, la tensión de celda puede ser indicativa de la cantidad de energía que se puede extraer del metal útil en una celda de metal-aire.

Como se menciona en la presente memoria, la energía específica de una batería de metal-aire es la cantidad de energía que se puede extraer de la batería, dividida por el peso total de la batería. Como se describe en la presente memoria, una realización puede mejorar o aumentar la energía específica de una batería de metal-aire mejorando la utilización del combustible metálico y/o mejorando la utilización del electrolito. Se observará que las realizaciones de la invención permiten una mejora de la utilización de un electrolito en una batería, incluso aunque el electrolito en sí mismo no libere energía, sino que permite que el metal (por ejemplo, aluminio) en una batería de metal-aire libere energía como se describe.

Una realización de la invención aumenta la eficiencia energética de una batería de metal-aire controlando los parámetros operativos de las celdas de la batería, como la corriente de descarga y la temperatura de la batería. Una realización de la invención aumenta la eficiencia energética de una batería de metal-aire controlando la velocidad a la que el electrolito se hace circular a través de la batería. Por ejemplo y tal como se describe, una bomba controlada por un controlador puede hacer circular un electrolito a través de cámaras o celdas en una batería a una velocidad controlada o según intervalos controlados. Un controlador puede controlar una bomba y válvulas de modo que el electrolito fluya a través de espacios o cámaras específicos en una batería. En una realización, controlando la temperatura del electrolito, el sistema controla la temperatura de una batería. En una realización, controlando el caudal de electrolito en una batería y/o controlando un intercambiador de calor, un sistema controla la temperatura de una batería y, por lo tanto, controla la tensión de la batería.

En general, el rendimiento de una celda o batería de metal-aire está determinado por varios parámetros, como la composición y estructura del cátodo, la composición y estructura del ánodo, la composición del electrolito, la temperatura de trabajo, el caudal del electrolito, el caudal de aire, el perfil de descarga, etc. Mientras que algunos de los parámetros, tales como la estructura física y la composición de los elementos, por ejemplo, la estructura de la celda o la batería y la composición del cátodo están determinados por el diseño y/o el fabricante de la celda o de la batería, otros parámetros, tales como la temperatura de trabajo, el consumo de corriente, la tensión y un perfil de descarga, pueden medirse y establecerse mediante una realización de la invención. Se entenderá que se pueden usar varios diseños o tipos de batería de según realizaciones de la invención y que las realizaciones de la invención pueden ser aplicables a cualquier batería adecuada. Por ejemplo, se pueden aplicar y usar baterías de varios tamaños, número de celdas y similares sin apartarse del alcance de la presente invención.

Una realización de la invención puede compensar o tener en cuenta los parámetros de diseño y/o la evolución de la construcción o composición de una batería. Por ejemplo, la distancia entre el ánodo y el cátodo cambia a lo largo de la operación de una celda o batería de metal-aire. A medida que se consume el ánodo, aumenta la distancia entre su superficie y el cátodo. Dichos parámetros y otros parámetros cambiantes determinan la tensión efectiva de la celda o batería y afectan a la velocidad de corrosión durante la operación, así como también afectan a la utilización de electrolitos. Estos parámetros, a su vez, determinan la utilización energética de la celda o batería. Una realización puede ajustar los parámetros de trabajo (por ejemplo, la temperatura o el consumo de energía de una batería) basándose en parámetros cambiantes o en evolución. Por ejemplo, un sistema compensa una disminución en la tensión producida por una batería de metal-aire (por ejemplo, una disminución resultante de la corrosión) al aumentar la temperatura de la batería.

Un punto de trabajo de una celda o batería puede definirse por la corriente eléctrica que se extrae de la celda o batería, y la temperatura de la celda o batería. Por lo general, las intensidades bajas dan como resultado una tensión más alta de celda o batería, pero también una mayor corrosión y, por lo tanto, una menor eficiencia de Coulomb. Las

temperaturas más bajas dan como resultado una tensión más baja, pero también reducen la corrosión y, por lo tanto, aumentan la eficiencia de Coulomb. Por lo tanto, existe una compensación entre una tensión más alta y una eficiencia de Coulomb más alta, lo que conduce esencialmente a la eficiencia energética total de la celda o batería.

5 En un momento dado, para una energía de descarga dada, un punto de trabajo óptimo de una celda o batería puede ser determinado por las propiedades de la celda o batería y por la "edad" del electrolito. La edad de un electrolito a la que se hace referencia es la cantidad de metal (por ejemplo, aluminio, zinc, etc.) que se disuelve en el electrolito. En algunos casos, la edad de un electrolito se calcula en función del porcentaje o proporción de metal disuelto en el electrolito.

10 Una realización puede determinar una velocidad actual o instantánea a la que se disuelve el metal. Por ejemplo, en una realización, un sensor mide continuamente la liberación de hidrógeno de un electrolito y un controlador usa el nivel o tasa de liberación de hidrógeno para determinar la velocidad a la que el metal de un ánodo se disuelve en el electrolito. Por ejemplo, basado en la ecuación (2) anterior, un controlador utiliza la tasa a la que se libera hidrógeno en una batería para calcular la velocidad a la que el metal se disuelve en el electrolito. En consecuencia, un controlador calcula la velocidad a la que envejece un electrolito. Al monitorizar continuamente el envejecimiento de un electrolito, un controlador puede determinar fácilmente la edad de un electrolito en cualquier momento dado. Como se describe con más detalle en la presente memoria, un sistema puede hacer que una batería funcione de tal manera que la tasa de liberación de hidrógeno, la velocidad de consumo de un ánodo y/o la velocidad de envejecimiento del electrolito en una batería se mantengan al mínimo o a cualquier velocidad o nivel deseable.

20 Trabajar en un punto óptimo (por ejemplo, definido por la corriente extraída y la temperatura) puede reflejarse en la tensión de la celda o de la batería. Por ejemplo, una realización puede mantener una tensión deseable en un orden de 1 V a 1,25 V controlando los parámetros de trabajo como se describe en la presente memoria. Se entenderá que, cuando corresponda, cualquier debate sobre una celda es relevante para una batería que incluye una o más celdas. Por ejemplo, un debate sobre la utilización de energía de una celda es relevante para una pluralidad de celdas en una batería y, por lo tanto, debe entenderse como un debate sobre la utilización de energía de una batería. Asimismo, un debate sobre el calentamiento o enfriamiento de un electrolito o celda debe entenderse como un debate sobre el calentamiento y/o enfriamiento de una pluralidad de celdas en una batería. En consecuencia, y en aras de la simplicidad y la claridad, en la presente memoria se puede hacer referencia a las celdas cuando es relevante para una batería y viceversa.

30 Se hace referencia a la Fig. 1, que representa gráficamente los parámetros que afectan a la utilización energética de una celda o batería de metal-aire y las interdependencias entre tales parámetros. Como se ha debatido, los parámetros tales como la composición del ánodo, la composición del cátodo, la estructura del cátodo, el diseño geométrico y similar (denominados colectivamente en la presente memoria como "parámetros de diseño") típicamente afectan o influyen en la utilización energética de una celda o batería. Dichos parámetros se omiten de la figura 1. Como se describe en la presente memoria, una realización puede medir, evaluar y compensar los cambios en los parámetros de diseño de una batería.

35 Para describir más detalladamente las relaciones que se muestran en la Fig. 1, el aumento de la edad del electrolito (por ejemplo, del orden de 0 a 200 gramos de aluminio por litro de electrolito) provoca una tensión más baja pero también provoca una velocidad de corrosión más baja y, por lo tanto, puede aumentar o disminuir la utilización energética, dependiendo de las condiciones específicas de trabajo. Una intensidad aumentada (normalmente de 0 a 400 miliamperios (mA) por centímetro cuadrado (cm²) del cátodo) causa una tensión más baja, pero también causa una corrosión reducida y, por lo tanto, también puede aumentar o disminuir la utilización energética. Una temperatura aumentada (típicamente de 0 a 90 grados Celsius (°C)) aumenta la tensión, pero también aumenta la corrosión y, por lo tanto, también puede aumentar o disminuir la utilización energética general.

45 La figura 1 muestra las interrelaciones entre los parámetros de trabajo. Controlando algunos de los parámetros que se muestran en la Fig. 1 (por ejemplo, consumo de corriente, tensión, temperatura, velocidad de corrosión, velocidad de circulación y edad del electrolito) se pueden controlar los parámetros a través de los cuales se logra un resultado requerido. Por ejemplo, para controlar la velocidad de corrosión, un sistema controla la temperatura de trabajo de una batería. Por ejemplo, la velocidad de corrosión se puede disminuir al disminuir la temperatura de una batería como se describe en la presente memoria. En una realización, un sistema controla uno o más de: un consumo de corriente, la temperatura, la velocidad de corrosión y la edad del electrolito de una batería de manera que, con respecto a una batería de metal-aire, al menos uno de: una utilización energética deseada, un consumo de energía instantáneo, una tensión específica o un perfil de utilización se consigue y/o se mantiene.

50 Por ejemplo, en una batería típica, cuando se requiere un consumo de energía constante (en la forma de un producto de tensión e intensidad indicado por $P=VI$), se puede lograr la máxima utilización manteniendo la tensión V de las celdas en el intervalo de 1 -1,25 voltios, y ajustando la intensidad I que producirá la potencia P requerida según esta tensión. En una realización, durante el funcionamiento y a medida que aumenta la edad del electrolito, un controlador incluido en un sistema hace que un intercambiador de calor aumente, de forma controlada, la temperatura del electrolito o la batería (p. ej., calentando el electrolito y/o cambiando la velocidad de circulación del electrolito) de manera que la tensión y la velocidad de corrosión se mantengan en un intervalo predefinido o adecuado. La velocidad de corrosión también se puede determinar de acuerdo con la tasa de liberación de hidrógeno desde la batería. En consecuencia, se puede determinar una relación de utilización momentánea de la batería calculando el valor *relación*

de utilización = (1 - velocidad de corrosión) x tensión de la celda / la tensión teórica de la reacción de la celda (por ejemplo, para el aluminio, la tensión teórica es 2,71V, como se muestra en la ecuación (1), y para el zinc, la tensión teórica es 1,65 V). En cualquier momento dado, un controlador puede cambiar la temperatura de la batería (p. ej., activando o controlando un intercambiador de calor) y el consumo de energía de la batería (p. ej., controlando un regulador de corriente), de modo que el valor de una tasa de utilización se maximice.

En consecuencia, la presente invención permite aumentar la utilización energética de un ánodo metálico y un electrolito en una batería de metal-aire mediante el control de parámetros operativos. Por ejemplo, una realización controla parámetros tales como la temperatura de trabajo de una batería, una cantidad o magnitud de consumo de corriente de una batería, las tensiones suministradas por una batería, la edad de un electrolito en una batería, etc.

El sistema puede controlar el punto de trabajo de una batería de metal-aire controlando la temperatura de trabajo. El sistema puede controlar el punto de trabajo de una batería de metal-aire controlando el consumo de corriente de la batería. En consecuencia, también se determina o controla la tensión de la batería. El sistema puede consistir de un controlador, un intercambiador de calor, un regulador de corriente y varios sensores, tales como sensores de tensión, un sensor de PH, un sensor de conductancia, un sensor de densidad, un sensor de turbidez, un sensor de hidrógeno, etc. El sistema puede ser adaptado para controlar la temperatura de la celda o de la batería por medio del intercambiador de calor, y puede controlar el consumo de corriente de una celda o batería por medio de un regulador de corriente.

Un sistema puede determinar la edad del electrolito de una o más de las siguientes maneras: monitorizar y sumar el consumo del ánodo metálico, calcular el consumo del ánodo metálico, medir o calcular la velocidad de corrosión según la liberación de hidrógeno, medir la conductividad del electrolito, medir el nivel de PH del electrolito, medir la densidad del electrolito, medir la turbidez del electrolito, medir la viscosidad del electrolito, etc.

Como se menciona en la presente memoria, un perfil de descarga se caracteriza o define por la corriente y la tensión de descarga frente a la cantidad de metal (por ejemplo, aluminio, zinc, cualquier otro metal adecuado para baterías de metal-aire) disuelto en el electrolito. Una celda o batería puede probarse en varias condiciones para determinar la capacidad o el comportamiento de la celda o batería bajo varias cargas y condiciones. Por ejemplo, un fabricante de una batería puede proporcionar parámetros, valores o gráficos que caractericen una batería y su rendimiento esperado. Una realización puede definir un perfil de descarga para una batería de modo que el perfil de descarga coincida con un rendimiento deseado. Por ejemplo, en determinadas circunstancias, puede ser necesario un perfil de descarga que conduzca a la máxima utilización energética y, en otras circunstancias, puede preferirse un perfil que conduzca a una menor utilización energética, pero proporcione mayor potencia.

Los datos que caracterizan una batería pueden proporcionarse a un controlador y usarse, cuando se controla el funcionamiento de una batería de metal-aire. Por ejemplo, si los datos proporcionados por un fabricante indican una temperatura óptima para una batería, entonces un controlador puede hacer que la batería funcione a la temperatura óptima. Por ejemplo, en un caso, un controlador monitoriza y ajusta continuamente los parámetros de trabajo de una batería de modo que se ejecute un perfil de descarga seleccionado. En otra realización, un sistema monitoriza y ajusta continuamente los parámetros de trabajo de una batería de modo que se mantenga una tasa de utilización requerida. En otro ejemplo más, un sistema monitoriza y ajusta continuamente los parámetros de trabajo de una batería de modo que se suministre la energía requerida, mientras se mantiene la tasa de utilización.

Se hace referencia a la figura 2, un diagrama de bloques de alto nivel de un sistema ejemplar 200 según realizaciones de la presente invención. Como se muestra en la figura 2, un sistema puede incluir una batería 201 de metal-aire que está suministrando energía a una carga 203. Por ejemplo, la carga puede ser un motor eléctrico en un vehículo, lámparas o cualquier otra entidad que consuma energía eléctrica. Se entenderá que las realizaciones de la invención no se limitan a una carga específica a la que se proporciona energía eléctrica y se puede utilizar cualquier carga sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, un vehículo al que se hace referencia en la presente memoria puede ser un vehículo eléctrico, un juguete, un barco o un avión de cualquier tamaño. Un vehículo puede ser un vehículo tripulado o no tripulado.

Como se muestra, la batería 201 puede incluir una celda 202 de metal-aire (por ejemplo, una celda de aluminio-aire). En aras de la simplicidad y la claridad, solo se muestra una celda 202 de metal-aire en la batería 201, sin embargo, se entenderá que se puede usar cualquier número adecuado de celdas 202 según las realizaciones de la invención. Por ejemplo, el número de celdas se puede elegir en función de la tensión deseada que ha de ser proporcionada por la batería 201. Se entenderá que el debate de la celda 202 en la presente memoria es aplicable a cualquier número de celdas 202 en una batería 201. Por ejemplo, los parámetros medidos para la celda 202 se puede medir para una pluralidad de celdas, los parámetros establecidos o controlados para la celda 202 (por ejemplo, tensión, consumo de corriente, calor, circulación, etc.) se pueden establecer para una pluralidad de celdas 202 en la batería 201.

Como se muestra, un sistema puede incluir un intercambiador 205 de calor que puede enfriar o calentar una batería, celdas o electrolito incluidos en la batería 201. En aras de la claridad, el electrolito incluido en la batería 201 no se muestra, sin embargo, se entenderá que cualquier el espacio en la batería 201 o la celda 202 puede llenarse con electrolito. Por ejemplo, en una realización, el intercambiador 205 de calor está colocado en una cámara a través de la cual fluye el electrolito. En consecuencia, un sistema puede calentar o enfriar el electrolito en una batería y así calentar o enfriar una batería. El electrolito puede fluir a través de la celda 202, enfriando o calentando así la celda

202. En una realización, el controlador 219 controla el funcionamiento del intercambiador de calor. Por ejemplo, el controlador 219 recibe una medición de temperatura procedente del sensor 208 de temperatura y controla el intercambiador 205 de calor de modo que se alcance y/o se mantenga la temperatura deseada de un electrolito en la batería 201 (y, en consecuencia, la temperatura de la batería 201).

En una realización, al controlar las válvulas de conmutación y similares (no mostrados), el controlador 219 puede hacer que el intercambiador 205 de calor caliente o enfríe la celda 202 haciendo que el electrolito enfriado o calentado fluya a través de la celda 202. En otras realizaciones, el calentamiento o enfriamiento puede ser hecho usando un ventilador, un elemento eléctrico, un radiador, un ventilador externo a la batería 201 y similares. El controlador 219 puede controlar cualquier dispositivo, sistema o componente de calentamiento o enfriamiento que pueda ser interno o externo a la batería 201. Por ejemplo, un componente de ventilador y elemento de calentamiento puede colocarse fuera de la batería 201 y puede controlarse mediante el controlador 219 de modo que enfríe o caliente la batería 201 o la celda 202. En otra realización, un elemento de calentamiento eléctrico controlado por el controlador 219 puede colocarse en la batería 201 de manera que pueda calentar el electrolito en la batería 201.

En aras de la claridad, no se muestra el electrolito incluido en el sistema 200. Sin embargo, se entenderá que el electrolito puede estar presente dentro de la batería 201, dentro de la celda 202 y en el depósito 206 de electrolito y se puede hacer que alcance o fluya hacia o a través de cualquier parte del sistema 200 según se requiera, por ejemplo, usando tubos, orificios y similares.

Como se muestra, el sistema 200 puede incluir un depósito 206 de electrolito y una bomba 207. La bomba 207 puede hacer circular el electrolito a través del sistema 200. En una realización, el controlador 219 controla el funcionamiento de la bomba 207. Por ejemplo, el controlador 219 hace que la bomba 207 transfiera el electrolito desde el depósito 206 de electrolito a las celdas de la batería 201 o hace que la bomba 207 transfiera electrolito desde la batería 201 al depósito 206 de electrolito. El controlador 219 puede controlar la capacidad de la bomba 207, por ejemplo, configurar la bomba 207 para que circule, entre el depósito 206 de electrolito y la batería 201, un primer volumen de electrolito por segundo, durante un primer período de tiempo y configurar la bomba 207 para hacer circular un segundo volumen de electrolito por segundo durante un segundo período de tiempo. En consecuencia, el controlador 219 controla la velocidad de circulación del electrolito a través del sistema 200.

En otra realización, para eliminar depósitos de materia de un cátodo o ánodo en la celda 202, el controlador 219 controla la bomba 207 y el intercambiador 205 de calor de modo que se logre una combinación deseada de circulación y temperatura. Por ejemplo, para eliminar depósitos de materia de un ánodo de aluminio en la celda 202, el controlador 219 primero puede hacer que el intercambiador 205 de calor caliente el electrolito en el depósito 206 de electrolito o el electrolito en la batería 201 y, cuando se alcanza la temperatura adecuada o deseada del electrolito, el controlador 219 activa la bomba 207 haciendo que el electrolito tibio o caliente circule a través de la celda 202 y elimine eficientemente los depósitos de materia del ánodo en la celda 202. Se observará que el intercambiador 205 de calor se puede colocar en la batería 201 como se muestra, en el depósito 206 de electrolito o se pueden usar dos intercambiadores de calor, instalados tanto en la batería 201 como en el depósito 206 de electrolito.

En una realización, antes de activar o reactivar la batería, el controlador 219 determina la edad del electrolito antes de activar la batería (por ejemplo, bombeando electrolito a las celdas), el controlador 219 establece la temperatura del electrolito en un valor predefinido. Por ejemplo, en base a un perfil o especificación, el controlador 219 establece la temperatura de la batería de modo que se logre una utilización óptima del electrolito. Por ejemplo, el controlador 219 calienta el electrolito en el depósito 206 y solo cuando el electrolito alcanza una temperatura predefinida (por ejemplo, como se define en un perfil y/o en función de la edad del electrolito) el controlador 219 ordena a la bomba 207 que haga circular el electrolito a través de la batería 201 y/o de la celda 202.

Por ejemplo, en una realización, para reiniciar o reactivar una batería, cuyo funcionamiento finalizó o se detuvo antes de que se utilizara por completo el electrolito, el controlador 219 controla la bomba 207 y el intercambiador 205 de calor de manera que se obtenga una combinación deseada de circulación y temperatura.

Por ejemplo, para reiniciar una batería que se detuvo (por ejemplo, se desconectó de una carga) en un momento en que el electrolito estaba a una temperatura de 60 grados Celsius (60 °C), el controlador 219 primero hace que el intercambiador 205 de calor caliente el electrolito en el depósito 206 de electrolito y/o el electrolito en la batería 201 y, cuando la temperatura del electrolito alcanza los 55-65 grados Celsius (55-65 °C), el controlador 219 activa la bomba 207 haciendo que el electrolito tibio o caliente circule a través de la celda 202, reiniciando así la batería con la temperatura correcta correspondiente a la edad del electrolito.

Como se muestra, el sistema 200 puede incluir un sensor 208 de temperatura, un sensor 209 de tensión, un sensor 210 de corriente, un sensor 211 de caudal, un sensor 212 de presión, un sensor 213 de conductividad, un sensor 214 de PH, un sensor 215 de densidad, un sensor 216 de turbidez, y un sensor 217 de hidrógeno. Se entenderá que algunos de los sensores mostrados incluidos en el sistema 200 pueden ser opcionales. Por ejemplo, algunas realizaciones pueden no incluir todos los sensores mostrados. Del mismo modo, las realizaciones de la invención pueden incluir sensores que no se muestran en la Fig. 2 que pueden usarse para monitorizar aspectos de la batería 201. En aras de la claridad, se muestra un solo sensor de cada tipo, pero se entenderá que una pluralidad de sensores del mismo tipo puede incluirse en el sistema 200. Por ejemplo, una pluralidad de sensores 209 de tensión puede

conectarse a una pluralidad de celdas 202 en una batería 201.

En una realización, el sensor 208 de temperatura, el sensor 209 de tensión, el sensor 210 de corriente, el sensor 211 de caudal, el sensor 212 de presión, el sensor 213 de conductividad, el sensor 214 de PH, el sensor 215 de densidad, el sensor 216 de turbidez y el sensor 217 de hidrógeno están conectados operativamente al controlador 219 de modo que las señales o la salida generadas por estos sensores sean proporcionadas al controlador 219. Usando parámetros medidos, detectados o monitorizados por los sensores, el controlador 219 puede determinar un estado de la batería 201 y puede controlar componentes en el sistema 200 de tal manera que un estado operativo deseado u otro estado de la batería 201 se alcance y/o se mantenga.

Los sensores mencionados anteriormente pueden ser cualesquiera sensores adecuados conocidos en la técnica. Se entenderá que las realizaciones de la invención no están limitadas por el tipo, naturaleza o forma de funcionamiento de cualquiera de los sensores descritos. Se pueden incluir varios otros sensores en un sistema según se requiera. Por ejemplo, para determinar la edad de un electrolito en una batería, se puede agregar un sensor de viscosidad y el controlador 219 puede usar datos relacionados con la viscosidad o espesor del electrolito para determinar su edad o calidad.

En una realización, el controlador 219 controla la temperatura de la batería 201 activando el intercambiador 205 de calor y monitorizando la temperatura de la batería 201 en función de la entrada recibida desde el sensor 208 de temperatura y, cuando se alcanza la temperatura deseada, el controlador 219 detiene el funcionamiento del intercambiador 205 de calor. En otro ejemplo, utilizando la entrada procedente de un termómetro que mide la temperatura ambiente (por ejemplo, uno instalado en un automóvil), el controlador 219 puede hacer o controlar que el intercambiador 205 de calor proporcione un calor constante, de modo que la temperatura de la batería 201 se mantenga en un intervalo de temperatura predefinido o deseable.

El controlador 219 se puede conectar a cualquier sensor o unidad, por ejemplo, unidades externas al sistema 200. Por ejemplo, cuando se instala en un vehículo, el controlador 219 se puede conectar a sensores o unidades que proporcionan datos relacionados con la velocidad a la que el vehículo se desplaza, una altitud, una temperatura fuera del vehículo, la temperatura del motor y similares. Cualquier información recopilada u obtenida por el controlador 219 desde cualquier unidad, componente o subsistema aplicable en un vehículo puede ser utilizada por el controlador, cuando corresponda, para controlar el funcionamiento de una batería como se describe en la presente memoria. Por ejemplo, la información mencionada anteriormente puede permitir que el controlador 219 determine cuánta energía se espera que requiera un vehículo de su fuente de energía eléctrica y ajuste los parámetros de trabajo de la batería de metal-aire para entregar la energía requerida mientras mantiene su eficiencia.

En una realización, el controlador 219 controla la cantidad de energía extraída de o suministrada por la batería 201 controlando el regulador 204 de corriente. Por ejemplo, si, en función de un perfil, una restricción, una condición o un parámetro de configuración, el controlador 219 determina que el consumo de corriente desde la batería 201 debe ser limitado, entonces el controlador 219 usa el regulador 204 de corriente para limitar la corriente eléctrica que se extrae de la batería 201. Por ejemplo, el regulador 204 de corriente puede ser una resistencia variable y controlable o un convertidor de CC a CC controlado por el controlador 219 de manera que la corriente que fluye desde la batería 201 a la carga 203 se mantenga en un nivel o magnitud deseados.

En una realización, los datos relacionados con los atributos, características y/o propiedades de la batería 201 son proporcionados por un fabricante de la batería 201 y pueden usarse. Por ejemplo, la capacidad, la potencia y la tensión (y las interdependencias entre estos parámetros) de la batería 201 se pueden obtener del fabricante, y se puede generar un perfil que se usa mejor con una batería específica 201 usando dichos atributos.

En una realización, se puede probar una batería o celda antes de hacerla funcionar como se describe en la presente memoria. Por ejemplo, cada celda de la batería 201 puede probarse en varias condiciones de trabajo (por ejemplo, con cada uno de una corriente, tensión y/o temperatura mantenidos en distintos valores), para determinar las curvas de descarga de la celda. Se pueden probar y analizar varias curvas para determinar las características de rendimiento que se pueden obtener. Se pueden seleccionar varias curvas de carga/descarga para su uso. Por ejemplo, una primera curva seleccionada puede ser energéticamente óptima y una segunda curva seleccionada puede ser energéticamente óptima. El controlador 219 puede estar provisto de curvas seleccionadas o perfiles de descarga para una batería y puede usar las curvas proporcionadas para controlar el funcionamiento de la batería 201. Por ejemplo, el controlador 201 controla la temperatura de la batería 201 y/o la corriente que se extrae desde la batería 201 como se describe en la presente memoria de tal manera que se mantenga una curva o perfil seleccionado.

El sistema 200 puede controlar el funcionamiento de una batería de manera que se ejecute o mantenga un perfil operativo predefinido. Por ejemplo, se puede lograr un perfil de descarga caracterizado por la corriente y la tensión de descarga con respecto a la cantidad de metal disuelto en el electrolito. Por ejemplo, utilizando los datos recibidos desde uno o más sensores, el controlador 219 determina la edad de un electrolito en la batería 201. Por ejemplo, midiendo la densidad, el PH, el hidrógeno y/o la turbidez de un electrolito con respecto al tiempo y el uso (p. ej., en un laboratorio), el electrolito se perfila de tal manera que, para niveles específicos de densidad, PH, hidrógeno y/o turbidez y en función de un perfil de electrolito, se puede determinar la edad del electrolito. En consecuencia, en una realización, provisto de un perfil de electrolito y datos de sensores adjuntos, el controlador 201 determina la edad del electrolito.

En una realización, un perfil de descarga define la corriente de descarga y la tensión. Para hacer que la batería 201 funcione según un perfil de descarga específico, el controlador 219 usa el regulador 204 de corriente para establecer la corriente que se extrae de la batería 201 al valor definido en el perfil de descarga. En una realización, para hacer que la batería 201 opere al nivel de tensión definido por un perfil de descarga, el controlador usa el intercambiador 205 de calor. Como se describe, la tensión proporcionada por la batería 201 puede elevarse elevando la temperatura de la batería 201 y el enfriamiento de la batería 201 causará una disminución en la tensión proporcionada. En consecuencia, en una realización, el controlador 219 hace que el intercambiador 205 de calor caliente o enfríe la batería 201 para que se logre la tensión definida en el perfil de descarga.

El controlador 219 puede monitorizar todos los aspectos relacionados con un perfil y controlar concurrente o simultáneamente una pluralidad de unidades de tal manera que se pueda mantener cada una de una pluralidad de características. Por ejemplo, mientras monitoriza la tensión de la batería 201 y hace que el intercambiador 205 de calor caliente la batería 201 para aumentar la tensión, el controlador 219 puede monitorizar el consumo de corriente (usando el sensor 210 de corriente) y si, con el aumento de la temperatura, el consumo de corriente es aumentado por encima de la corriente definida en el perfil de descarga, el controlador 219 puede hacer que el regulador 204 de corriente limite el consumo de corriente de la batería 201. En consecuencia, el controlador 219 puede monitorizar y controlar simultáneamente una pluralidad de características operativas de la batería 201. En otra realización, el controlador 219 puede iterar sobre una pluralidad de parámetros o características, estableciendo cada uno por turno y repitiendo el proceso hasta que se alcanza la descarga u otro perfil y se mantiene durante un período de tiempo o hasta que cambia el estado del sistema.

Por ejemplo, primero, el controlador determina la edad del electrolito. Luego, al controlar el regulador 204 de corriente, el controlador 219 establece el consumo de corriente de la batería 201, luego, el controlador 219 usa el intercambiador 205 de calor para aumentar o disminuir la tensión suministrada, el controlador 219 luego repite las etapas para determinar la edad del electrolito, establecer la corriente y establecer la tensión. En una realización, el controlador 219 repite las etapas de determinar la edad del electrolito, establecer la corriente y establecer la tensión hasta que se alcance un perfil de descarga predefinido. En otra realización, el controlador 219 repite las etapas de determinar la edad del electrolito, establecer la corriente y establecer la tensión continuamente de manera que se mantenga continuamente la adherencia a un perfil de descarga (u otro).

En otro ejemplo, se mantiene una relación específica entre la cantidad de energía eléctrica que se extrae de cada kilogramo de metal y la energía total en cada kilogramo de metal en la batería 201, esta relación se denomina en la presente memoria como una relación de utilización. En una realización, el controlador 219 monitoriza al menos una de la tensión y corriente suministradas por la batería 201 (por ejemplo, como se describe en la presente memoria) para determinar una utilización energética actual o momentánea. En una realización, para lograr una relación de utilización deseada, el controlador 219 determina la edad del electrolito en la batería 201, por ejemplo, como se describe en la presente memoria. Al controlar el intercambiador 205 de calor, el controlador 219 luego establece la tensión suministrada por la batería 201, por ejemplo, como se describe en la presente memoria.

En una realización, el controlador 219 examina los datos recibidos desde el sensor 217 de hidrógeno y, utilizando el intercambiador 205 de calor, provoca un aumento o disminución de la temperatura de la batería 201 de manera que la evolución o liberación de hidrógeno corresponda a una tasa deseada, por ejemplo, como se define en un perfil. Como se ha descrito, el nivel de hidrógeno en el electrolito puede ser indicativo de la velocidad a la que se consume el metal sin proporcionar electricidad. En consecuencia, para mantener una relación específica entre la energía y el metal consumido, un sistema puede monitorizar los niveles de hidrógeno en el electrolito y ajustar los parámetros de trabajo de modo que se mantenga la relación. Las operaciones realizadas para lograr una relación predefinida de consumo de energía a metal pueden realizarse de forma secuencial o simultánea. Las operaciones realizadas para lograr una relación predefinida de energía a consumo de metal pueden repetirse continuamente (por ejemplo, en un bucle) de modo que la relación se mantenga continuamente.

El sistema 200 puede hacer que la batería 201 funcione según una combinación de perfiles o según cualquier combinación de restricciones o características. En una realización o caso ejemplar, el sistema 200 hace que la batería 201 funcione de manera que se suministre una energía específica, requerida o predefinida y se mantenga una relación de utilización específica o definida. Por ejemplo, el controlador 219 establece el consumo de corriente en un primer nivel (por ejemplo, usando el regulador 204 de corriente). A continuación, el controlador 219 establece la tensión operativa de manera que se logre la potencia requerida. Como se sabe en la técnica, se pueden usar varias combinaciones de valores o niveles de intensidad y tensión para lograr una potencia específica. En una realización, para lograr tanto una potencia específica como una relación de utilización específica, el controlador 219 monitoriza la tasa de evolución de hidrógeno y aumenta o disminuye la temperatura de la batería 201 de modo que la tasa de evolución de hidrógeno corresponda a la tasa definida por la relación de utilización. En consecuencia, para lograr tanto una potencia predefinida como una relación de utilización específica, el controlador puede ajustar cualquiera de un consumo de corriente de una batería, la tensión proporcionada por la batería y la temperatura de funcionamiento de la batería. En una realización, el controlador 219 monitoriza continuamente la edad de un electrolito en la batería 201, la energía extraída de la batería 201 y la temperatura de la batería 201 y, teniendo en cuenta la edad del electrolito, ajusta continuamente la energía extraída y la temperatura de modo que se mantengan las características operativas como se han definido.

El controlador 219 puede estar conectado a cualquier unidad o componente aplicable y puede ajustar los parámetros de trabajo de la batería 201 según cualquier condición aplicable. Por ejemplo, cuando el sistema 200 está instalado en un vehículo, pueden tenerse en cuenta la velocidad de movimiento del vehículo, los controles del conductor, el estado operativo del motor, las fuentes de energía suplementarias y similares. Por ejemplo, el controlador 219 puede recibir entradas procedentes de sensores dentro del automóvil, la línea de comunicación en el automóvil, sensores montados en el motor de combustión o motor del automóvil y sensores conectados a una fuente auxiliar.

El controlador 219 puede usar la entrada de un conductor de un automóvil en el que está instalado el sistema 200 y la entrada procedente de un motor u otros componentes del automóvil y la entrada desde una batería auxiliar para establecer las características o perfiles de trabajo de la batería 201. El controlador 219 puede dinámicamente hacer que la batería 201 funcione según una condición o requisito actual o instantáneo.

Por ejemplo, cuando un conductor pisa el pedal de aceleración de un automóvil accionado eléctricamente, el controlador 219 puede cambiar de un perfil de utilización a un perfil de aumento de energía donde el perfil de aumento de energía puede no ser el mejor en términos de utilización energética de la batería 201 pero puede ser mejor en términos de energía. En otro caso, determinando que una batería auxiliar (por ejemplo, la fuente de energía eléctrica 320 descrita a continuación con referencia a la figura 3) está completamente cargada y, para mantener la utilización energética como se define en un perfil, el controlador 219 puede disminuir la energía extraída de la batería. 201 y permita que la batería auxiliar proporcione energía.

En una realización, el controlador 219 ajusta automáticamente los parámetros de trabajo de la batería 201 de modo que se logre un uso óptimo de la batería 201. Por ejemplo, en una realización, al recibir señales procedentes de un tacómetro y/o un velocímetro en un automóvil eléctrico, el controlador 219 puede deducir que el automóvil está parado o que se requiere poca energía. En tal caso, el controlador 219 puede cambiar a un modo operativo que preserve mejor la vida útil de la batería 201, por ejemplo, haciendo que la batería 201 funcione de acuerdo con un perfil de baja energía y alta utilización como se describe.

Se hace referencia a la figura 3, un sistema ejemplar 300 según realizaciones de la invención. Como se muestra, el sistema 300 puede incluir un sistema 200 como se describe en la presente memoria, que incluye una batería 201 de metal-aire. En aras de la simplicidad y claridad, otros componentes del sistema 200 no se muestran en la Fig. 3. Como se muestra, el sistema 300 puede incluir un controlador 310 que puede ser similar al controlador 219. En una realización, el controlador 219 puede ser reemplazado por el controlador 310. Al reemplazar el controlador 219, el controlador 310 puede conectarse a cualquier sensor conectado al controlador 219 como se describe en la presente memoria. En otras realizaciones, por ejemplo, cuando ambos controladores 219 y 310 están incluidos en el sistema 300, el controlador 310 puede comunicar con el controlador 219 y recibir cualquier dato recibido u obtenido por el controlador 219. En consecuencia, se entenderá que cualesquiera operaciones descritas en la presente memoria con respecto al controlador 219 pueden ser realizadas por el controlador 310.

En una realización, los controladores 219 y 310 incluyen un procesador y una memoria. Una memoria no transitoria conectada al controlador 310 puede almacenar un conjunto de instrucciones que, cuando las ejecuta el controlador 310, hacen que el controlador 310 realice las operaciones y los métodos descritos en la presente memoria. En una realización, una unidad de memoria no transitoria conectada al controlador 310 almacena la descarga u otros perfiles descritos en la presente memoria.

Como se muestra, además, el sistema 300 puede incluir una pluralidad de fuentes 320 y 321 de alimentación. Por ejemplo, la fuente 320 de alimentación puede ser una batería recargable o un supercondensador como se conoce en la técnica y la fuente 321 de alimentación puede ser una fuente de energía solar. En aras de la simplicidad, además de la batería 201 de metal-aire, solo se muestran dos fuentes 320 y 321 de alimentación. Sin embargo, se entenderá que se puede incluir cualquier número de fuentes de alimentación en el sistema 300, se pueden conectar a la unidad 325 de regulación y conmutación de corriente y se pueden controlar mediante el controlador 310. Como se muestra, el sistema 310 puede incluir una unidad (CRSU) 325 de regulación y conmutación de corriente. Como se muestra, la CRSU 325 puede incluir un regulador 326 de corriente y un componente 327 de conmutación.

Por ejemplo, el regulador 326 de corriente puede ser similar al regulador 204 de corriente pero puede estar configurado para regular el flujo de corriente desde/hacia cualquier fuente de alimentación o carga conectada a la CRSU 325. El regulador 326 de corriente puede incluir una pluralidad de reguladores de corriente y puede, en consecuencia, regular corrientes en múltiples trayectos. Por ejemplo, en una realización, el regulador 326 de corriente está adaptado para establecer diferentes límites de corriente para diferentes trayectos. Por ejemplo, en una realización, basada en el control del controlador 310, el regulador 326 de corriente establece un primer límite en la corriente que fluye desde el sistema 200 a la carga 330, establece un segundo límite en la corriente que fluye desde la fuente 320 de alimentación eléctrica del sistema a la carga 330 y establece además un tercer límite en la corriente que fluye desde la fuente 321 de alimentación a la fuente 320 de alimentación.

El componente 327 de conmutación puede ser un componente configurado para conectar y/o desconectar eléctricamente cualquier componente o unidad conectada a la CRSU 325. Por ejemplo, el componente 327 de conmutación puede establecer una primera conexión eléctrica entre la fuente 320 de alimentación y la carga 330 y además establecer una segunda conexión entre el sistema 200 y la fuente 320 de alimentación. En consecuencia, la

CRSU 325 puede encaminar corriente eléctrica desde/hacia cualquier componente o unidad conectado y puede regular además los flujos de corriente hacia/desde cualquier componente o unidad conectado.

Por ejemplo, la CRSU 325 puede conectar la fuente 321 de alimentación eléctrica a la carga 330 y, al mismo tiempo, conectar el sistema 200 a la fuente 320 de alimentación eléctrica. El componente 327 de conmutación puede incluir una pluralidad de interruptores operados eléctricamente y, usando dichos interruptores, el componente 327 de conmutación puede permitir la conexión/desconexión eléctrica de cualquier fuente de alimentación eléctrica adjunta (incluido el sistema 200) a/desde cualquier otra fuente de alimentación eléctrica. De manera similar, el componente 327 de conmutación puede conectar/desconectar eléctricamente cualquier fuente de alimentación eléctrica conectada a/desde la carga 330. En consecuencia, al usar el regulador 326 de energía, la CRSU 325 puede permitir controlar la corriente que se extrae de cualquiera de las fuentes de alimentación eléctrica conectadas al mismo y, además, utilizando el componente 327 de conmutación, la CRSU 325 puede dirigir la corriente eléctrica desde cualquier fuente de alimentación conectada a cualquier fuente de alimentación conectada o a la carga 330. Se entenderá que se puede conectar una pluralidad de cargas a la CRSU 325.

En una realización, en base a una señal de control del controlador 310, la CRSU 325 puede hacer que el sistema 200 proporcione una energía predefinida o específica a la carga 330 y además hacer que las fuentes 320 y 321 de alimentación eléctrica proporcionen cualquier energía adicional requerida. En otro caso, si la energía requerida por la carga 330 es menor que la que puede proporcionar el sistema 200, entonces, en base a una señal de control procedente del controlador 310, la CRSU 325 puede hacer que el sistema 200 proporcione energía eléctrica a una o ambas fuentes 320 y 321 de alimentación. Por ejemplo, si la fuente 320 de alimentación es una batería recargable entonces, si la energía o la corriente eléctrica que puede proporcionar el sistema 200 es mayor que la requerida por la carga 330, entonces, en base a una señal de control del controlador 310, la CRSU 325 puede hacer que el sistema 200 proporcione energía eléctrica a la fuente 320 de alimentación de manera que el sistema 200 cargue la fuente 320 de alimentación.

Aunque no se muestra, cualesquiera sensores relevantes pueden instalarse en cualquiera de las fuentes 320 y 321 de alimentación y la carga 330 y los sensores instalados pueden conectarse al controlador 310. Por ejemplo, sensores similares a los que se muestran en la Fig. 2, por ejemplo, un voltímetro, puede instalarse en las fuentes 320 y 321 de alimentación. En consecuencia, el controlador 310 puede conocer un estado o condición de los componentes en el sistema 300 y puede controlar la CRSU 325 en base a un estado de cualquiera del sistema 200, la carga 330 y las fuentes 320 y 321 de alimentación. Por ejemplo, si la fuente 321 de alimentación es una fuente de energía solar y la fuente 320 de alimentación es una batería recargable, entonces, en base a una señal de control del controlador 310, la CRSU 325 puede hacer que la fuente 321 de alimentación cargue la fuente 320 de alimentación o proporcione energía a la carga 330. En otro momento o caso, en base a una señal de control del controlador 310, la CRSU 325 puede hacer que la fuente 321 de alimentación cargue la fuente 320 de alimentación y proporcione energía a la carga 330.

En una realización, el controlador 310 monitoriza, determina y/o calcula periódica o continuamente las condiciones de trabajo de la batería 201. Por ejemplo, el controlador 310 monitoriza, en base a la entrada procedente de los sensores descritos en este documento, la temperatura de la batería 201, la corriente extraída de la batería 201 y la tensión de la batería 201. En una realización, el controlador 310 monitoriza, determina y/o calcula periódica o continuamente la edad de un electrolito en la batería 201 como se describe en la presente memoria. En una realización, el controlador 310 monitoriza, determina y/o calcula periódica o continuamente una utilización energética de la batería 201.

Por ejemplo, usando datos procedentes del sensor 217 de hidrógeno, el controlador 310 determina la velocidad de corrosión como se describe. En otra realización, el controlador 310 usa un valor de densidad de corriente. Una densidad de corriente como se conoce en la técnica es una medida de corriente eléctrica por volumen o por área de sección transversal. Por ejemplo, la densidad de corriente de un metal en una batería 201 de metal-aire se puede proporcionar al controlador 310, por ejemplo, almacenarla en una memoria accesible al controlador 310. Considerando la densidad de corriente y la temperatura de la batería 201 y la edad del electrolito en la batería 201, el controlador 310 determina la utilización energética de la batería 201. Por ejemplo, el controlador 310 usa una tabla de búsqueda (por ejemplo, proporcionada por el fabricante de la batería 201) para determinar la utilización energética basada en la edad del electrolito, la densidad de corriente y/o la temperatura de la batería 201.

En una realización, para lograr una utilización energética deseada u óptima, el controlador 310 observa la tensión de la batería 201 (usando el sensor 209 de tensión) y sintoniza un sistema a la tensión que produce la eficiencia correcta u óptima en términos de utilización energética. Por ejemplo, usando el regulador 326 de corriente, el controlador establece la corriente extraída de la batería 201 a un nivel o tasa constante y luego usa el intercambiador 205 de calor para establecer la temperatura de la batería 201 de modo que se logre la tensión deseada proporcionada por la batería 201. Como se describe en la presente memoria, en una realización, la tensión proporcionada por la batería 201 se controla controlando la temperatura de la batería 201. En consecuencia, el controlador 310 controla la corriente extraída de la batería 201 y la tensión de la batería 201 de manera que se logre y se mantenga una utilización energética deseada.

En una realización, el controlador 310 hace que la batería 201 funcione de manera que se logre una utilización óptima. Por ejemplo, después de determinar las condiciones de la batería 201, tal como la temperatura, la corriente extraída y la tensión, y calcular además la utilización energética momentánea de la batería 201, el controlador 310 ajusta los

parámetros o condiciones de trabajo de la batería 201 como se describe. Por ejemplo, el controlador 310 aumenta o disminuye la corriente extraída de la batería 201, aumenta o disminuye la tensión o la temperatura de la batería 201 como se describe en la presente memoria de manera que se alcance un punto de trabajo deseado

- 5 Por ejemplo, considérese una celda de aluminio-aire con electrolito fresco a una temperatura de 50 °C, funcionando a una densidad de corriente de 200 mA/cm², una tensión de 1,1 V y una velocidad de corrosión del 10%. Un parámetro de eficiencia de tensión se calcula dividiendo la tensión actual de la celda por la tensión teórica que puede proporcionar la celda, por ejemplo, 1,1/2,7 para aluminio.

- 10 La tasa de utilización energética momentánea es calculada por el controlador 310 como el producto de la "eficiencia de Coulomb" y la "eficiencia de tensión". En este ejemplo, la utilización energética momentánea es 0,366 según: $0,9 \times (1,1 \text{ V} / 2,7 \text{ V}) = 0,366$. Para aumentar la utilización energética, el controlador 310 aumenta la densidad de corriente a 250 mA/cm² (controlando el regulador 326 de corriente) y por lo tanto, la velocidad de corrosión cae al 1% y la tensión cae a 1,05 V. En consecuencia, la eficiencia energética se incrementa desde 0,366 a $0,99 \times (1,05 \text{ V} / 2,7 \text{ V}) = 0,385$.

- 15 Se hace referencia a las Figs. 6A y 6B que ilustran el comportamiento de una batería de metal-aire con control de temperatura. Las Figs. 6A y 6B ilustran un aumento en la eficiencia energética según realizaciones de la invención. En ambos gráficos mostrados por las Figs. 6A y 6B, la corriente extraída de una batería es constante durante toda la descarga. Como se muestra en la Fig. 6A, cuando la temperatura es constante, la tensión de la batería cae continuamente con la edad del electrolito (expresado en vatios hora por litro de electrolito (Wh/litro)) y, como se muestra, a 310 Wh/litro, se agota el electrolito. Como se muestra en la Fig. 6B, cuando la temperatura del electrolito aumenta gradualmente y se mantiene una tensión de 1,2 V a través de la descarga. El electrolito calentado solo se agota después de extraer 500
- 20 Wh/litro de electrolito. En consecuencia, al controlar la temperatura de una batería, un sistema según las realizaciones de la invención aumenta drásticamente la utilización de electrolito en una batería de metal-aire.

- 25 En una realización, la carga 330 es un vehículo eléctrico (EV) y la fuente 320 de alimentación eléctrica es una batería recargable. También se hace referencia a la figura 4, que muestra una configuración ejemplar que puede ser asumida o lograda por el sistema 300. En una realización, la configuración que se muestra en la figura 4 se logra configurando la CRSU 325. Por ejemplo, el controlador 310 hace que la CRSU 325 conecte el sistema 200 al dispositivo recargable 410 (que puede ser la fuente 320 de alimentación eléctrica) a través del regulador 326 de corriente y además configura la CRSU 325 para conectar el dispositivo recargable 410 al EV 415 como se muestra. En otra realización, se pueden usar conexiones permanentes o fijas para configurar un sistema como se muestra en la Fig. 4.

- 30 En una realización, cuando se usa en un vehículo eléctrico 415, una batería 201 de metal-aire está conectada a un dispositivo recargable 410 que, a su vez, está conectado al sistema de propulsión del vehículo. En esta realización, el controlador 310 hace que se extraiga energía de la batería 201 a un ritmo constante. En una realización, el ritmo constante se determina calculando un nivel o tasa de energía promedio consumido por el EV 415. Por ejemplo, el controlador 310 mide de forma periódica o continua la corriente proporcionada al EV 415 tanto por la batería 201 como por el dispositivo recargable 410, y calcula y promedia de forma periódica o continua la energía requerida para operar el EV 415. En una realización, el controlador 310 hace que la batería 201 proporcione la corriente o energía promedio calculada y usa el dispositivo recargable 410 como un elemento intermedio que suministra energía adicional cuando el EV 415 requiere más que la energía promedio y absorbe energía cuando el EV 415 requiere menos que la energía promedio. Por ejemplo, la batería 201 proporciona energía para una conducción normal, pero cuando el EV acelera y se necesita más energía que la promedio, el dispositivo recargable 410 proporciona la energía adicional requerida. En una realización, cuando el EV 415 genera energía eléctrica en lugar de consumirla, por ejemplo, mediante el frenado regenerativo como se conoce en la técnica, la energía eléctrica generada por el EV 415 se usa para cargar el dispositivo recargable 410.

- 35 Como se muestra en la Fig. 4, en una configuración ejemplar, el sistema 200 está conectado a un dispositivo recargable o batería 410 a través de un regulador de corriente (por ejemplo, el regulador 326 de corriente). En una realización, el dispositivo recargable 410 está conectado al EV 415 proporcionando así energía a un motor eléctrico en EV 415 así como a cualesquiera otras cargas o circuitos eléctricos en el EV 415. Como se muestra, el EV 415 puede incluir un controlador 420. Por ejemplo, el controlador 420 puede ser un dispositivo informático a bordo instalado en un vehículo como se conoce en la técnica. El controlador 410 puede conectarse operativamente al controlador 310 (no mostrado en la figura 4 para mayor claridad). En consecuencia, cualquier dato obtenido o generado por el controlador 420 puede ser proporcionado y utilizado por el controlador 310.
- 40
- 45
- 50

- 55 En una realización, la capacidad del dispositivo recargable 410 es tal que es capaz de suministrar una sobrecarga de energía que puede ser requerida por el EV 415, por ejemplo, para acelerar, subir pendientes o cualquier otra condición de manejo que requiera una breve ráfaga de alta potencia. El dispositivo recargable 410 puede o no recargarse desde una red eléctrica, por ejemplo, en una casa. Debido a la naturaleza de una batería de metal-aire, se espera, pero no se requiere, que la capacidad de la batería 210 de metal-aire sea significativamente mayor que la capacidad del dispositivo recargable 410. En consecuencia, la batería 210 de metal-aire puede servir como un prolongador de alcance para el EV 415 y, en consecuencia, la batería 201 o el sistema 200 pueden denominarse en el presente documento como un prolongador de alcance.

Para que un prolongador de alcance prolongue la distancia de conducción del EV 415, es posible que no se requiera

que el prolongador de alcance (por ejemplo, el sistema 200 o una batería 201 de metal-aire) suministre un requisito de energía momentáneo del EV 415, sino que suministre un consumo promedio de energía del EV 415. En consecuencia, el sistema 200 o la batería 201 (denominada en la presente memoria como el prolongador de alcance) tiene que utilizarse de diferentes maneras para adaptarse a los requisitos de cada viaje. Dichos requisitos pueden incluir la máxima eficiencia energética, un requisito de energía específico, un perfil de energía cambiante o cualquier combinación de los anteriores. El controlador 310 puede configurar el prolongador de alcance (por ejemplo, el sistema 200) para cualquier condición o requisito.

En una realización, el controlador 310 puede monitorizar el estado de carga del dispositivo recargable 410, así como otros parámetros de conducción tales como el destino de conducción, las condiciones de la carretera, las estadísticas de consumo de energía del vehículo, un estilo de conducción, etc. Por ejemplo, el controlador 310 puede ser conectado al controlador 420 instalado en el EV 415 y así recibir cualquier información necesaria. Como se describe, en base a los datos suministrados por los sensores, el controlador 310 puede conocer el estado del prolongador de alcance (sistema 200 y/o batería 201 de metal-aire) y el estado del dispositivo recargable 410. Por ejemplo, el controlador 310 puede determinar la capacidad de la batería 201 y la capacidad del dispositivo recargable 410 (por ejemplo, sistema 200 y fuente 320 de alimentación). En consecuencia, el controlador 310 puede elegir y establecer cualquier punto de trabajo, nivel de carga, consumo de energía y/u otros parámetros tanto del sistema 200 (cuando se usa como prolongador de alcance) como del dispositivo recargable 410.

Por ejemplo, el controlador 310 puede mantener un estado mínimo de carga del dispositivo recargable 410 controlando la corriente que se extrae del sistema 200. Por ejemplo, si el controlador 310 determina que la capacidad del dispositivo recargable 410 está por debajo de un umbral, el controlador 310 puede hacer que el sistema 200 cargue el dispositivo recargable 410 (por ejemplo, conectando el sistema 200 al dispositivo recargable 410 a través de la CRSU 325).

En una realización, puede ser deseable controlar el uso de una batería o dispositivo recargable. Por ejemplo, para prolongar la vida útil del dispositivo recargable 410, puede ser deseable limitar su uso. En una realización, para limitar el uso del dispositivo recargable 410, el controlador 310 extrae energía de la batería 201 de metal-aire en todo momento y, por lo tanto, el EV 415 extrae energía de una batería recargable (por ejemplo, el dispositivo recargable 410) solo si la energía procedente de la batería 201 de metal-aire es insuficiente para su exigencia de energía. En otras realizaciones, por ejemplo, si la batería 201 de metal-aire es un recurso costoso y el dispositivo recargable 410 es barato, el controlador 310 puede hacer que el dispositivo recargable 410 proporcione tanta corriente como se pueda extraer de él mientras mantiene el uso de la batería 201 de metal-aire al mínimo. Utilizando las capacidades de regulación y conmutación de corriente de la CRSU 325, el controlador 310 puede establecer discretamente la energía o la corriente extraída de cada fuente de alimentación conectada a la CRSU 325.

En consecuencia, el sistema 300 permite establecer discretamente la cantidad de energía eléctrica proporcionada a la carga 330 o al EV 415 por cada fuente de alimentación en el sistema. En otra realización más, por ejemplo, si, debido a cortes de energía o cortes de energía eléctrica, es imposible cargar el dispositivo recargable 410, el controlador 310 desconecta el dispositivo recargable 410 del EV 415 y solo vuelve a conectar el dispositivo recargable 410 al EV 415 cuando la batería 210 de metal-aire es incapaz de suministrar la energía requerida. Se entenderá que, usando la CRSU 325, el controlador 310 puede configurar un sistema tal que la batería 210 de metal-aire y el dispositivo recargable 410 contribuyan cada uno con una parte de la energía requerida por el EV 415 según lo determinado por el controlador 310. Por ejemplo, en una realización, el controlador 310 mantiene la capacidad del dispositivo recargable 410 de modo que pueda soportar una sobrecarga de energía requerida por el EV 415. El controlador 310 puede observar el estado máximo de carga del dispositivo recargable 410 para permitir un frenado regenerativo eficiente o regeneración de energía cuesta abajo, uso mínimo del prolongador de alcance antes de llegar a la energía de la red, etc.

Para mantener los umbrales configurados o determinados, el controlador 310 puede encender o apagar el prolongador de alcance en cualquier momento. Al activar el prolongador de alcance (por ejemplo, conectando el sistema 200 a la carga 330 usando la CRSU 325), el controlador 310 puede controlar el prolongador de alcance (sistema 200) para suministrar energía nominal para una máxima eficiencia energética, para entregar la máxima energía o para entregar cualquier otra energía establecida o predefinida.

Un elemento intermedio recargable se puede utilizar como elemento intermedio en más de una forma. Por ejemplo, en una realización, el dispositivo recargable está diseñado para tener la capacidad de energía que se requiere para el uso promedio diario de energía de un EV. En cada día, si se consume la cantidad promedio de energía, se podrá tomar únicamente del dispositivo recargable, que a su vez puede ser recargado cuando se conecta a la red (toma de corriente eléctrica de una vivienda). Si el consumo diario de energía está por encima del promedio, el controlador 310 puede hacer funcionar la batería 201 de metal-aire de modo que suministre la energía adicional que se requiere más allá de la energía disponible en el dispositivo recargable.

En consecuencia, un EV puede operarse normalmente cargando el elemento intermedio (por ejemplo, una batería recargable) de forma regular y usando la batería recargable para los viajes normales diarios pero, en los casos en que se realiza un viaje más largo que el promedio, se utiliza la batería de metal-aire, por ejemplo, cuando la batería recargable se agota o se descarga a un nivel previamente configurado. Por ejemplo, cuando una batería recargable se descarga hasta un nivel previamente configurado, el controlador 310 activa la batería de metal-aire. En

consecuencia, un sistema o vehículo eléctrico según realizaciones de la invención está diseñado de tal manera que la capacidad de un dispositivo recargable en el vehículo eléctrico está diseñada para suministrar un consumo de energía diario promedio del vehículo eléctrico y una batería de metal-aire en el vehículo eléctrico está diseñada para suministrar energía por encima de la energía diaria promedio.

Ahora se hace referencia a la figura 5, un ejemplo de flujo de acuerdo con las realizaciones de la invención. Como se muestra mediante el bloque 510, un método o flujo puede incluir la selección de un perfil que caracterice una operación de una batería. Por ejemplo, en una realización, el controlador 219 o el controlador 310 selecciona un perfil que caracteriza o define una operación de la batería 201. Como se describe, en una realización, el controlador 219 o el controlador 310 selecciona un perfil tal que la eficiencia de Coulomb de la batería 201 se maximiza. Por ejemplo, un perfil seleccionado incluye establecer la temperatura de la batería 201 y la circulación del electrolito en la batería 201 de modo que se minimice la reacción de corrosión como se muestra en la ecuación (2) anterior. En otro caso, el controlador 219 o el controlador 310 selecciona un perfil tal que se maximice la utilización energética del metal en la batería 201. En aún otra realización o caso, el controlador 219 o el controlador 310 selecciona un perfil tal que se maximiza la utilización de electrolito en la batería 201. Un perfil puede ser un conjunto de valores almacenados en una memoria accesible para el controlador 219 y/o el controlador 310. Se puede proporcionar una pluralidad de perfiles, por ejemplo, por un fabricante de batería 201 y se pueden almacenar en una memoria accesible al controlador 219 y/o al controlador 310. En consecuencia, el controlador 219 o el controlador 310 puede seleccionar un perfil de una pluralidad de perfiles.

Se pueden tener en cuenta varios parámetros al seleccionar un perfil o al hacer que una batería funcione según un perfil. Por ejemplo, como se describe en la presente memoria, la liberación de hidrógeno puede indicar la velocidad o el nivel de corrosión. En consecuencia, en una realización, el controlador 219 usa los datos recibidos del sensor 217 de hidrógeno para determinar el nivel o la tasa de hidrógeno liberado por la batería 201 y ajusta los parámetros operativos de la batería 201 de modo que la tasa o el nivel del hidrógeno liberado se mantenga dentro de un intervalo predefinido. Por ejemplo, un perfil puede indicar una tasa de hidrógeno liberado y el controlador 219 aumenta o disminuye el consumo de energía de la batería 201, o ajusta la temperatura de la batería 201 de modo que se observen los límites de liberación de hidrógeno.

Como se muestra por el bloque 515, un método o flujo puede incluir el control de una corriente extraída de la batería según el perfil. Por ejemplo, usando el regulador 326 de corriente, el controlador 310 controla la corriente extraída de la batería 201. Como se muestra por el bloque 520, un método o flujo puede incluir controlar una tensión proporcionada por la batería según el perfil. Por ejemplo, el controlador 219 controla la temperatura de la batería 201 y, por lo tanto, como se describe, aumenta o disminuye la tensión proporcionada por la batería 201. Como se muestra por el bloque 525, un método o flujo puede incluir el control de la temperatura de la batería. Por ejemplo, al controlar el intercambiador 205 de calor, el controlador 219 disminuye o aumenta la temperatura del electrolito en la batería 201, por lo que disminuye o aumenta la temperatura de la batería 201.

Como se muestra por el bloque 530, un método o flujo puede incluir el control de una circulación de electrolito en la batería. Por ejemplo, el controlador 219 controla la bomba 207 controlando así una circulación de electrolito a través de las celdas en la batería 201. En una realización, controlar los parámetros operativos como se muestra por los bloques 515, 520, 525 y 530 puede estar de acuerdo con un perfil o basarse en él.

Como se muestra por el bloque 535, un método o flujo puede incluir la determinación de una energía requerida por una carga. Por ejemplo, el controlador 310 determina una carga basándose en la información recibida del controlador 420 en un EV 415. La determinación de una carga puede incluir la predicción de una carga. Por ejemplo, el controlador 310 usa datos del sistema de posicionamiento global (GPS) para predecir una carga. En otro caso, el controlador 310 usa una especificación de ruta recibida desde el controlador 410 para predecir una carga. En una realización, el controlador 310 selecciona un perfil en base a una carga prevista. Por ejemplo, si se basa en una ruta recorrida, el controlador 310 identifica que se espera un viaje cuesta arriba, entonces el controlador 310 selecciona un perfil en el que se maximiza la energía proporcionada por la batería 201. Al determinar que la energía requerida es baja, por ejemplo, en base a las revoluciones por minuto (RPM) de un motor eléctrico en el EV 415, el controlador 310 selecciona un perfil mediante el cual se minimiza la velocidad de corrosión en la batería 201. Cualquier dato recopilado por el controlador 420 en el EV 415 puede usarse para seleccionar un perfil o establecer de otro modo los parámetros de trabajo de la batería 201 o del sistema 200.

Como muestra la flecha que conecta los bloques 535 y 510, la selección de un perfil puede ser automática y dinámica. Por ejemplo, determinar que el EV 415 está parado en base a los datos recibidos desde el controlador 420, el controlador 219 o el controlador 310 selecciona un perfil tal que se produzca una baja energía y se minimice la velocidad de corrosión. A continuación, determinando que el EV 415 está en movimiento, el controlador 219 o el controlador 310 selecciona un perfil tal que se maximice la energía proporcionada por la batería 201.

Como se muestra por el bloque 540, un método o flujo puede incluir hacer que una batería proporcione una primera parte de la energía requerida y hacer que una fuente de alimentación secundaria proporcione una segunda parte de la energía requerida. Por ejemplo, al controlar la CRSU 325, el controlador 310 hace que la batería 201 proporcione una corriente predefinida a la carga 330 (que puede ser el EV 415) y además hace que la fuente eléctrica 320 proporcione corriente adicional de modo que se satisfaga la demanda de energía por parte de la carga 330. En una realización, cuando se

requiere energía, un regulador de energía limita la energía proporcionada por la batería 201 y el resto de la energía requerida es proporcionada por una batería recargable que sirve como elemento intermedio. En consecuencia, se utiliza un elemento intermedio para los casos en que la demanda de energía alcanza su punto máximo.

5 A menos que se indique explícitamente, las realizaciones del método descritas en la presente memoria no están restringidas a un orden o secuencia particular. Además, algunas de las realizaciones de método descritas o elementos de las mismas pueden ocurrir o realizarse en el mismo momento.

Se han presentado varias realizaciones. Por supuesto, cada una de estas realizaciones puede incluir características de otras realizaciones presentadas, y las realizaciones no descritas específicamente pueden incluir varias características descritas en la presente memoria.

10

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar el funcionamiento de una batería (201) de metal-aire, comprendiendo el método:
5 controlar una corriente extraída de la batería y una temperatura de la batería ajustando repetidamente la corriente extraída de la batería y ajustando repetidamente la temperatura de la batería hasta que se logre una relación de utilización energética deseada, en donde la relación de utilización energética comprende una velocidad de corrosión y una tensión real de la celda.
2. El método según la reivindicación 1, en el que controlar la temperatura comprende:
elevar la temperatura de la batería para elevar la tensión y/o enfriar la batería (201) para provocar una disminución en la tensión proporcionada por la batería (201).
- 10 3. El método según la reivindicación 2 que comprende usar un intercambiador (205) de calor para hacer que la batería (201) funcione al nivel de tensión definido por un perfil de descarga.
4. El método según la reivindicación 3 que comprende hacer que el intercambiador de calor caliente o enfríe la batería (201) de modo que se logre la tensión definida en el perfil de descarga.
- 15 5. El método según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, que comprende monitorizar la corriente que es extraída de la batería mientras se monitoriza la tensión de la batería (201) y hacer que el intercambiador (205) de calor caliente la batería (201) para aumentar la tensión y si, al aumentar la temperatura, la corriente extraída aumenta por encima de una corriente definida en el perfil de descarga, provocar que el regulador (204) de corriente limite la corriente extraída de la batería (201).
6. El método de la reivindicación 5 que comprende:
20 determinar la edad del electrolito;
controlar un regulador (204) de corriente, ajustando la corriente extraída de la batería (201);
usar un intercambiador (205) de calor para elevar o bajar la tensión suministrada; y
repetir las etapas para determinar la edad del electrolito, establecer la corriente y establecerla tensión.
7. El método según cualquier reivindicación precedente que comprende antes de activar o reactivar la batería, 25 determinar la edad del electrolito y establecer la temperatura del electrolito en la batería a un valor predefinido de modo que se logre una utilización óptima del electrolito.
8. El método según la reivindicación 7 que comprende repetir las etapas de determinar la edad del electrolito, establecer la corriente y establecer la tensión, bien hasta que se alcance un perfil de descarga predefinido o bien continuamente de modo que se mantenga continuamente la adherencia a una descarga u otro perfil.
- 30 9. Un sistema (200) que comprende:
una batería (201) de metal-aire; y
un controlador (219), estando configurado el controlador (219) para controlar el funcionamiento de la batería (201) según el método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
10. Un vehículo eléctrico (415) que comprende:
35 un sistema (200) según la reivindicación 9; y
un dispositivo recargable (410).

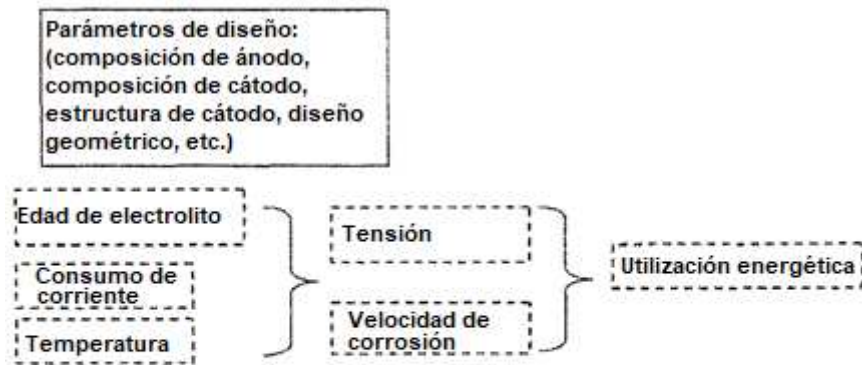


Fig. 1

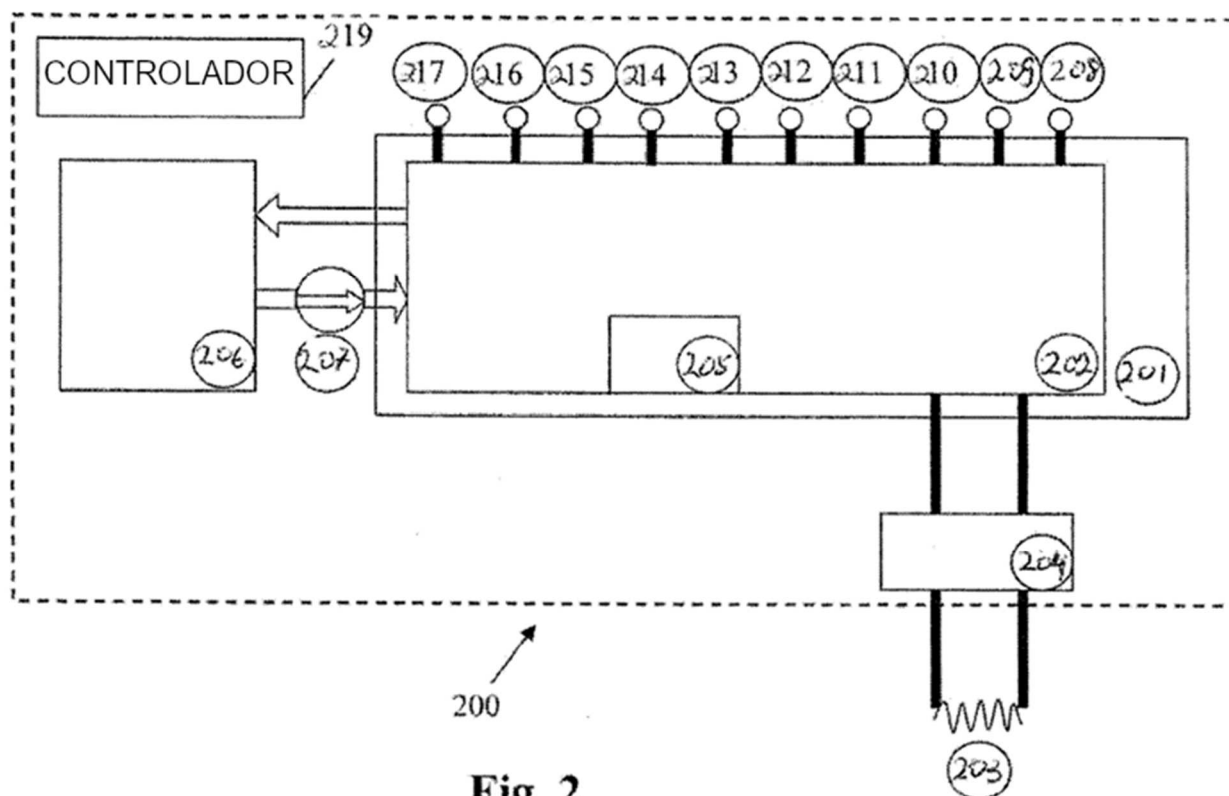


Fig. 2

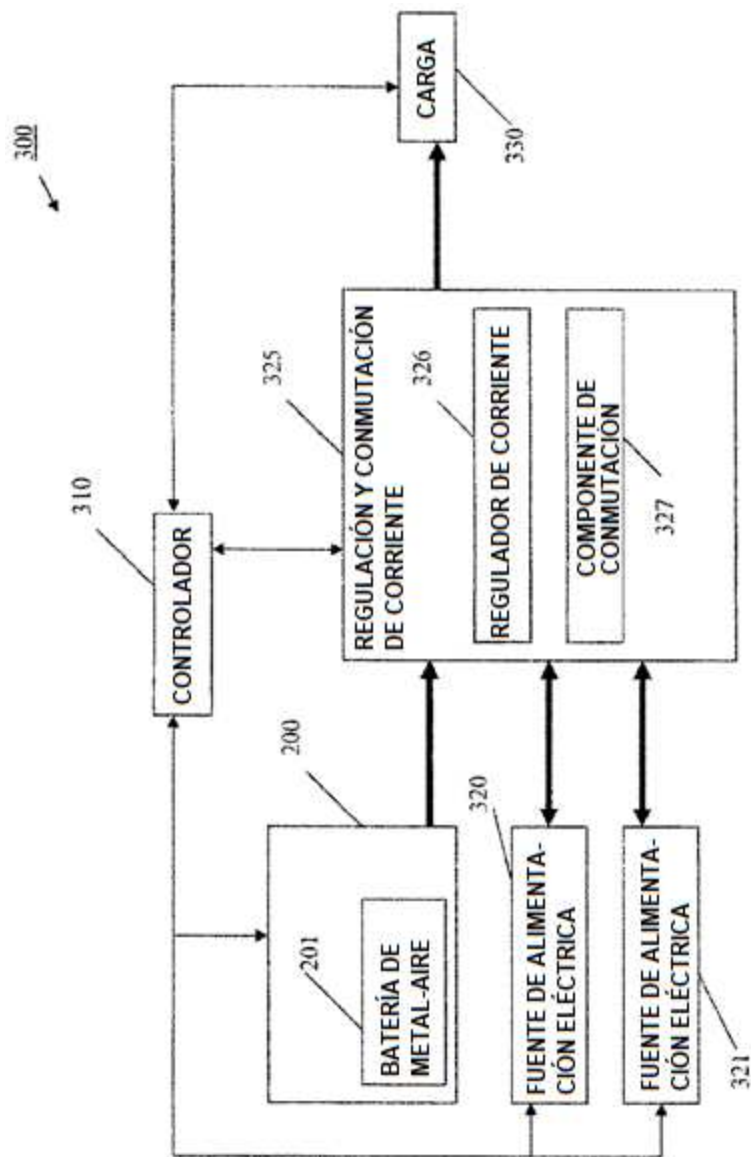


Fig. 3

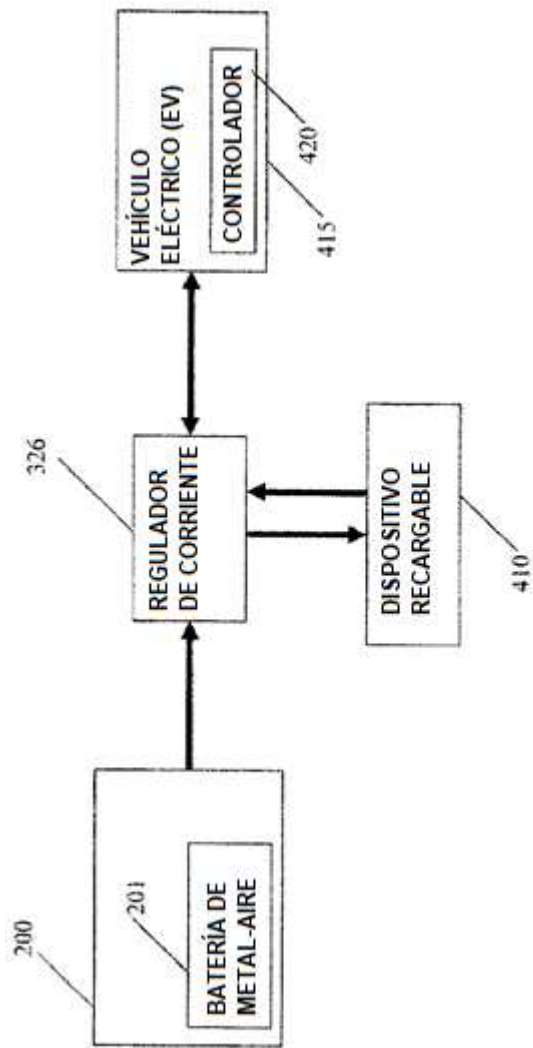
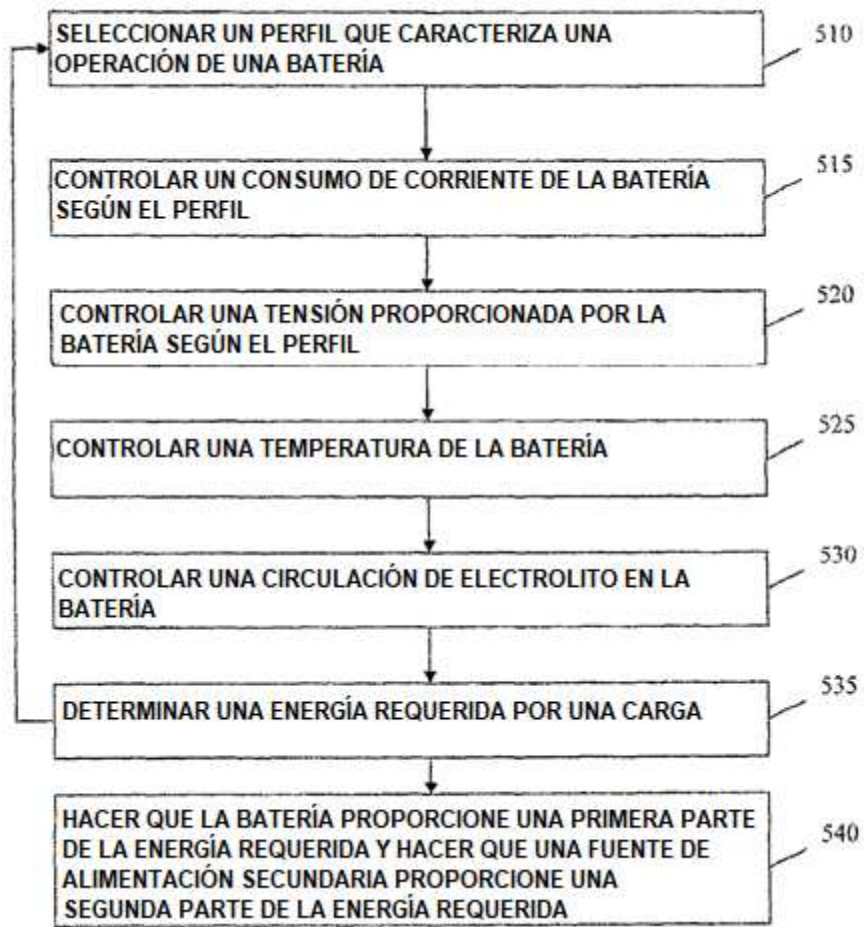


Fig. 4



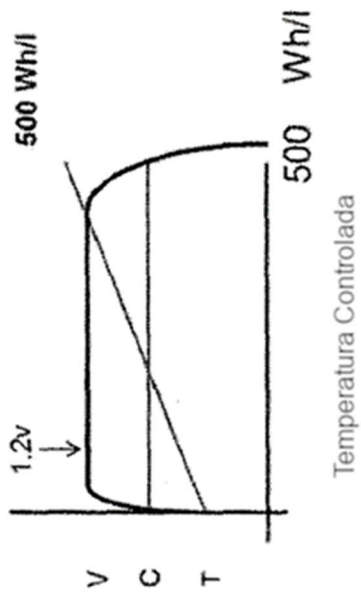


Fig. 6A

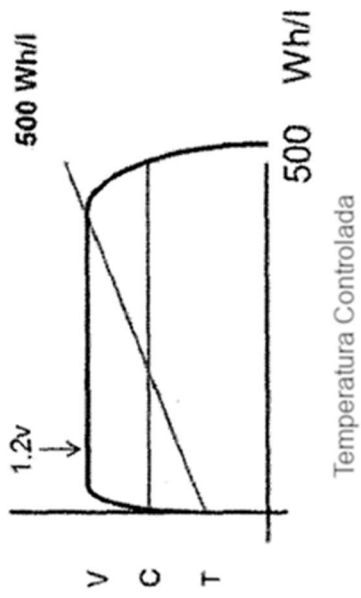


Fig. 6B