

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 873 750**

51 Int. Cl.:

**H02J 7/34** (2006.01)

**H02J 7/00** (2006.01)

**H02J 7/35** (2006.01)

**H02J 9/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.09.2017 PCT/IB2017/055535**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.03.2018 WO18051248**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2017 E 17788288 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.04.2021 EP 3513477**

54 Título: **Sistema de batería híbrida**

30 Prioridad:

**15.09.2016 US 201662395112 P**

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

**03.11.2021**

73 Titular/es:

**FORM ENERGY, INC. (100.0%)  
444 Somerville Ave.  
Somerville, MA 02143, US**

72 Inventor/es:

**KRISHNAN, RAMKUMAR y  
FINK, SHAWN**

74 Agente/Representante:

**VIDAL GONZÁLEZ, Maria Ester**

**ES 2 873 750 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 de batería híbrida

## 5 Campo de la invención

La invención está dirigida a un sistema de batería híbrida y a un método de carga y descarga de un sistema de batería híbrida.

## 10 Antecedentes

Los sistemas de respaldo de batería están configurados para manejar un corte de energía (incluidas las caídas o caídas donde la energía cae pero no está completamente apagada) de la fuente de energía principal durante un período de tiempo limitado. La batería o baterías del sistema de respaldo de batería se descargan durante un corte de energía y el estado de carga del sistema de respaldo se reduce. Si el corte de energía es demasiado prolongado, el sistema de respaldo de la batería puede caer por debajo de un estado de carga que sea suficiente para proporcionar la energía adecuada a la carga. En muchas aplicaciones, se emplea un sistema de respaldo de batería durante un período de tiempo relativamente corto, o durante un tiempo que reduce el estado de carga del sistema de batería solo una fracción del estado de carga completo. Sin embargo, estas aplicaciones pueden tener ocasionalmente una interrupción más prolongada, y escalar el sistema de respaldo para características de rendimiento optimizado en condiciones de ciclos diarios/frecuentes y requisitos de demanda de energía de respaldo optimizados en espera/ocasional puede ser demasiado costoso. Los sistemas de baterías de menor eficiencia pueden ser menos costosos inicialmente, pero son menos eficientes en términos de ciclos de carga/descarga y, por lo tanto, tienen un costo de operación más alto. Por ejemplo, las baterías de iones de litio son más eficientes pero también más caras en comparación con las baterías de plomo-ácido.

El documento WO 2015/132631 A1 describe un aparato de carga de batería que incluye dos o más dispositivos de carga de batería híbrida. Cada dispositivo de carga de batería híbrida incluye terminales de entrada que conectan un panel fotovoltaico, primeras conexiones de batería para conectar una batería de plomo-ácido, segundas conexiones de batería para conectar una batería química de ciclo alto, un convertidor CC/CC bidireccional, un sistema de control de carga y descarga, que está conectado al convertidor CC/CC bidireccional y terminales de salida para conectar una carga.

El documento WO 2010/115006 A1 describe sistemas y métodos para estabilizar la energía proporcionada por una fuente de energía. Una fuente de energía proporciona energía y los dispositivos de almacenamiento de energía capturan selectivamente la energía proporcionada por la fuente de energía en exceso de un requerimiento energético inmediato de una carga. El método y el sistema proporcionan energía de forma selectiva cuando el requerimiento energético inmediato de la carga excede la energía proporcionada por la fuente de energía.

## 40 Resumen de la invención

La presente invención se define mediante las reivindicaciones 1 y 16 y proporciona un sistema de batería híbrida para el almacenamiento de energía en una red de energía que comprende una fuente de energía y una carga. El sistema comprende un sistema de batería, que comprende: una primera unidad de batería recargable que tiene una primera química de batería; y una segunda unidad de batería recargable que tiene una segunda química de batería, siendo la primera y la segunda química de batería diferentes entre sí. Tales diferencias pueden proporcionar, por ejemplo, diferentes eficiencias energéticas (es decir, la relación entre la entrada de energía para cargar la segunda batería y la salida de energía durante la descarga puede ser mayor que para la primera batería) y/o las eficiencias energéticas (es decir, la relación de entrada de energía para cargar la primera batería a la salida de energía durante la descarga puede ser mayor que para la segunda batería) entre las unidades de batería. Un controlador acopla selectivamente las unidades de batería del sistema de batería a la red eléctrica (a) para la entrega de energía eléctrica desde el sistema de batería a la carga durante la descarga, y (b) para la recepción de energía eléctrica de la fuente de energía para cargar el sistema de batería durante la carga. Un sensor de tensión del suministro de energía detecta una tensión de operación del suministro de energía. El controlador comprende una lógica para conmutar el controlador entre la carga y la descarga del sistema de batería en base a que la tensión de operación se encuentre en un intervalo de carga o en un intervalo de descarga, respectivamente. El controlador incluye además lógica de selección del modo de carga para seleccionar entre modos de carga basados en la tensión de operación dentro del intervalo de carga, los modos incluyen (a) cargar ambas unidades de batería de manera simultánea, (b) cargar solo la primera unidad de batería, y (c) cargar solo la segunda unidad de batería.

El sistema puede dirigirse a un sistema de respaldo de batería híbrida estacionaria. Las dos unidades de batería diferentes pueden incluir una primera unidad de batería que es diferente de una segunda unidad de batería en términos de eficiencia de recarga, ciclo de vida, capacidad de potencia, umbral de profundidad de descarga, umbral de temperatura, umbral de impedancia interna, eficiencia de la velocidad de carga y/o eficiencia en espera. El sistema de respaldo de batería puede comprender un sistema de control que acopla una primera y/o una segunda unidad de batería a una carga y/o cargador en función de las propiedades de la batería y las entradas al sistema de

control. Un sistema de control puede programarse o incorporarse con lógica para cambiar de una primera a una segunda batería para maximizar la eficiencia general del sistema.

5 En un ejemplo, el sistema está dirigido a un sistema de respaldo de batería híbrida estacionaria que comprende dos unidades de batería diferentes, una primera unidad de batería que tiene una alta eficiencia de carga/recarga y una segunda unidad de batería que tiene una menor eficiencia de carga/descarga que la primera unidad de batería. En un ejemplo, la primera unidad de batería comprende baterías de aire-no metal y una segunda unidad de batería comprende baterías de aire de metal. Un sistema de respaldo de batería híbrida estacionaria se configura para ubicarse en una posición fija y acoplarse a una carga, como una residencia, un edificio comercial o industrial u  
10 operación y similares. La unidad de batería de aire-no metal puede tener una mayor eficiencia de carga/descarga que la unidad de batería de metal-aire y puede acoplarse con la carga al inicio de un corte de energía de una fuente de energía primaria, como una red eléctrica o un generador de energía. La energía extraída del sistema de respaldo de batería híbrida puede ser inicialmente solo de la primera unidad de batería y, en el caso de que el corte de energía sea breve, solo la primera unidad de batería puede emplearse para proporcionar la energía de respaldo.  
15 Dado que la primera unidad de batería puede comprender baterías de mayor eficiencia que la segunda unidad de batería, las interrupciones de corta duración pueden cubrirse de manera eficiente mediante el sistema de respaldo de batería híbrida, en el que la eficiencia de carga/descarga de la primera unidad de batería es alta y superior a la eficiencia de carga/descarga de la segunda unidad de batería. La unidad de batería secundaria puede descargarse en caso de una interrupción de menor duración o cuando se requiera una gran demanda de energía. Se puede programar un sistema de controlador para una combinación particular de tipos de unidades de batería primero y  
20 segundo para maximizar la eficiencia para una frecuencia y duración esperadas de interrupciones.

Una primera unidad de batería puede tener una eficiencia que es más alta que la segunda unidad de batería tal como, al menos aproximadamente un 10 % más alta, al menos aproximadamente un 50 % más alta, al menos  
25 aproximadamente un 100 % más alta y cualquier intervalo entre e incluyendo los valores proporcionados.

En un ejemplo, un sistema de control del sistema de respaldo de batería híbrida puede cambiar de una primera a una segunda unidad de batería en función de los requisitos de energía y la capacidad de potencia de las dos  
30 unidades de batería. El sistema de respaldo de batería híbrida puede acoplarse a una carga que tiene un requisito de demanda de energía variable y, en dependencia del nivel de energía requerido, el sistema de control puede acoplar la primera y/o la segunda unidad de batería en un esfuerzo por maximizar la eficiencia general del sistema. Por ejemplo, una primera unidad de batería puede tener una capacidad de potencia máxima menor que una segunda unidad de batería y en los casos en que la demanda de energía de la carga exceda un nivel de demanda de energía umbral, la segunda batería puede acoplarse a la carga, ya sea sola o en paralelo con la primera unidad  
35 de batería. Nuevamente, el sistema de control puede programarse en base a los tipos de unidades de batería empleadas, con un esfuerzo por maximizar la eficiencia y la longevidad generales del sistema.

En un ejemplo, el sistema de respaldo de batería híbrida comprende una primera unidad de batería que tiene una alta capacidad de potencia y una segunda unidad de batería que tiene una capacidad de potencia menor. Una  
40 primera unidad de batería puede tener una capacidad de potencia que es mayor que la segunda unidad de batería, tal como al menos aproximadamente un 10 % más, al menos aproximadamente un 20 % más, al menos aproximadamente un 50 % más, al menos aproximadamente dos veces mayor, al menos aproximadamente tres veces mayor, al menos aproximadamente cuatro veces mayor, al menos aproximadamente 10 veces mayor y cualquier intervalo entre e incluyendo los valores proporcionados. En un ejemplo, una primera unidad de batería  
45 comprende baterías de iones de litio que tienen una capacidad de potencia aproximadamente dos veces o más mayor que la capacidad de potencia de una batería de plomo-ácido. La capacidad de potencia, como se usa en la presente descripción, es la potencia máxima de salida de una batería o unidad de batería y puede cambiar una función del estado de carga.

En un ejemplo, un sistema de control del sistema de respaldo de batería híbrida puede cambiar de una primera a una segunda unidad de batería en función del ciclo de vida de las unidades de batería. Por ejemplo, una primera  
50 unidad de batería puede tener un ciclo de vida mayor que una segunda unidad de batería y un sistema de control puede emplear la primera unidad de batería para la mayoría de los requisitos de energía de respaldo para aumentar la longevidad del sistema de respaldo de batería. La segunda unidad de batería puede emplearse solo cuando hay cortes de muy larga duración y la primera unidad de batería cae por debajo de un estado de carga umbral, o cuando hay una demanda de energía alta. De esta manera, la vida total del sistema se puede extender ya que la segunda  
55 unidad de batería, que tiene un ciclo de vida más bajo, no se emplea para la energía de respaldo de la batería con tanta frecuencia como la primera unidad de batería.

En un ejemplo, el sistema de respaldo de batería híbrida comprende una primera unidad de batería que tiene un ciclo de vida más alto que una segunda unidad de batería, como al menos aproximadamente un 10 % más, al menos aproximadamente un 20 % más, al menos aproximadamente un 50 % más, al menos aproximadamente un 100 % más, al menos aproximadamente un 200 % más, al menos aproximadamente un 300 % más, al menos  
60 aproximadamente un 400 % más, al menos aproximadamente un 500 % más y cualquier intervalo entre los valores proporcionados e incluidos.

En un ejemplo, un sistema de control del sistema de respaldo de batería híbrida puede cambiar de una primera a una segunda unidad de batería en función de la profundidad de descarga. Por ejemplo, una primera unidad de batería puede tener un ciclo de vida alto incluso cuando la batería se cicla a una profundidad de descarga alta, mayor que una segunda unidad de batería. Alternativamente, una primera unidad de batería puede tener mayor eficiencia cuando la batería se cicla a poca profundidad de descarga desde el estado de carga al 100 %. La segunda unidad de batería puede tener una eficiencia de carga menor que la primera unidad de batería o una eficiencia de carga menor por debajo de un nivel de profundidad de descarga, o cuando el estado de carga está por debajo de un valor umbral. La segunda batería también puede tener un ciclo de vida más bajo a alta profundidad de descarga. En un esfuerzo por maximizar la eficiencia y/o la vida útil del sistema general, el sistema de control puede emplear la primera unidad de batería y la segunda unidad de batería para evitar descargar la segunda unidad de batería por debajo o por encima de algún valor umbral. Por ejemplo, la primera unidad de batería puede emplearse inicialmente cuando hay un corte de energía y la segunda unidad de batería puede emplearse según se requiera cuando hay una alta demanda de energía o cuando la primera unidad de batería cae por debajo de un estado de carga umbral. Si los cortes de energía son frecuentes, la primera batería se cicla a un alto estado de carga, lo que aumenta la eficiencia y/o la vida útil del sistema. La vida útil de las baterías de litio con un alto estado de carga es menor debido al daño en la interfaz del electrolito sólido. La vida útil de las baterías de metal-aire no se ve afectada negativamente en un estado de carga alto. Un sistema híbrido con baterías de litio y metal-aire se puede optimizar para un ciclo de vida alto mediante el uso de un controlador operando el estado de carga de ambas baterías en el intervalo óptimo. Alternativamente, también se puede conservar una pequeña parte de la energía de la primera batería para evitar que la segunda batería realice ciclos a gran profundidad de descarga. La secuencia de descarga puede incluir descargar la primera batería al 90 % de profundidad de descarga, seguida de descargar la segunda batería al 100 % de profundidad de descarga, descargando el 10 % restante de la energía de la primera batería. Si los cortes de energía de corta duración ocurren con frecuencia en esta etapa, la primera batería se cicla en un estado de carga bajo para preservar la vida útil de la segunda batería, que puede tener un ciclo de vida bajo en un estado de carga bajo. Las baterías de plomo ácido tienen una vida útil muy baja cuando se ciclan con un estado de carga bajo. La vida útil de las baterías de metal-aire no se ve afectada negativamente con un estado de carga bajo. Un sistema híbrido con baterías de plomo-ácido y metal-aire se puede optimizar para un ciclo de vida alto mediante el uso de un controlador operando el estado de ambas baterías en el intervalo óptimo.

En un ejemplo, el sistema de respaldo de batería híbrida comprende una primera unidad de batería que tiene un ciclo de vida más alto que una segunda unidad de batería, como al menos aproximadamente un 10 % más, al menos aproximadamente un 20 % más, al menos aproximadamente un 50 % más, al menos aproximadamente un 100 % más, al menos aproximadamente un 200 % más, al menos aproximadamente un 300 % más, al menos aproximadamente un 400 % más, al menos aproximadamente un 500 % más y cualquier intervalo entre e incluyendo los valores proporcionados en estados de carga entre 75% y 100 % o 0-25% y cualquier intervalo intermedio.

En un ejemplo, un sistema de control del sistema de respaldo de batería híbrida puede cambiar de una primera a una segunda unidad de batería en función de la eficiencia de la velocidad de carga o de la velocidad de carga. Por ejemplo, el sistema de control puede emplear la primera y/o la segunda unidad de batería para proporcionar energía de respaldo en función de la eficiencia de la velocidad de carga o de la velocidad de carga de las unidades de batería. Algunos sistemas de respaldo de batería pueden requerir energía de respaldo frecuente y una de las unidades de batería puede tener una velocidad de carga más rápida o cargar de manera más eficiente a velocidades altas que una segunda unidad de batería. En algunos casos, la alta potencia puede estar disponible para cargar durante un tiempo limitado o la potencia puede estar disponible a bajo costo durante un tiempo limitado. Los ejemplos incluyen fuentes de energía renovable como paneles solares y bajos costos de electricidad después de la medianoche en algunas regiones. Con este fin, el sistema de control puede emplear la primera unidad de batería inicialmente a menos que algún otro criterio requiera que se emplee la segunda unidad de batería. En otro ejemplo, se puede requerir un sistema de respaldo de batería con muy poca frecuencia y/o para cortes más prolongados, por lo que una segunda unidad de batería que tiene una velocidad de carga lenta más eficiente puede emplearse más a menudo.

En un ejemplo, el sistema de respaldo de batería híbrida comprende una primera unidad de batería que tiene una velocidad de carga más alta que una segunda unidad de batería, tal como al menos aproximadamente un 10 % más, al menos aproximadamente un 20 % más, al menos aproximadamente un 50 % más, al menos aproximadamente un 100 % más y cualquier intervalo entre e incluyendo los valores proporcionados. Además, la eficiencia de carga de una primera unidad de batería a una primera velocidad puede ser mayor que la eficiencia de cargar una segunda unidad de batería a esta misma velocidad en al menos aproximadamente un 10 % más, al menos aproximadamente un 20 % más, al menos aproximadamente un 50 % más, al menos aproximadamente un 100 % más, al menos aproximadamente un 200 % más, al menos aproximadamente un 500 % más, al menos aproximadamente un 1000 % más, al menos aproximadamente un 2000 % más y cualquier intervalo entre e incluyendo los valores proporcionados.

En un ejemplo, un sistema de control del sistema de respaldo de batería híbrida puede cambiar de una primera a una segunda unidad de batería en función de la eficiencia en espera. Por ejemplo, una primera unidad de batería puede tener una mayor eficiencia en espera que una segunda unidad de batería y, por lo tanto, el sistema de control puede emplear la primera unidad de batería en un modo de espera con más frecuencia que la segunda unidad de

batería en un esfuerzo por maximizar la eficiencia del sistema en general. Las baterías de aire-metal alcalino tienen una velocidad de auto descarga más baja y una mayor eficiencia que las baterías de níquel-hierro en condiciones de inactividad, pero tienen una menor eficiencia en funcionamiento. Un sistema híbrido con las dos baterías puede proporcionar una eficiencia óptima para soportar ciclos frecuentes de corta duración y necesidades de respaldo poco frecuentes/en espera. En un ejemplo, el sistema de respaldo de batería híbrida comprende una primera unidad de batería que tiene una eficiencia en espera más alta que una segunda unidad de batería, como al menos aproximadamente un 10 % más, al menos aproximadamente un 20 % más, al menos aproximadamente un 50 % más, al menos aproximadamente un 100 % más, al menos aproximadamente un 200 % más, al menos aproximadamente un 300 % más, al menos aproximadamente un 500 % más y cualquier intervalo entre e incluyendo los valores proporcionados.

En el caso de que el corte de energía sea más prolongado, en donde la primera unidad de batería cae por debajo de un estado de umbral de carga, la segunda unidad de batería puede acoplarse a la carga. El estado de carga umbral de la primera unidad de batería puede ser de aproximadamente el 75 %, aproximadamente el 65 %, aproximadamente el 50 %, aproximadamente el 40 % y cualquier valor entre los valores de umbral proporcionados. La segunda unidad de batería puede acoplarse a la carga cuando la primera unidad de batería cae por debajo del estado de umbral de carga y la primera unidad de batería puede desconectarse de la carga, conservando así energía dentro de la primera unidad de batería. La primera unidad de batería se puede volver a acoplar a la carga cuando el estado de carga de la segunda unidad de batería cae por debajo de un valor umbral. El acoplamiento de ambas baterías a la carga cuando la segunda unidad de batería cae por debajo de un valor umbral puede permitir que la segunda unidad de batería se descargue más completamente, ya que la combinación de unidades de batería puede soportar la carga a medida que la segunda unidad de batería cae por debajo de un estado de carga que podría soportar la carga por sí sola. Además, la primera batería se puede volver a acoplar a la carga cuando un nivel de demanda de energía de la carga excede la capacidad de potencia máxima de la segunda unidad de batería. Este nivel de demanda de energía aumentada por encima de la capacidad de potencia máxima puede ser temporal y la primera unidad de batería puede desacoplarse de la carga cuando disminuye la demanda de energía aumentada. Asimismo, un sistema de control puede cambiar de una primera a una segunda unidad de batería cuando la impedancia interna de la primera unidad de batería excede un valor umbral de impedancia interna.

Un sistema de respaldo de batería ilustrativo puede comprender un convertidor CC-CC y/o un convertidor CA-CC para permitir que la primera y segunda unidades de batería se acoplen en serie o en paralelo y se acoplen a una carga según se requiera para la alimentación de respaldo de la batería o para su carga.

El resumen de la invención se proporciona como una introducción general a algunas de las modalidades de la invención. Se proporcionan en la presente descripción modalidades de ejemplo adicionales que incluyen variaciones y configuraciones alternativas de la invención.

#### Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos se incluyen para proporcionar una mayor comprensión de la invención y se incorporan y constituyen una parte de esta especificación, ilustran modalidades de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

La Figura 1 muestra un sistema de respaldo de batería híbrida ilustrativo conectado con una carga y una fuente de energía renovable.

La Figura 2 muestra un gráfico de control de distribución de corriente de descarga de un sistema de respaldo de batería híbrida ilustrativo.

La Figura 3 muestra un gráfico de control de distribución de corriente de carga de un sistema de respaldo de batería híbrida ilustrativo.

La Figura 4 muestra un diagrama de control de la primera unidad de batería del sistema de respaldo de batería híbrida ilustrativo.

La Figura 5 muestra un diagrama de control de la segunda unidad de batería del sistema de respaldo de batería híbrida ilustrativo.

La Figura 6 muestra un programa de suministro de energía de descarga del sistema de respaldo de batería híbrida ilustrativo para un evento de corte de energía.

Los caracteres de referencia correspondientes indican las partes correspondientes en las diversas vistas de las figuras. Las figuras representan una ilustración de algunas de las modalidades de la presente invención y no deben interpretarse como limitantes del alcance de la invención de ninguna manera. Además, las cifras no están necesariamente a escala, algunas características pueden estar exageradas para mostrar detalles de componentes particulares. Por lo tanto, los detalles estructurales y funcionales específicos descritos en la presente descripción no

deben interpretarse como limitantes, sino simplemente como una base representativa para enseñar a un experto en la técnica a emplear de diversas formas la presente invención.

#### Descripción detallada de la(s) modalidad(es) ilustradas

5 Como se usa en la presente descripción, los términos "comprende", "que comprende", "incluye", "que incluye", "tiene", "que tiene" o cualquier otra variación de los mismos, están destinados a cubrir una inclusión no exclusiva. Por ejemplo, un proceso, método, artículo o aparato que comprende una lista de elementos no está necesariamente limitado solo a esos elementos, sino que puede incluir otros elementos no enumerados expresamente o inherentes a dicho proceso, método, artículo o aparato. Además, el uso de "un" o "una" se emplea para describir elementos y componentes descritos en la presente descripción. Esto se hace simplemente por conveniencia y para dar un sentido general del alcance de la invención. Esta descripción debe leerse para incluir uno o al menos uno y el singular también incluye el plural a menos que sea obvio que se quiere decir de otra manera.

15 Ciertas modalidades ilustrativas de la presente invención se describen en la presente descripción y se ilustran en las figuras adjuntas. Las modalidades descritas tienen únicamente el propósito de ilustrar la presente invención y no deben interpretarse como limitantes del alcance de la invención.

20 Como se muestra en la Figura 1, un sistema de respaldo de batería híbrida ilustrativo 10 está conectado con una carga 14 y una fuente de energía. La fuente de energía puede ser una fuente de energía auxiliar 19, tal como una fuente de energía renovable (por ejemplo, una turbina eólica 19 o panel(es) solar(es) 19' o un generador diésel 16 con un sistema de administración de energía 12. La fuente de energía también puede ser una red de CA de área amplia, como la que se alimenta convencionalmente con centrales eléctricas o recursos de energía renovable a gran escala. La fuente de energía también puede ser una red local, como una que alimenta un pueblo más pequeño o un área aislada de las redes eléctricas de área amplia, que también puede usar energía renovable u otros tipos de generación de energía.

25 El sistema de respaldo de batería híbrida ilustrativo comprende una primera unidad de batería 20 que tiene una primera pluralidad de baterías recargables (también conocidas como secundarias) 22 y una segunda unidad de batería 40 que comprende una segunda pluralidad de baterías recargables (también conocidas como secundarias) 40. Las primera y segunda unidades de batería comprenden una pluralidad de baterías individuales configuradas en un nodo 30 de batería, y una pluralidad de nodos configurados en un módulo 32. Las baterías, nodos y/o módulos individuales pueden conectarse en serie o en paralelo en dependencia de la aplicación. Además, las primera y segunda unidades de batería pueden conectarse en paralelo o en serie según lo requiera la aplicación. En esta modalidad, una fuente de energía suplementaria 70, tal como un super capacitor 71, también está configurada con el sistema de respaldo de batería híbrida como una opción.

30 La batería o baterías de cada unidad tienen una química de batería diferente para proporcionar energía y/o eficiencias energéticas diferentes entre las unidades de batería. La química de la(s) batería(s) en la primera unidad de batería puede denominarse química de la primera batería, y la química de la(s) batería(s) en la segunda unidad de batería puede denominarse química de la segunda batería. La química de la batería incluye el combustible, el oxidante y el electrolito para la conducción de iones dentro de la batería.

35 Como se muestra, un sistema de control o controlador 80 comprende un procesador 82 que contiene la lógica para realizar las funciones descritas en la presente descripción. La lógica puede integrarse como instrucciones de software, datos o tablas de consulta, perfiles de datos, circuitos o una combinación de ambos, y el procesador puede ser un dispositivo informático de propósito general o un circuito integrado específico de aplicación (ASIC). En general, el sistema de control 80 está diseñado para acoplar selectivamente las unidades de batería a la red eléctrica, incluida la carga y una o más fuentes de energía para (a) el suministro de energía eléctrica desde el sistema de batería a la carga durante la descarga, y (b) recepción de energía eléctrica de una fuente de energía para cargar el sistema de batería durante la carga.

40 El sistema de control recibe entradas relacionadas con el estado de la carga, como por ejemplo de un sensor de carga 88 que detecta una interrupción en el suministro de energía de la fuente de energía primaria 12. El sistema de control también recibe una entrada de un sensor de tensión 89 que detecta directa o indirectamente una tensión de operación de la energía que se entrega a la carga desde una o más fuentes de energía. El sensor de tensión puede ser cualquier sensor que pueda detectar tensión indirecta o directamente, y puede detectar otra característica para detectar indirectamente la tensión en sí. El sensor de tensión puede estar incluido en el sistema de batería directamente, como se define en la presente invención, o ubicado distalmente del sistema de batería en una conexión más directa con la(s) fuente(s) de energía y la carga. En algunas modalidades, la tensión de una o más fuentes de energía puede reducirse para su aplicación al sistema de batería (es decir, una señal de energía de 220 V puede reducirse a una tensión más baja que se puede usar para cargar la batería), y el sensor de tensión puede detectar la tensión reducida como la tensión de operación para proporcionar una detección indirecta de la tensión que realmente se entrega a la carga por una o más fuentes de energía.

65

El controlador acopla, desacopla y vuelve a acoplar la primera y segunda unidades de batería 20, 40 y la fuente de energía suplementaria 70 a la carga a través de los conmutadores 81, 81' y 81", respectivamente. Se puede configurar un convertidor de energía 99 para convertir la salida de energía de una o más de las unidades de batería para permitir que las unidades de batería se acoplen en serie o en paralelo en dependencia de los requisitos de energía del sistema. Asimismo, se pueden usar convertidores de potencia, cc-cc o ca-cc, por ejemplo, para proporcionar potencia de carga a las unidades de batería. El uno o más dispositivos de suministro de energía se pueden conectar a un acoplamiento 15, tal como una barra colectora, y se puede proporcionar energía a la carga a través de la barra colectora y mantenerse dentro de un intervalo de operación de tensión operativa.

Cuando el sistema de control detecta una interrupción o caída por debajo de un umbral en la energía proporcionada a la carga desde una o más fuentes de energía, el sistema de control acopla la primera unidad de batería 20 con la carga 14 por medio del interruptor 81, en donde la energía eléctrica de la primera unidad de batería se proporciona a la carga. Como se describe en la presente descripción, en una modalidad, solo la primera unidad de batería puede acoplarse eléctricamente con la carga a menos que el estado de carga de la primera unidad de batería caiga por debajo de un valor umbral, o un nivel de demanda de energía de la carga exceda la capacidad de potencia máxima de la primera unidad de batería; en cuyo caso, la segunda unidad de batería o un capacitor pueden acoplarse eléctricamente a la carga. La primera unidad de batería puede contener baterías de mayor eficiencia que las baterías de la segunda unidad de batería. Los cortes de energía breves que solo requieren que la primera unidad de batería esté acoplada a la carga, por lo tanto, se cubren de manera más eficiente con el sistema de respaldo de batería híbrida.

Como se muestra en la Figura 1, la primera unidad de batería puede contener solo un tipo de batería, como una batería de iones de litio y la segunda unidad de batería puede contener solo baterías de metal-aire. Sin embargo, una primera o segunda unidad de batería puede comprender baterías individuales diferentes. Por ejemplo, la segunda unidad de batería 40 comprende una tercera batería 62, tal como una batería híbrida de metal-aire, que es de un tipo diferente al de las segundas baterías 42, 42'.

En una modalidad, la primera unidad de batería puede comprender baterías de aire-no metal recargables que incluyen, entre otras, iones de litio, fosfato de hierro, óxido de litio, polímero de iones de litio, hidruro metálico de níquel, níquel cadmio, níquel zinc, plata zinc, plomo-ácido, níquel-hierro y similares. En una modalidad ilustrativa, la primera unidad de batería está formada por un solo tipo de batería, tal como baterías de iones de litio que típicamente tiene una eficiencia de carga/descarga de aproximadamente 80-90 %. Las baterías individuales de la primera unidad de batería se pueden acoplar en serie o en paralelo según lo requiera la aplicación.

La segunda unidad de batería puede comprender una batería de metal-aire recargable que incluye, pero no se limita a, baterías de zinc-aire, hierro-aire e híbridas de metal-aire, como se describe, por ejemplo, en la publicación de la solicitud de patente de Estados Unidos núm. 20110250512 (13/083,929), a Fluidic Inc. Como se describe en esta publicación '512, la celda híbrida de metal-aire puede comprender un electrodo de combustible, un electrodo generador de oxígeno y un electrodo de aire. Como también se describe en esta publicación '512, una celda de batería de metal-aire comprende una pluralidad de electrodos que comprenden (i) un electrodo de combustible que comprende un combustible de metal y (ii) un electrodo de aire para exposición a una fuente de oxígeno. Un electrodo de la pluralidad diferente al electrodo de combustible (es decir, el electrodo de aire o un electrodo adicional) comprende un metal reversible capaz de oxidación reversible a una especie reducible del mismo y reducción a una especie oxidable del mismo. Además, un electrodo de la pluralidad diferente al electrodo de combustible tiene una funcionalidad de desprendimiento de oxígeno. Para mayor claridad, el número de electrodos podría ser dos o más. La celda de batería de metal-aire también comprende un medio conductor iónico para conducir iones entre la pluralidad de electrodos.

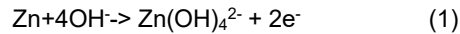
La batería de metal-aire, como se describe en la presente descripción, puede tener cualquier construcción o configuración, y los ejemplos descritos en este documento no pretenden ser limitantes. Por ejemplo, la celda se puede construir de acuerdo con cualquiera de las siguientes solicitudes de patente: Patentes de Estados Unidos núms. 8,168,337, 8,309,259, 8,491,763, y 8,492,052, Publicaciones de Estados Unidos núms. 20100316935, 20100285375, y 20110070506, y números de serie de la solicitud de Estados Unidos 61/177,072, 61/243,970, 61/249,917, 61/301,377, 61/304,928, 61/329,278, 61/334,047, 61/365,645, 61/378,021, 61/394,954, 61/358,339 y 61/267,240.

La eficiencia de carga/descarga de una batería de zinc-aire es típicamente de aproximadamente 50-60 %, mientras que la batería híbrida de metal-aire puede tener una eficiencia de aproximadamente 60 % a 95 %. Dado que la batería de metal-aire del sistema de respaldo de batería híbrida tiene una menor eficiencia, se emplea para proporcionar energía de respaldo de la batería solo después de que la primera unidad de batería cae por debajo de un estado de carga umbral, mejorando así la eficiencia del sistema para cortes de energía de corta duración. La primera unidad de batería puede tener una eficiencia de carga/descarga de aproximadamente el 10 % o más, aproximadamente el 20 % o más, aproximadamente el 30 % o más o aproximadamente el 90 % o más que la de la segunda unidad de batería. En una modalidad ilustrativa, la segunda unidad de batería consta únicamente de un solo tipo de batería de metal-aire, como las baterías de zinc-aire. La segunda unidad de batería puede comprender una combinación de tipos de batería de metal-aire, tales como baterías de zinc-aire e híbridas de metal-aire. Las

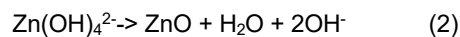
baterías individuales de la segunda unidad de batería se pueden acoplar en serie o en paralelo según lo requiera la aplicación.

5 Como se menciona en las solicitudes de patente anteriores, el electrodo de combustible 12 de una batería de metal-aire puede comprender un solo cuerpo en el que se reduce/electrodeposita el combustible, o puede comprender una serie de cuerpos separados en los que se reduce/electrodeposita el combustible progresivamente o en paralelo simultáneamente, como se describe en algunas de las solicitudes de patente mencionadas anteriormente. Ninguno de los enfoques pretende ser limitante.

10 Mediante el uso del ejemplo del zinc, la reacción de oxidación de la semicelda en el electrodo de combustible 12 durante la descarga en un electrolito alcalino puede expresarse como:



15 En solución, el ion zincato puede reaccionar adicionalmente para formar óxido de zinc de la siguiente manera:



20 Como se puede apreciar, la oxidación de zinc a óxido de zinc (o zinc a zincato si permanece disuelto en la solución) es reversible y, por lo tanto, estas reacciones pueden ocurrir a la inversa durante la recarga para electrodepositar el zinc en el electrodo de combustible.

25 El sistema de control 80 también puede monitorear el estado de carga de la primera y/o segunda batería a través de cualquier medio convencional incluyendo monitorear la energía extraída de la batería. El sistema de control 80 puede medir la corriente de una fuente de alimentación de batería a una carga y usarla para calcular un estado de carga. En otra modalidad, el controlador 80 mide un valor de impedancia de la batería para determinar un estado de carga.

30 Como se muestra en la Figura 1, una pluralidad de fuentes de energía auxiliares, 19, 19' están opcionalmente acopladas con el sistema de respaldo de batería híbrida. El sistema de energía eólica 19 está acoplado directamente al sistema de respaldo de batería híbrida y el sistema de energía solar 19 está acoplado a la carga con un cable que lo conecta también al sistema de respaldo de batería híbrida. Una fuente de energía renovable deriva energía de una fuente renovable como el sol o el viento e incluye sistemas de generación de energía eólica y sistemas de energía solar que comprenden una celda fotovoltaica, como se muestra en la Figura 1. La fuente de energía renovable puede comprender un inversor o controlador de carga que permite acoplar la energía generada por la fuente de energía renovable a las unidades de batería para su entrega a una carga o para cargar la(s) unidad(es) de batería.

40 Refiriéndonos ahora a las Figuras 2 y 3, un sistema de energía eléctrica de respaldo de batería ilustrativo controla la velocidad de carga y descarga de una primera y segunda unidad de batería para permitir un uso eficiente de la energía y proporcionar energía de respaldo efectiva a una carga. El controlador puede ajustar la velocidad de descarga de la primera y segunda batería mediante el uso de la tensión de salida de cada unidad de batería y un convertidor de potencia. En una modalidad ilustrativa, la energía entregada a la carga desde una o más fuentes de energía tiene un intervalo de tensión de operación objetiva para la aplicación y este intervalo de tensión de operación puede expresarse en términos de porcentaje de este intervalo, o 0 % a 100 %. Por ejemplo, un intervalo de tensión de operación de aplicación de 10 V de 46 a 56 V puede ser el intervalo objetivo para la carga, siendo el 0 % del intervalo de 46 V y el 100 % del intervalo de 56 V.

50 La lógica 80 del sistema de control se configura para conmutar el sistema 80 de control y sus componentes asociados entre la carga y descarga de la batería en base a que la tensión de operación esté en un intervalo de carga o un intervalo de descarga, respectivamente. Un sistema de energía eléctrica de respaldo de batería ejemplar puede tener una tensión o tensiones de umbral establecidas que determinan si y cómo se cargarán o descargarán el sistema de batería y las unidades de batería del mismo. Una tensión umbral puede expresarse como un porcentaje del intervalo de tensión de operación.

55 Por ejemplo, puede haber un umbral de tensión establecido al 50 % del intervalo de operación (51 V en el ejemplo de 46 a 56 V), como se muestra en las Figuras 2 y 3 y etiquetados como "tensión de carga umbral". El intervalo por encima de ese umbral de tensión establecido se consideraría el intervalo de carga, porque la energía suministrada a la carga es relativamente robusta y hay más energía disponible para su uso en la carga de la batería (suponiendo que las baterías no estén ya cargadas). Por el contrario, el intervalo por debajo de esa tensión establecida se consideraría el intervalo de descarga, porque la energía suministrada a la carga es más débil y puede ser beneficioso descargar energía adicional del sistema de batería (asumiendo que las baterías no han alcanzado un límite de descarga).

65 En otras modalidades, puede haber más de un umbral de tensión establecido. Por ejemplo, es posible que el intervalo de descarga esté por debajo de 49 V y el intervalo de carga por encima de 53 V. Eso significaría que no se

produce ninguna descarga o carga del sistema de batería entre 49-53V, ya que puede entenderse que es un intervalo en el que hay suficiente tensión para la carga, pero no lo suficiente como para justificar desviar energía adicional para recargar la batería. Por tanto, la invención no se limita a un umbral de tensión establecido para definir lo que se consideran intervalos de carga y descarga. El ejemplo de las Figuras 2 y 3 y la lógica reflejada en ellos tiene una única tensión de umbral establecida, y la modalidad se describirá con referencia a eso por conveniencia, entendiéndose que la invención no se limita a un único umbral.

En esta modalidad, la parte inferior del intervalo de tensión de CC de operación, por ejemplo, 5 V, o una tensión CC de operación de 46 a 51 V, es el intervalo de descarga. Dentro de ese intervalo, las baterías de una o ambas unidades de batería 20, 40 pueden descargarse, y eso se logra mediante selecciones adicionales de modos de descarga que pueden usarse. Específicamente, la lógica en el sistema de control incluye además la lógica de selección del modo de descarga para seleccionar entre los modos de descarga en base a la tensión de operación detectada dentro del intervalo de descarga. Esos modos incluyen (a) descargar ambas unidades de batería 20, 40 simultáneamente, (b) descargar solo la primera unidad de batería 20 y (c) descargar solo la segunda unidad de batería 40. Como se muestra en la Figura 2, cuando la tensión de operación está en el intervalo de descarga pero por encima de un primer umbral de descarga, o entre el 35-50 % del intervalo de tensión de operación, 49,5-51V, el sistema de control 80 hará que la primera unidad de batería 20 se descargue hasta su velocidad de descarga máxima para satisfacer la demanda de carga y la segunda unidad de batería no se descargará. Opcionalmente, la velocidad de descarga de la primera unidad de batería 20 puede aumentar de manera progresiva (tal como gradualmente o en etapas) desde 0 % a 100 % a medida que la tensión de operación cae dentro de esa parte del intervalo. Si la tensión de operación cae por debajo del 35% del intervalo de tensión de operación, o por debajo del primer umbral de descarga, es decir, por debajo de 49,5 V, el sistema de control 80 continuará descargando la primera unidad de batería 20 a su velocidad máxima, pero también descargará la segunda unidad de batería 40. De manera similar a la descarga inicial de la primera unidad de batería, la velocidad de descarga de la segunda unidad de batería 40 puede aumentar opcionalmente de manera progresiva de 0 % a 100 % a medida que la tensión de operación cae dentro de esa parte del intervalo, lo que resulta en que ambas unidades de batería están al máximo cuando la tensión de operación alcanza un segundo umbral de descarga.

Como otra opción, en modalidades donde se incluye un tercer dispositivo de almacenamiento de energía, como otra batería en una de las unidades o en su propia unidad, o un tipo diferente de dispositivo de almacenamiento como un super capacitor, cuando la tensión de operación cae por debajo del segundo umbral de descarga, establecido en la Figura 2 por debajo del 20 % del intervalo de tensión de operación, es decir, 47 V, la primera y la segunda unidades de batería se descargarán a sus respectivas velocidades de descarga máxima para satisfacer la demanda de carga y el tercer dispositivo de almacenamiento de energía (etiquetado como la primera unidad de batería alternativa como ejemplo) se descargará. La velocidad de descarga para el tercer dispositivo de almacenamiento también puede aumentar opcionalmente de manera progresiva de 0 % a 100 % a medida que la tensión de operación cae dentro de esa parte del intervalo a una tercera tensión de descarga (por debajo del cual todas las baterías se descargan a su capacidad máxima)

Un evento de umbral separado puede anular el diagrama de control de descarga como se muestra en la Figura 2. Por ejemplo, si la temperatura de una celda o celdas excede un umbral, la temperatura ambiente de una celda cae por debajo o por encima de una temperatura umbral, un valor de impedancia de una celda o celdas excede un umbral, un estado de carga para una celda o celdas cae por debajo de un umbral, o un tiempo de descarga excede un umbral, que puede anular cualquier lógica. En ese caso, el sistema de control puede no usar el enfoque de la Figura 2, y puede optar por usar la otra unidad de batería que no se vea afectada por el evento de umbral para proporcionar la potencia de descarga. O puede optar por usar ambas unidades de batería en paralelo, como se puede hacer cuando una celda o subconjunto de celdas en una unidad se ve afectada por el evento de umbral y no se usa, confiando así en la otra unidad de batería para suministrar una potencia de descarga suplementaria.

Como se muestra en la Figura 3, de acuerdo con la invención, el sistema de energía eléctrica de respaldo de batería controla la velocidad de carga de una primera y segunda unidad de batería. Siguiendo el ejemplo proporcionado anteriormente, un sistema de energía eléctrica de respaldo de batería ilustrativo que tiene un intervalo de tensión de operación de 46-56V puede cargar solo cuando la tensión de operación está en el intervalo de carga por encima de la tensión umbral establecida al 50 %, o 51 V. Dentro de ese intervalo, las baterías de una o ambas unidades de batería 20, 40 pueden cargarse, y eso se logra por medio de selecciones adicionales de modos de carga que pueden usarse. Específicamente, la lógica en el sistema de control incluye además la lógica de selección del modo de carga para seleccionar entre los modos de carga en base a la tensión de operación detectada dentro del intervalo de carga. Esos modos incluyen (a) cargar ambas unidades de batería 20, 40 simultáneamente, (b) cargar solo la primera unidad de batería 20 y (c) cargar solo la segunda unidad de batería 40.

Como se muestra en la Figura 3, tanto la primera como la segunda unidad de batería se cargan a sus respectivos índices de carga máximos cuando la tensión de operación está por encima del primer umbral de carga, por ejemplo, el 90 % del intervalo de tensión de operación (es decir, por encima de 50 V). Cuando la tensión de operación cae por debajo del 90 %, o el primer umbral de carga, la primera unidad de batería puede continuar cargándose a una velocidad de carga máxima y la segunda unidad de batería también se carga. Opcionalmente, la velocidad de carga para la segunda unidad de batería 40 puede disminuir de manera progresiva (tal como gradualmente o en etapas)

desde el 100 % al 0 % a medida que la tensión de operación cae dentro de esa parte del intervalo. Cuando la tensión de operación cae por debajo del 70 %, o un segundo umbral de carga, la primera unidad de batería se carga y la segunda batería no se carga. Opcionalmente, la velocidad de carga de la primera unidad de batería puede disminuir del 100 % al 0 % a medida que la tensión de operación cae dentro de esa parte del intervalo. Cuando la tensión de operación cae por debajo del umbral de tensión de carga, tanto la primera como la segunda unidad de batería dejan de cargarse.

Como sucedió con la descarga, un evento de umbral puede anular esta lógica y hacer que el controlador cambie la carga de una primera batería o una segunda unidad de batería, o cambie la carga de una primera unidad de batería a la segunda unidad de batería y viceversa. Por ejemplo, si mientras se carga la primera unidad de batería se calienta demasiado, el controlador puede cambiar la carga a la segunda unidad de batería hasta que la temperatura de la primera unidad de batería descienda por debajo de una temperatura umbral.

El controlador puede ajustar la velocidad de descarga de la primera o segunda batería por hardware, software o una combinación de controles de hardware y software de manera independiente sin ninguna comunicación entre otras primeras o segundas baterías conectadas en paralelo. Alternativamente, el controlador de la primera o la segunda batería puede comunicarse entre otros controladores para determinar y ajustar la velocidad de descarga.

El controlador también puede ajustar la velocidad de capacidad amperios-hora ajustando la velocidad de descarga. En un sistema con muchas primeras y segundas baterías, el controlador puede distribuir la demanda de corriente o potencia para la descarga. El controlador puede usar esquemas de control conocidos por los expertos en la técnica. Por ejemplo, se puede usar un esquema de control proporcional, diferencial, proporcional-integral, proporcional-diferencial o proporcional-integral-diferencial para ajustar la corriente o potencia extraída de cualquier primera o segunda batería.

Puede ser conveniente realizar una compensación de caída en el sistema de celda electroquímica como se describe en la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos núm. 20140091631 (14/039,285 presentada el 27 de septiembre de 2013), titulada Droop Compensation Using Current Feedback. La compensación de caída se puede usar para facilitar la equalización de corrientes, que puede equalizar correspondientemente un ciclo de vida de los módulos de celda y las celdas electroquímicas en los mismos. Por equalización de corrientes, puede entenderse que la compensación de caída puede facilitar la equalización general o esencial de las corrientes (por ejemplo, impulsando las corrientes hacia la equalización, a un estado generalmente considerado en la técnica como equalizado). En una modalidad, la compensación de caída puede realizarse mediante el uso de un circuito de control asociado con un controlador en cada unidad de control de grupo. Como tal, en algunas modalidades la compensación de caída se puede realizar módulo de celda por módulo de celda. Es decir, mediante el uso de la técnica de la solicitud mencionada anteriormente, la compensación de caída llevará las corrientes de salida de los distintos módulos hacia el equilibrio. En otras modalidades, la compensación de caída puede realizarse entre subconjuntos de los módulos de celda, por ejemplo, implementándose a nivel de las unidades de interfaz de celda. En otras modalidades más, la compensación de caída puede realizarse celda por celda, implementándose asociada con cada celda electroquímica individual. Por ejemplo, todas las celdas de una unidad de batería determinada, o el módulo de celda de una unidad de batería, pueden tener circuitos de control que usen compensación de caída para llevar las corrientes de salida de las diversas celdas al equilibrio. También son posibles otras implementaciones. Por ejemplo, los circuitos de compensación de caída podrían usarse tanto a nivel de celda individual como a nivel de módulo.

La Figura 4 muestra un diagrama de control ilustrativo para la primera unidad de batería. Cuando no se requiere carga del sistema de respaldo de batería híbrida, la primera unidad de batería puede recibir una carga de acuerdo con la lógica discutida anteriormente. El diagrama también muestra que la primera unidad de batería se descarga cuando hay una demanda de acuerdo con la lógica discutida anteriormente hasta que el estado de carga de la primera unidad de batería cae por debajo del 50 % del valor del estado de carga completo. A continuación, se descarga la segunda unidad de batería. La primera unidad de batería puede ser una unidad de batería de iones de litio, que solo contiene baterías de iones de litio. Este diagrama de control ilustra cómo un evento de umbral, tal como el estado de carga de la primera unidad de batería, puede hacer que el sistema cambie la unidad de batería que se está descargando.

La Figura 5 muestra un ejemplo de un diagrama de control de la segunda batería del sistema de respaldo de batería híbrida. Cuando no se requiere carga del sistema de respaldo de batería híbrida, y la primera unidad de batería se carga por encima de un valor umbral, la segunda unidad de batería puede recibir una carga. El diagrama muestra que la segunda unidad de batería se descarga hasta que la tensión de la batería individual de la segunda unidad de batería cae a menos de 0,95 V, el umbral de tensión de celda mínimo usado para limitar la descarga adicional.

La Figura 6 muestra un programa de suministro de energía de descarga del sistema de respaldo de batería híbrida ilustrativo para un evento de corte de energía. Tenga en cuenta que tanto la batería de iones de litio como la batería de aire-metal están acopladas a la carga hacia el final de un ciclo de descarga para permitir una descarga más completa de la batería de aire-metal.

La eficiencia de carga/descarga, o simplemente la eficiencia, como se usa en la presente descripción con respecto a la batería o las unidades de batería, es la eficiencia de un ciclo de carga y descarga. No toda la energía usada para cargar una batería resulta en energía utilizable durante la descarga, hay algunas pérdidas tanto durante la carga como durante la descarga que reducen la eficiencia.

5

La presente invención cubre las modificaciones, combinaciones y variaciones de esta invención siempre que entren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de batería híbrida (10) para almacenamiento de energía en una red de energía, la red de energía comprende una fuente de energía (19) y una carga (14), el sistema de batería híbrida (10) que comprende:  
 un sistema de batería que comprende:  
 una primera unidad de batería recargable (20) que tiene una primera química de batería; y  
 una segunda unidad de batería recargable (40) que tiene una segunda química de batería,  
 siendo la primera y la segunda química de la batería diferentes entre sí;  
 un sistema de control (80) configurado para acoplar selectivamente las unidades de batería (20, 40) del sistema de batería a la red eléctrica a) para el suministro de energía eléctrica desde el sistema de batería a la carga (14) durante la descarga, y b) para la recepción de energía eléctrica de la fuente de energía (19) para cargar el sistema de batería durante la carga, un sensor de tensión de suministro de energía (89) configurado para detectar una tensión de operación de la energía que se entrega a la carga (14) desde la fuente de energía (19),  
 comprendiendo el sistema de control (80) una lógica configurada para conmutar el sistema de control (80) entre carga y descarga del sistema de batería en base a que la tensión de operación esté en un intervalo de carga o un intervalo de descarga, respectivamente;  
**caracterizado porque** el sistema de control (80) incluye además la lógica de selección del modo de carga (82) configurada para seleccionar entre modos de carga basados en la tensión de operación dentro del intervalo de carga, los modos incluyen: a) cargar ambas unidades de batería (20, 40) simultáneamente cada uno a una velocidad de carga máxima cuando la tensión de operación está por encima de un primer umbral de carga, b) cargar la primera unidad de batería (20) a la velocidad de carga máxima de la misma y la segunda unidad de batería (40) a una velocidad disminuida cuando la tensión está por debajo del primer umbral de carga y por encima de un segundo umbral de carga, y c) cargar solo la primera unidad de batería (20) a una velocidad disminuida cuando la tensión de operación está por debajo del segundo umbral de carga.
2. El sistema de batería híbrida (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la primera unidad de batería (20) tiene una mayor eficiencia de potencia que la segunda unidad de batería (40), y la segunda unidad de batería (40) tiene una mayor eficiencia energética que la primera unidad de batería (20).
3. El sistema de batería híbrida (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer umbral de carga está por encima de aproximadamente el 90 % del intervalo de tensión de operación y/o en donde el segundo umbral de carga está por encima de aproximadamente el 70 % del intervalo de tensión de operación.
4. El sistema de batería híbrida (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sistema de control (80) incluye además la lógica de selección del modo de descarga (82) configurada para seleccionar entre modos de descarga en función de la tensión de operación dentro del intervalo de descarga, incluyendo los modos de descarga: a) descargar ambas unidades de batería (20, 40) simultáneamente cada una a una velocidad máxima cuando la tensión de operación está por debajo de un segundo umbral de descarga, b) descargar la primera unidad de batería (20) a una velocidad máxima de la misma y la segunda unidad de batería (40) a una velocidad disminuida cuando la tensión de operación está por encima del segundo umbral de descarga y por debajo de un primer umbral de descarga, y c) descargar sólo la primera unidad de batería (20) cuando la tensión de operación está por encima del primer umbral de descarga.
5. El sistema de batería híbrida (10) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el sistema de control (80) incluye la lógica de eventos de umbral configurada para cambiar de descargar la primera unidad de batería (20) a descargar la segunda unidad de batería (40) en el caso de que se detecta el evento de umbral de una primera unidad de batería, independientemente del modo seleccionado por la lógica de selección del modo de descarga (82).
6. El sistema de batería híbrido (10) de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el evento de umbral es cuando el valor de impedancia de la primera unidad de batería (20) excede aproximadamente el 110 % de la impedancia de la primera unidad de batería (20) en el estado de carga máximo.
7. El sistema de batería híbrida (10) de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el evento de umbral es a) que la primera unidad de batería (20) excede una temperatura de umbral para la primera unidad de batería (20) o b) que la primera unidad de batería (20) cae por debajo de una tensión umbral para la primera unidad de batería (20).
8. El sistema de batería híbrida (10) de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el evento de umbral es a) una temperatura ambiental de la primera unidad de batería (20) que excede una temperatura ambiental de umbral o b) una temperatura ambiental de la primera unidad de batería (20) que cae por debajo de una temperatura ambiental umbral.

9. El sistema de batería híbrida (10) de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el evento de umbral es una demanda de potencia que excede un umbral de capacidad de potencia de la primera unidad de batería (20).
- 5 10. El sistema de batería híbrida (10) de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el evento de umbral es una profundidad de descarga de la primera unidad de batería (20) que cae por debajo de una profundidad de umbral de nivel de descarga.
- 10 11. El sistema de batería híbrida (10) de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el sistema de control (80) se configura para desacoplar eléctricamente, a través de un primer interruptor (81), la primera unidad de batería (20) de la carga (14), cuando la primera unidad de batería (20) cae por debajo del umbral de profundidad del nivel de descarga
- 15 12. El sistema de batería híbrida (10) de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el sistema de control (80) también se configura para desacoplar eléctricamente, a través de un segundo interruptor (81'), la segunda unidad de batería (40) de la carga (14), cuando la segunda unidad de batería (40) cae por debajo de un umbral de profundidad de nivel de descarga.
- 20 13. El sistema de batería híbrida (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la primera unidad de batería (20) comprende una batería de iones de litio y la segunda unidad de batería (40) comprende una batería de zinc-aire o una batería de metal-aire.
- 25 14. El sistema de batería híbrida (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la segunda unidad de batería (40) incorpora una tercera batería (62), en donde la tercera batería (62) es de un tipo diferente de batería que la segunda batería (40), en donde la tercera batería (62) puede ser una batería híbrida de metal-aire que comprende un metal reversible en uno de los electrodos.
- 30 15. El sistema de batería híbrida (10) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una fuente de alimentación suplementaria (70), que puede ser un capacitor (71), que se configura para acoplarse a la carga (14).
- 35 16. Un método para cargar y descargar un sistema de batería híbrida (10) para almacenamiento de energía en una red de energía, la red de energía comprende una fuente de energía (19) y una carga (14), el sistema de batería híbrida (10) comprende: un sistema de batería que comprende: una primera unidad de batería recargable (20) que tiene una primera química de batería; y una segunda unidad de batería recargable (40) que tiene una segunda química de batería, siendo la primera y la segunda químicas de batería diferentes entre sí; y un sensor de tensión de suministro de energía (89) configurado para detectar una tensión de operación de la energía que se entrega a la carga (14) desde la fuente de energía (19); **caracterizado porque** el método comprende:  
conmutar entre modos de carga y modos de descarga del sistema de batería en base a que la tensión de operación se encuentra en un intervalo de carga o en un intervalo de descarga, respectivamente; y en donde los modos de carga incluyen:  
a) cargar ambas unidades de batería (20, 40) simultáneamente cada una a una velocidad de carga máxima cuando la tensión de operación está por encima de un primer umbral de carga  
b) cargar la primera unidad de batería (20) a la velocidad de carga máxima de la misma y la segunda unidad de batería (40) a una velocidad disminuida cuando la tensión de operación está por debajo del primer umbral de carga y por encima de un segundo umbral de carga, y  
c) cargar solo la primera unidad de batería (20) a una velocidad reducida cuando la tensión de operación está por debajo del segundo umbral de carga.
- 40 17. método de acuerdo con la reivindicación 16, en donde los modos de descarga incluyen:  
a) descargar ambas unidades de batería (20, 40) simultáneamente, y  
b) descargar sólo una de la primera unidad de batería (20) y la segunda unidad de batería (40).
- 45  
50



Controles de distribución de corriente de  
descarga híbrida

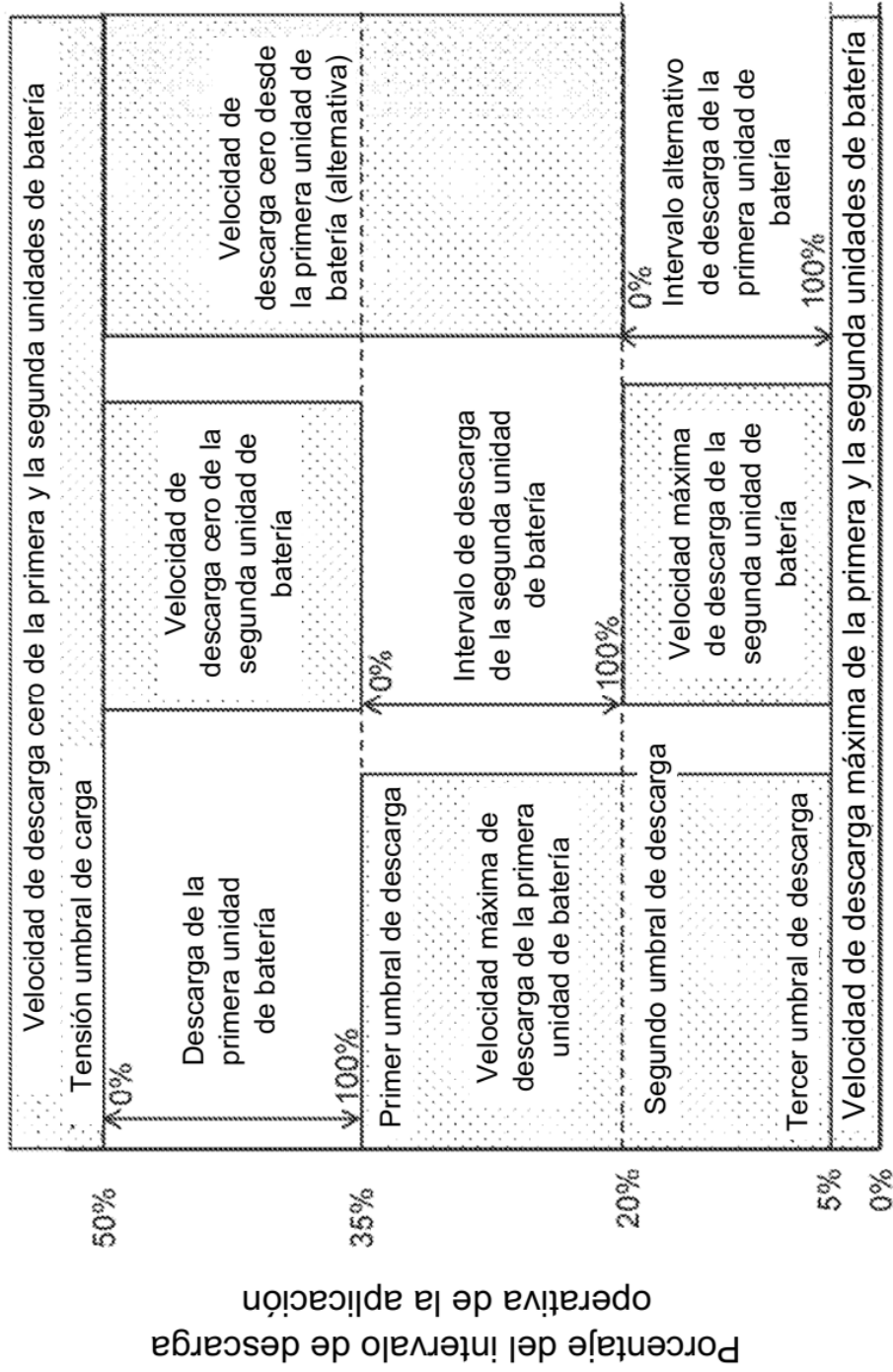


Figura 2

Controles de distribución de corriente de carga híbrida

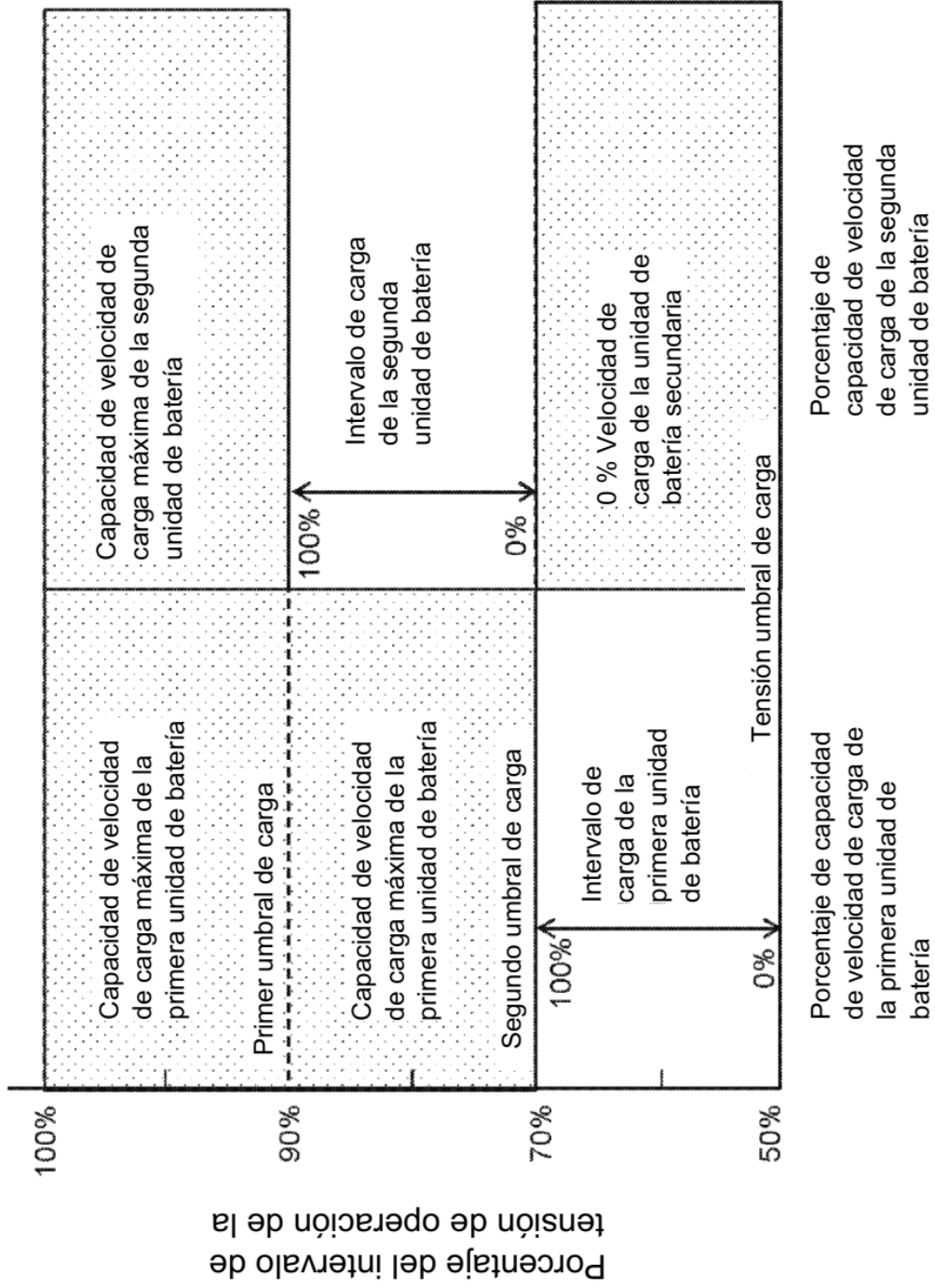


Figura 3

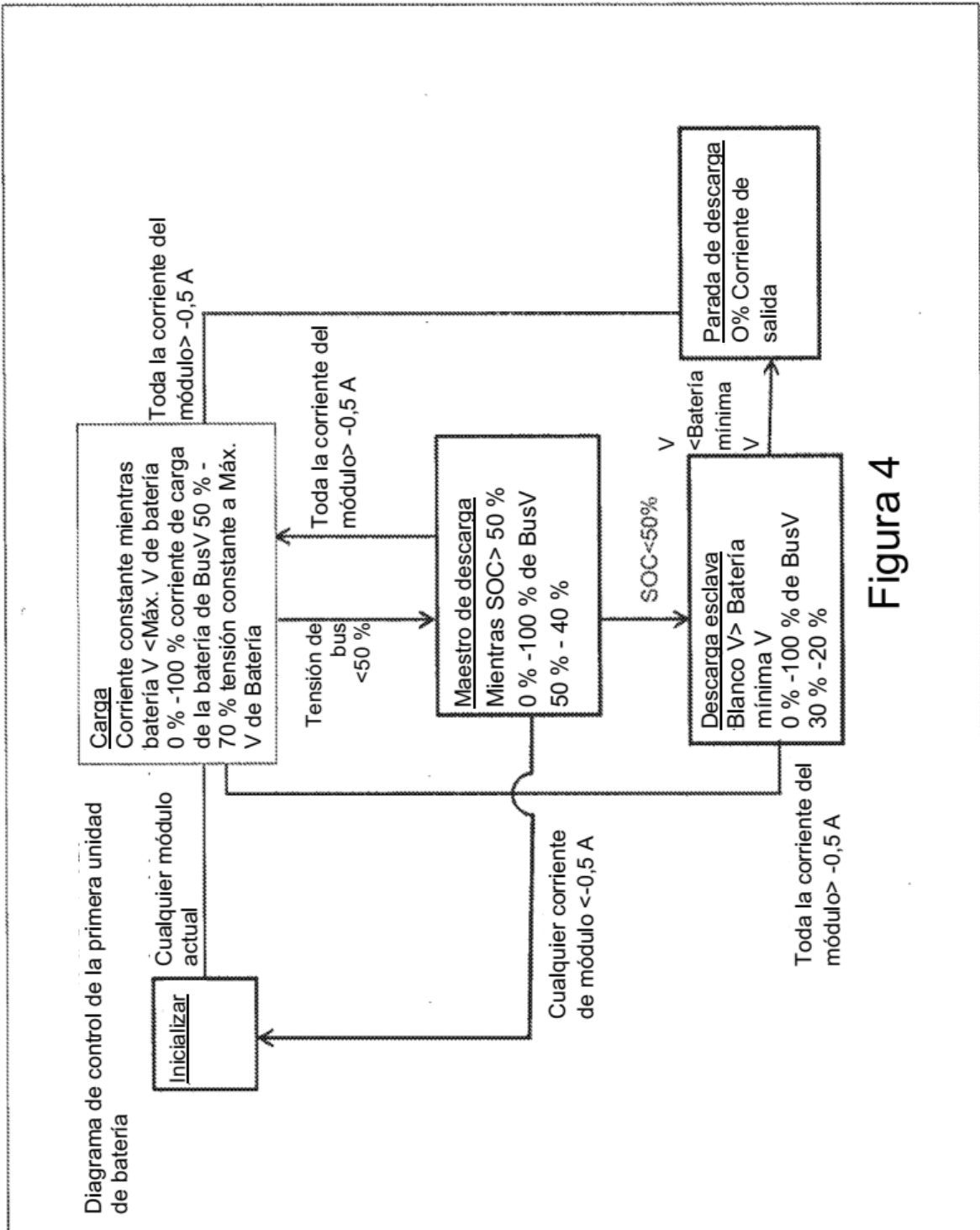


Figura 4

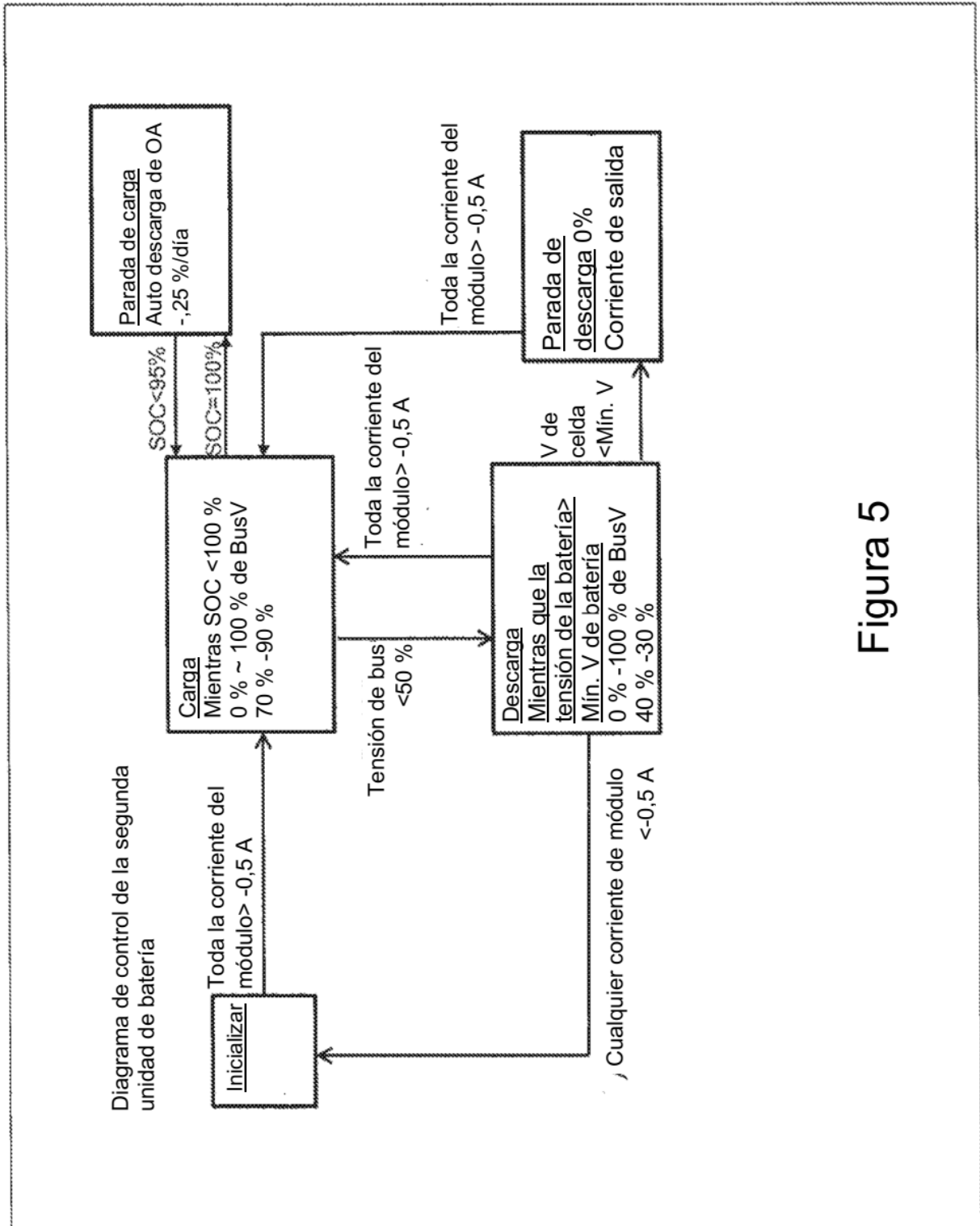


Figura 5

Descarga de potencia constante del producto híbrido FE. Escala de tiempo de minutos/horas.

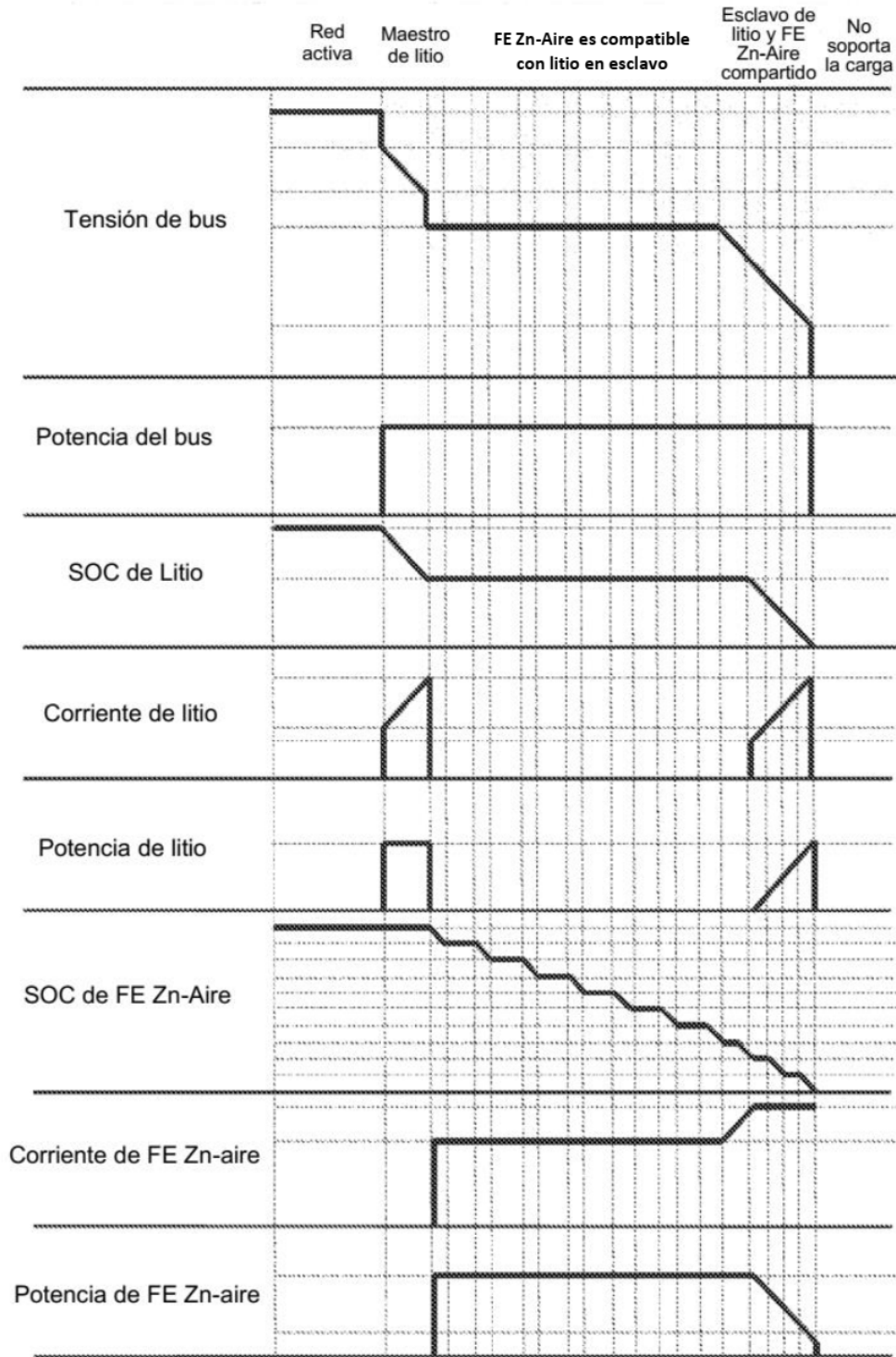


Figura 6