

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 777 887**

51 Int. Cl.:

H02J 3/18 (2006.01)

H02J 3/32 (2006.01)

H02J 7/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2010 E 10161747 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019 EP 2385606**

54 Título: **Sistema para intercambiar energía eléctrica entre una batería y una red eléctrica y procedimiento respectivo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.08.2020

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)
Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:

THISTED, JAN

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 777 887 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 para intercambiar energía eléctrica entre una batería y una red eléctrica y procedimiento respectivo

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. Campo de la invención

10 Esta invención se refiere a un sistema de intercambio de energía para intercambiar energía eléctrica entre una batería y una red eléctrica, a un procedimiento para intercambiar energía eléctrica entre una batería y una red eléctrica y a una aplicación del sistema de intercambio de energía.

2. Descripción de la técnica relacionada

15 Por ejemplo, el sistema de intercambio de energía para intercambiar energía eléctrica entre una batería y una red eléctrica es un cargador de batería para automóviles eléctricos.

20 Un cargador de batería de automóvil para automóviles eléctricos generalmente incluye un transformador de red monofásico o trifásico, una unidad rectificadora para convertir corriente alterna en corriente continua para cargar la batería y un control electrónico para controlar la corriente continua para cargar la batería.

En el documento WO 2009/052451 A2 de V2GREEN se divulga un cargador de batería para un vehículo eléctrico que controla la energía de carga dependiendo de las condiciones de la red.

25 SUMARIO DE LA INVENCION

Es un objeto de la invención proporcionar un sistema de intercambio de energía altamente eficiente y fiable para intercambiar energía eléctrica entre una batería y una red eléctrica.

30 Otro objeto de la invención es proporcionar un procedimiento altamente eficiente y altamente fiable para intercambiar energía eléctrica entre una batería y una red eléctrica.

Estos objetivos se logran mediante la invención especificada en las reivindicaciones.

35 La idea detrás de la invención es un control de la corriente de carga de una batería en función del estado eléctrico de la red eléctrica que proporciona la corriente de carga.

40 La presente invención proporciona un sistema de intercambio de energía para intercambiar energía eléctrica entre una batería y una red eléctrica. El sistema de intercambio comprende: Una unidad rectificadora para convertir la corriente alterna de la red eléctrica en corriente continua para cargar la batería; un dispositivo de medición de red para medir un parámetro eléctrico de la red eléctrica; y una unidad controladora para ajustar la corriente continua para cargar la batería en función del parámetro eléctrico de la red eléctrica.

45 Además, la presente invención proporciona un procedimiento para intercambiar energía eléctrica entre una batería y una red eléctrica operando el sistema de intercambio de energía. El procedimiento comprende: a) Proporcionar el sistema de intercambio de energía, la batería y una red eléctrica, en el que la batería y la red eléctrica están interconectadas de tal manera que la energía eléctrica puede intercambiarse entre la batería y la red eléctrica; b) Medir el parámetro eléctrico de la red eléctrica mediante el dispositivo de medición de red del sistema de intercambio de energía; c) Ajustar la corriente continua para cargar la batería en función del parámetro de la red eléctrica por la unidad controladora del sistema de intercambio de energía; d) Convertir corriente alterna de la red eléctrica en corriente continua para cargar la batería; y d) Cargar la batería mediante la corriente continua.

50 Además, se divulga una aplicación del sistema de intercambio de energía para cargar una batería. Todo tipo de baterías recargables son posibles. Preferentemente, la batería se selecciona del grupo que consiste en batería para un vehículo, batería de flujo y batería electroquímica. Con la ayuda del sistema de intercambio de energía, este tipo de baterías se pueden cargar.

55 La medición del parámetro eléctrico de la red eléctrica se puede ejecutar antes de cargar la batería. Pero se prefiere una medición y carga simultáneas. Simultáneamente, medir y cargar significa que la medición se produce mientras se carga. Esto tiene la ventaja de que la corriente de carga puede ajustarse inmediatamente a los cambios del estado de la red eléctrica. Esto está relacionado también con el ajuste y la conversión. Por lo tanto, en un modo de realización preferente, la medición, el ajuste, la conversión y/o la carga se ejecutan simultáneamente.

60 Se determina al menos un tipo de parámetro eléctrico de la red. También se pueden detectar dos o más parámetros eléctricos de la red. Según el parámetro o parámetros eléctricos, se realiza la carga de la batería. El parámetro

eléctrico de la red eléctrica se selecciona del grupo que consiste en corriente, tensión y frecuencia de la red eléctrica.

5 En un modo de realización preferente de la invención, la unidad controladora está configurada de tal manera que se proporciona una corriente continua predefinida (predeterminada) para cargar o descargar la batería en función del parámetro eléctrico. Por ejemplo, el parámetro eléctrico es una tensión de la red eléctrica. La unidad controladora está configurada para proporcionar una respuesta predefinida (ajuste predefinido de la corriente continua para cargar la batería) en el caso de una caída de tensión de la red eléctrica.

10 Preferentemente, la unidad controladora está configurada de tal manera que se puede detectar una perturbación de la red eléctrica local dentro de la red eléctrica y/o se puede proporcionar soporte de la red eléctrica. La perturbación puede ser reparada. Alternativamente, se realiza el ajuste de la carga de la batería.

15 El sistema de intercambio de energía comprende un circuito de corriente principal, que se selecciona del grupo que consiste en un circuito monofásico, un circuito bifásico y un circuito trifásico. El circuito principal es una parte principal del sistema de intercambio de energía.

20 En un modo de realización preferente adicional, el sistema de intercambio de energía comprende una unidad inversora para convertir la corriente continua de la batería en corriente alterna para alimentar la red eléctrica con la corriente alterna. La corriente continua originada en la batería puede invertirse y transmitirse a la red eléctrica. Se produce una descarga de la batería. La batería tiene la función de una fuente de energía para la red eléctrica.

25 La medición y/o el ajuste pueden ejecutarse mediante comunicación por cable. Preferentemente, se ejecuta la comunicación inalámbrica entre el operador de la red eléctrica y la unidad controladora. Por lo tanto, en un modo de realización preferente adicional, el sistema de intercambio de energía se puede monitorizar y/o controlar desde una ubicación remota, por ejemplo, un centro de control de operador de red.

30 Puede haber un solo sistema de intercambio. En cuanto a la cantidad de energía eléctrica intercambiada, es ventajosa una pluralidad de los sistemas de intercambio de energía descritos que funcionan en paralelo. Por lo tanto, con respecto a una faceta adicional de la invención, se proporciona una disposición de al menos dos de los sistemas de intercambio de energía, en el que los sistemas de intercambio de energía pueden funcionar en paralelo.

35 Un cargador de batería de automóvil e inversor de red combinados generalmente incluye un transformador de red monofásico o trifásico, un dispositivo eléctrico de energía con capacidad de operación de cuatro cuadrantes, que incluye importación/exportación de energía activa e importación/exportación de energía reactiva entre la batería del automóvil y la red eléctrica. Un cargador de batería de automóvil e inversor de red combinados también incluye control electrónico de carga y descarga de la batería del automóvil.

40 En el futuro, es probable que cambie toda la estructura y el control de la red eléctrica. Es probable que una cantidad significativa de la capacidad de generación basada en estaciones eléctricas centrales con grandes generadores síncronos sea reemplazada por unidades generadoras distribuidas como energía eólica, energía de las olas, energía solar y pequeñas unidades generadoras basadas en biomasa. El equilibrio de frecuencia y el control de tensión en la red se han llevado a cabo tradicionalmente por las grandes unidades generadoras centrales que han sido equipadas con sistemas de control para garantizar una frecuencia y una tensión de energía estables.

45 Tradicionalmente, las centrales eléctricas centrales se han basado en combustibles fósiles como el carbón, el gas o el petróleo. Como las fuentes disponibles de combustible fósil son limitadas y la emisión de CO₂ a partir de la producción de energía basada en combustibles fósiles es motivo de gran preocupación por el impacto en el clima global, los sistemas de generación de energía más sostenibles se conectarán a los sistemas de red de servicios públicos en el futuro. Este cambio en los sistemas de generación de energía requerirá un replanteamiento de la forma en que toda la red eléctrica se mantiene en equilibrio.

50 Las llamadas soluciones de "red inteligente" se están desarrollando como una forma de asegurar el equilibrio de energía activa y reactiva en la red de servicios públicos cuando muchas unidades generadoras de energía renovable distribuidas han reemplazado a las grandes unidades centrales.

55 En una red inteligente, no solo las unidades generadoras, sino también algunos consumidores de energía, deben actuar para mantener el equilibrio en la red eléctrica. Además, una capacidad de almacenamiento de energía eléctrica es muy importante para almacenar energía cuando la generación de energía excede el consumo de energía y para liberar energía cuando el consumo de energía excede la generación de energía.

60 En una red inteligente, tanto las unidades generadoras como al menos parte de las unidades que consumen electricidad deberán participar para mantener la red eléctrica estable y equilibrada. Las características más importantes para las unidades generadoras son el control de frecuencia, la tensión o el control de la energía reactiva y la capacidad de permanecer conectado a la red incluso durante caídas de tensión cortas (capacidad de conducción de fallos).

Un elemento muy importante en una solución avanzada de red inteligente que no sean unidades de generación de energía inteligente y unidades de consumo de energía son las unidades de almacenamiento de energía. Aquí, el automóvil eléctrico con su gran batería, por ejemplo, de 20-50 kWh es muy interesante. Es probable que el automóvil eléctrico gane más y más popularidad debido a su excelente eficiencia, cero emisiones y posible uso de fuentes de energía renovables.

La mayoría de los automóviles solo se usan unas pocas horas al día y un automóvil eléctrico a menudo se puede conectar a la red eléctrica a través del cargador de batería cuando no está en uso. Al menos el automóvil se puede conectar durante la noche si no hay acceso a las instalaciones de carga, por ejemplo, en el lugar de trabajo de los propietarios durante el día. Pero es muy importante que la carga de una gran cantidad de baterías de automóviles se coordine en relación con la situación de generación/carga en la red.

En particular, al final del día, la batería se puede conectar al cargador de la batería y el único requisito a menudo es que la batería se cargue total o parcialmente (a un nivel definido) a cierta hora de la mañana siguiente. Mediante diferentes métodos se puede garantizar que la carga se realice al menos en un momento en que la carga general en la red eléctrica sea baja.

Sin embargo, como una solución avanzada de red inteligente, es probable que se requieran procedimientos de control más avanzados para controlar la interacción entre la red eléctrica y las baterías de los automóviles eléctricos. La comunicación de datos y el control de los cargadores de batería por parte del operador de la red eléctrica es una opción, que permitiría al operador de la red eléctrica controlar el tiempo de carga de la batería siempre que la batería se cargue en el momento seleccionado por el propietario del automóvil.

El uso de un cargador de batería de automóvil y un inversor de red combinados, incluyendo el control electrónico de carga y descarga de la batería del automóvil en combinación con una comunicación de datos y un enlace de control para el operador de la red eléctrica, podría brindar muchas nuevas oportunidades para mantener el equilibrio de la red eléctrica en funcionamiento en una red inteligente cuando una gran cantidad de automóviles eléctricos con este equipo están conectados a la red eléctrica. El cargador de batería de automóvil puede convertirse en un elemento clave para equilibrar la red de manera inteligente y económica. Un número relativamente grande de tales cargadores de baterías y vehículos eléctricos avanzados agregaría una instalación de almacenamiento de energía muy atractiva a la red eléctrica.

El uso de cargadores de batería y baterías de automóviles eléctricos como una instalación de almacenamiento de energía reversible en relación con la red eléctrica ya se ha descrito en varios documentos. Sin embargo, la invención se refiere a características más específicas que podrían ser importantes para el rendimiento general de la red de los sistemas de carga de la batería del automóvil, ya que su capacidad conectada podría ser significativa en comparación con la capacidad total de la red.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL DIBUJO

Otras características y ventajas de la invención se producen a partir de la descripción de modos de realización a modo de ejemplo con referencia al dibujo. La figura 1 muestra un ejemplo del sistema de intercambio de energía.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Un modo de realización ejemplar de la invención incluye un transformador de red monofásico o trifásico, un dispositivo electrónico de energía para la conversión de corriente de red de CA a corriente de CC. El flujo de corriente es reversible, lo que significa que el dispositivo electrónico de energía puede actuar como un rectificador cuando se consume energía activa de la red para cargar la batería. Alternativamente, el dispositivo de alimentación electrónico puede actuar como un inversor cuando se libera energía activa descargando la batería, invertida en corriente alterna y alimentada a la red.

El modo de realización ejemplar de la invención también incluye un dispositivo de control electrónico para controlar la carga y la descarga de la batería del automóvil y un dispositivo de control electrónico para el control del ángulo de fase en la corriente y la tensión en el lado de la red del dispositivo electrónico de energía. El control de ángulo de fase puede funcionar en ambas direcciones del flujo de energía para permitir la operación denominada de cuatro cuadrantes del sistema.

Un dispositivo de medición de red mide la corriente, la tensión, la frecuencia y el ángulo de fase entre el dispositivo electrónico de energía y la red. Como respuesta a un cambio en la frecuencia de la red eléctrica con respecto a la frecuencia nominal, la unidad puede modular el flujo de energía activa real para contribuir a contrarrestar una desviación de frecuencia similar a los reguladores de frecuencia en las centrales eléctricas convencionales.

Como respuesta a la desviación de una tensión objetivo predefinida, la unidad puede modular la energía reactiva real para contribuir al control de la tensión para el mantenimiento de la tensión local. Alternativamente, la unidad

puede configurarse para funcionar con un determinado factor de energía o con un cierto intercambio de energía reactiva.

5 Cuando la unidad está funcionando en modo inversor, el dispositivo de control puede configurarse para mantener la operación durante una breve caída en la tensión de la red eléctrica, por ejemplo, hasta 3 segundos. Los sistemas de generación más grandes a menudo requieren esta llamada capacidad de soportar fallos para mantener el equilibrio del sistema después de eliminar el fallo en la red eléctrica.

10 Se puede incluir un enlace de comunicación de datos para el intercambio de datos y el control remoto de la unidad.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

15 Con referencia en general a la figura 1, un modo de realización ejemplar de la invención incluye un sistema de intercambio de energía en forma de un sistema de carga de batería que comprende al menos una unidad electrónica de energía o unidad de convertidor de energía 5, operable para suministrar energía eléctrica desde una red eléctrica de servicio público 1 a una batería de CC recargable eléctrica 7. En un modo de realización preferente de la invención, la unidad electrónica de energía o la unidad de conversión de energía 5 también puede funcionar para suministrar energía eléctrica desde la batería eléctrica 7 a la red eléctrica 1 de la red pública en un flujo de energía invertido. La unidad del convertidor de energía 5 puede conectarse a la red eléctrica 1 utilizando un transformador de energía 3 para la transformación de tensión CA-CA.

20 Un dispositivo de medición de red 11 está conectado entre el convertidor de energía reversible 5 y la red 1 para medir la corriente y la energía intercambiadas entre el convertidor de energía y la red. El dispositivo de medición de red 11 también puede medir la tensión, la frecuencia y el ángulo de fase entre la corriente y la tensión. La salida del dispositivo de medición de red 20 está conectada a un controlador de respuesta de red 21 que está dispuesto para ajustar el flujo de energía activo y reactivo entre el convertidor de energía 5 y la red de energía 1. El controlador 21 de respuesta de red es, en un modo de realización de la invención, una parte integrada de un controlador interno para el cargador de batería reversible y tal como un controlador de unidad interno o similar. En otro modo de realización, el controlador es un controlador de respuesta de red externo que usa medios de comunicación entre el controlador de respuesta de red y la unidad de cargador de batería. La unidad del cargador de batería está configurada para proporcionar corriente y energía activa y reactiva a la red eléctrica 1 en función de la salida del dispositivo de medición de la red 20 y de esta manera contribuye a la estabilización de la frecuencia y a la tensión de la red en caso de desequilibrio.

35 En un modo de realización de la invención, un dispositivo de medición de batería 14 está conectado entre el convertidor de energía reversible 5 y la batería eléctrica 7 para medir la tensión de la batería 7 y la corriente entre el convertidor de energía 5 y la batería 7. La salida del dispositivo de medición de batería 25 está conectada a un controlador de carga/descarga de la batería 26, que está dispuesto para controlar la corriente de carga y descarga de la batería 7.

40 El controlador de carga/descarga de la batería 26 asegurará que la carga y la descarga de la batería 7 esté limitada como una función de la tensión de la batería 7 para proteger la batería 7 contra una tensión excesiva y baja.

45 Un controlador del convertidor de energía 23 está controlando el flujo y la dirección de energía activa y reactiva de la unidad electrónica de energía 5 por medio de puntos de ajuste de referencia de energía o corriente activa y reactiva 12 enviados a la unidad electrónica de energía 5.

50 En un modo de realización de la invención, la salida 24 del controlador de carga/descarga de la batería 26 está conectada al controlador del convertidor de energía 23. El controlador de carga/descarga de la batería 26 es a través del dispositivo de medición de la batería 14 que controla la condición de la batería 7 en modo de carga y/o en modo de descarga. El propósito del controlador 26 de carga/descarga de la batería 7 es proporcionar un límite de carga y/o descarga, es decir, una reducción del punto de ajuste de referencia al controlador del convertidor 23 dependiendo de la condición de la batería 7. Esta característica de control protegerá la batería 7 contra sobrecarga y/o descarga por debajo de cierto nivel.

55 En un modo de realización de la invención, el controlador de respuesta de la red 21 conectado al dispositivo de medición de la red 20 está configurado para monitorizar los parámetros de la red a través del dispositivo de medición de la red 11 y, en particular, reaccionar a las desviaciones en la tensión y la frecuencia en la red eléctrica 1 de los valores preestablecidos o nominales.

60 Como respuesta a un cambio en la frecuencia de la red eléctrica 1 desde la frecuencia nominal o preestablecida, el controlador 21 de respuesta a la red puede modular el flujo de energía activa real, por ejemplo, enviando una referencia de energía delta a través de la salida 22 al controlador del convertidor de energía 23 para contribuir a contrarrestar una desviación de frecuencia similar a los reguladores de frecuencia en las centrales eléctricas convencionales.

Como respuesta a la desviación de una tensión objetivo predefinida en la tensión de la red eléctrica 1, el controlador de respuesta de la red 21 puede modular la energía reactiva real, por ejemplo, enviando una tensión delta o corriente reactiva o referencia de energía a través de la salida 22 al controlador del convertidor de energía 23 para contribuir al control de la tensión para el mantenimiento de la tensión de la red eléctrica 1.

5 Alternativamente, el controlador de respuesta de red 21 puede configurarse para controlar un cierto factor de energía o un cierto intercambio de energía reactiva, por ejemplo, enviando una tensión delta o corriente reactiva o referencia de energía a través de la salida 22 al controlador del convertidor de energía 23.

10 Cuando la unidad de carga de la batería está funcionando en modo inversor, actúa en la red eléctrica como una unidad generadora. En el modo inversor, el controlador de respuesta de red 21 puede configurarse para mantener el funcionamiento durante una breve caída en la tensión de la red eléctrica 1, por ejemplo, hasta 3 segundos. En este modo, el controlador de respuesta de red 21 puede enviar puntos de referencia de corriente o energía activa y/o reactiva a través de la salida 22 al controlador del convertidor de energía 23. El controlador de respuesta de la red 15 21 calcula los puntos de ajuste de referencia de corriente o energía activa y/o reactiva durante la caída de tensión en función de la tensión de la red eléctrica 1 medida continuamente por el dispositivo de medición de red 11, por ejemplo, mediante una tabla de búsqueda predefinida para la relación entre la tensión de la red eléctrica 1 y la corriente activa y/o reactiva o el flujo de energía entre la unidad electrónica de energía 5 y la red 1 para caídas en la tensión de la red eléctrica 1 por debajo de cierto nivel umbral. Los sistemas de generación más grandes a menudo 20 requieren esta llamada capacidad de soportar fallos para mantener el equilibrio del sistema después de eliminar el fallo en la red eléctrica.

En un modo de realización de la invención, un enlace de comunicación de datos 30 para la monitorización remota y el control de la unidad de carga de la batería 7 está conectado al controlador del convertidor de energía 23. El 25 enlace de comunicación de datos puede usar teléfono, internet u otros tipos de sistemas de comunicación para la comunicación entre la unidad de carga de la batería y el centro de control remoto 31, por ejemplo, el operador de la red eléctrica. El enlace de comunicación de datos 30 puede hacer que cierta información sobre la unidad de carga de la batería 7 esté disponible para el centro de control remoto 31. Un ejemplo de información de datos desde la unidad de carga de la batería 7 al centro de control remoto 31 es:

- 30
- Energía de carga máxima [kW];
 - Energía de descarga máxima [kW];

35

 - Capacidad de carga máxima [kWh];
 - Nivel de carga real [0-100 %];
 - Hora y fecha de carga completa [hora y fecha];

40

 - ¿A qué nivel de carga se completará la carga? [0-100 %]
 - Ajustes de respuesta de frecuencia (banda muerta, caída, etc.);

45

 - Configuraciones de control de tensión/energía reactiva (objetivo, banda muerta, caída, etc.).

El enlace de comunicación de datos 30 también puede facilitar el control remoto por el centro de control remoto 31. Un ejemplo de comandos de control desde el centro de control remoto 31 a la unidad de carga de la batería 7 son:

- 50
- Control remoto habilitado/deshabilitado;
 - Referencia de energía de carga [kW];
 - Referencia de energía de descarga [kW];

55

 - Ajustes de respuesta de frecuencia (banda muerta, caída, etc.);
 - Configuraciones de control de tensión/energía reactiva (objetivo, banda muerta, caída, etc.).

60 Según la información de datos disponible por el enlace de comunicación de datos 30 para el centro de control remoto 31, por ejemplo, el operador de la red eléctrica, el centro de control remoto 31 puede usar la unidad de carga de la batería 7 para participar en el equilibrio de la red eléctrica 1 dentro de ciertos límites, principalmente la hora y la fecha especificadas para completar la carga.

65 El enlace de comunicación de datos 30 para monitorización y control remoto por el centro de control remoto 31 puede ser utilizado para monitorización y control manual o automático mediante el centro de control remoto 31.

En un modo de realización preferente de la invención, el centro de control remoto 31, por ejemplo, el operador de la red eléctrica puede controlar y alterar las configuraciones de respuesta de frecuencia y/o las configuraciones de control de tensión/energía reactiva de la unidad de carga de la batería 7 para asegurar que los ajustes de respuesta adecuados de la red eléctrica 1 están activos.

5 En un modo de realización de la invención, el controlador del convertidor de energía 23 está conectado a la unidad electrónica de energía 5, el controlador de carga/descarga 26 de la batería 7, el controlador de respuesta de red 21 y el enlace de comunicación de datos 30. El controlador del convertidor de energía 23 calcula la corriente activa y reactiva o los puntos de ajuste de referencia de energía a la unidad electrónica de energía 5. Las entradas desde el controlador de carga/descarga 26 de la batería 7, el controlador de respuesta a la red 21 y el enlace de comunicación de datos 30 pueden procesarse en un modo de realización preferente de la invención en un orden de prioridad por el controlador 23 del convertidor de energía para proporcionar a la red eléctrica 1 respuesta de perturbación según lo solicitado por el controlador de respuesta de red 21, proporciona protección de la batería 7 según lo solicitado por el controlador de carga/descarga 26 de la batería y controla la carga/descarga de la batería 7 según lo solicitado por el centro de control remoto 31. El orden de prioridad se puede configurar de diferentes maneras, pero un orden típico puede ser:

1. Provisión de respuesta de perturbación de la red eléctrica 1;
- 20 2. Protección de la batería 7;
3. Ejecución de la carga/descarga de la batería 7 según lo solicite el operador.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Sistema de intercambio de energía para intercambiar energía eléctrica entre una batería (7) y una red eléctrica (1), comprendiendo el sistema de intercambio:
- una unidad de convertidor de energía (5) para convertir corriente alterna de la red eléctrica (1) en corriente continua para cargar la batería (7);
- 10 un dispositivo de medición de red (11) para medir un parámetro eléctrico de la red eléctrica;
- una unidad controladora (23) para ajustar la corriente continua para cargar la batería en función del parámetro eléctrico de la red eléctrica; y
- 15 un controlador de respuesta de red (21) adaptado para mantener la tensión local y además adaptado para, durante las caídas en la tensión de la red eléctrica, calcular puntos de ajuste de corriente o energía activa y/o reactiva y enviar los puntos de ajuste a la unidad de controlador (23) para mantener el funcionamiento de la unidad del convertidor de energía (5) en modo inversor como unidad generadora durante las caídas de tensión de la red eléctrica,
- 20 en el que el controlador de respuesta de la red (21) está adaptado para calcular los puntos de ajuste como una función de una tabla de búsqueda predefinida para la relación entre la tensión de la red eléctrica y la corriente activa y/o reactiva o flujo de energía entre la unidad del convertidor de energía (5) y la red eléctrica (1) cuando la tensión de la red eléctrica cae por debajo de un nivel umbral predeterminado, y
- 25 en el que la unidad de controlador (23) está adaptada para procesar entradas desde un controlador de carga/descarga de batería (26), el controlador de respuesta de red (21) y un enlace de comunicación de datos (30) en un orden de prioridad para proporcionar una respuesta de perturbación de la red eléctrica según lo solicitado por el controlador de respuesta de red (21), para proporcionar protección de la batería (7) según lo solicitado por el controlador de carga/descarga de batería (26), y para controlar la carga/descarga de la batería.
- 30 **2.** Sistema de intercambio de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el parámetro de la red eléctrica (1) se selecciona del grupo que consiste en corriente, tensión y frecuencia de la red eléctrica.
- 35 **3.** Sistema de intercambio de energía de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la unidad de controlador (23) está configurada de manera que se proporciona una corriente continua predefinida para cargar o descargar la batería (7) en función del parámetro eléctrico.
- 40 **4.** Sistema de intercambio de energía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de controlador (23) está configurada de modo que se puede detectar una perturbación de la red eléctrica local dentro de la red eléctrica y/o se puede proporcionar soporte de la red eléctrica.
- 45 **5.** Sistema de intercambio de energía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de intercambio de energía comprende un circuito de corriente principal, que se selecciona del grupo que consiste en un circuito monofásico, un circuito bifásico y un circuito trifásico.
- 50 **6.** Sistema de intercambio de energía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de intercambio de energía comprende la unidad de convertidor de energía (5) para convertir la corriente continua de la batería (7) en corriente alterna para suministrar la red eléctrica (1) con la corriente alterna.
- 55 **7.** Sistema de intercambio de energía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de medición de la red (11) y/o la unidad de controlador (23) están físicamente separados de la red eléctrica (1) y/o de la batería (7).
- 60 **8.** Sistema de intercambio de energía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de intercambio de energía puede ser monitorizado y/o controlado desde una ubicación remota.
- 65 **9.** Disposición de al menos dos sistemas de intercambio de energía de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en la que los sistemas de intercambio de energía pueden funcionar en paralelo.
- 10.** Procedimiento para intercambiar energía eléctrica entre una batería y una red eléctrica operando un sistema de intercambio de energía de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo el procedimiento:
- proporcionar el sistema de intercambio de energía, la batería (7) y una red eléctrica (1), en el que la batería (7) y la red eléctrica (1) están interconectadas de manera que la energía eléctrica puede intercambiarse entre la batería (7) y la red eléctrica (1); medir el parámetro eléctrico de la red eléctrica (1) mediante el dispositivo

de medición de red (11) del sistema de intercambio de energía; ajustar la corriente continua para cargar la batería (7) en función del parámetro de la red eléctrica (1) mediante la unidad de controlador (23) del sistema de intercambio de energía; convertir la corriente alterna de la red eléctrica (1) en corriente continua para cargar la batería (7); cargar la batería (7) mediante la corriente continua, y

5
calcular puntos de ajuste de corriente o energía activa y/o reactiva para mantener la tensión local durante las caídas en la tensión de la red eléctrica y enviar los puntos de ajuste a la unidad de controlador (23) para mantener el funcionamiento de una unidad de conversión de energía (5) en un modo inversor como unidad generadora durante las caídas de tensión de la red eléctrica,

10
en el que los puntos de ajuste se calculan en función de una tabla de búsqueda predefinida para la relación entre la tensión de la red eléctrica y la corriente activa y/o reactiva o el flujo de energía entre la unidad del convertidor de energía (5) y la red eléctrica (1) cuando la tensión de la red eléctrica cae por debajo de un nivel umbral predeterminado, y

15
procesar entradas desde un controlador de carga/descarga de batería (26), el controlador de respuesta de red (21) y un enlace de comunicación de datos (30) en un orden de prioridad para proporcionar una respuesta de perturbación de la red eléctrica según lo solicitado por el controlador de respuesta de red (21), para proporcionar protección de la batería (7) según lo solicitado por el controlador de carga/descarga de batería (26), y para controlar la carga/descarga de la batería.

20
11. Aplicación del sistema de intercambio de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 para cargar una batería.

25
12. Aplicación del sistema de intercambio de energía de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la batería se selecciona del grupo que consiste en batería para un vehículo, batería de flujo y batería electroquímica.

