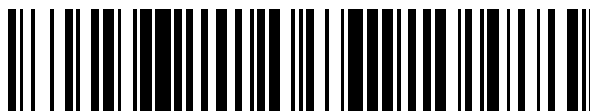


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 952 368**

51 Int. Cl.:

H02J 7/00 (2006.01)

H02J 3/32 (2006.01)

H01M 10/44 (2006.01)

H01M 10/42 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.03.2019** **PCT/EP2019/057210**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2020** **WO20192861**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2019** **E 19713009 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2023** **EP 3942643**

54 Título: **Método para controlar un sistema de almacenamiento de energía en baterías y sistema de almacenamiento de energía en baterías**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.10.2023

73 Titular/es:

ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Bruggerstrasse 66
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:

QVINTUS, MIKKO y
RIPATTI, SAMULI

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 952 368 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

Método para controlar un sistema de almacenamiento de energía en baterías y sistema de almacenamiento de energía en baterías

CAMPO DE LA INVENCION

La invención se refiere a un método para controlar un sistema de almacenamiento de energía en baterías, y a un sistema de almacenamiento de energía en baterías.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los almacenamientos de energía en baterías (BES) son cada vez más comunes y se pueden utilizar en conexión con sistemas fotovoltaicos conectados a la red, por ejemplo. Los sistemas fotovoltaicos (FV) conectados a la red pueden requerir la conexión de un almacenamiento de energía, tal como un BES, en paralelo con un generador FV para alisar la potencia de salida FV naturalmente fluctuante. A medida que aumentan los tamaños de las plantas FV a escala industrial, también pueden crecer los sistemas BES, necesarios para alisar la producción, hasta alcanzar tamaños considerables.

Para diseñar un sistema BES a gran escala, puede ser necesario conectar en serie celdas de batería individuales para obtener módulos de batería, que pueden tener una tensión de, p. ej., entre unas decenas y unos cientos de voltios, y luego pueden conectarse en serie estos módulos de batería para formar un banco de baterías para alcanzar una tensión de 700-1500 V CC, p. ej., dependiendo de las características de las baterías y del sistema. Si se alcanza un techo de tensión (por ejemplo, 1500 V CC) en el lado de baja tensión, entonces la única opción para aumentar el tamaño del sistema BES puede ser conectar bancos de baterías en paralelo para aumentar la salida de corriente del sistema BES. La capacidad de energía típica de un banco de baterías puede variar entre unas pocas decenas de kWh y varios cientos de kWh, por ejemplo. Por lo tanto, si se necesita un sistema BES de 8 mWh, por ejemplo, entonces sería necesario instalar en paralelo 80 unidades de bancos de baterías de 100 kWh. Dependiendo de la tecnología de celdas de batería utilizada, un banco de baterías puede generar aproximadamente 5-10 kA de corriente de cortocircuito prevista. Por lo tanto, un BES de 8 mWh podría generar una corriente de cortocircuito prevista de aproximadamente 400-800 kA (CC), por ejemplo. Este nivel de corriente de cortocircuito puede producir unas fuerzas enormes sobre los componentes eléctricos situados aguas abajo (tales como sistemas de barras colectoras, contactores, disyuntores, etc.), pudiendo no ser capaces de soportar dicho nivel tales componentes.

Los bancos de baterías pueden tener una protección por fusible interno, para limitar la corriente de cortocircuito de salida del banco de baterías a un nivel inferior al valor de corriente de cortocircuito prevista. Por ejemplo, un banco de baterías que genere una corriente de cortocircuito prevista de 10 kA podría limitarse para que generase solo una corriente de cortocircuito de 5 a 8 kA. Sin embargo, es posible que esto no sea suficiente para limitar el nivel de corriente máxima de cortocircuito de un sistema BES a gran escala (p. ej., >1 mWh) a un nivel que normalmente soporten los componentes eléctricos aguas abajo (p. ej., 50-100 kA). La corriente que soporta un componente, expresada, p. ej., como corriente nominal, generalmente puede indicar la capacidad de la estructura del componente para permanecer intacta y, en general, sin ningún daño inaceptable (por ejemplo, sin deformaciones, grietas, pérdidas del nivel de aislamiento o cualquier comportamiento que pueda conducir a una disminución de la seguridad del sistema). A veces, la corriente soportada por el componente puede ser una cuestión de nivel de verificación, por ejemplo, y, por lo tanto, la corriente soportada por un componente también puede referirse a un valor nominal probado del tipo del componente, por ejemplo, aunque el componente en la práctica podría permanecer intacto con valores de corriente mayores. El sistema BES está diseñado preferiblemente para mantenerse dentro de los límites de los componentes utilizados para construirlo, por lo que incluso un solo componente del sistema BES podría limitar el nivel máximo de corriente de cortocircuito permitido, por ejemplo.

Los bancos de baterías también pueden tener contactores de CC para desconectar los bancos de baterías del sistema aguas abajo, pero dichos contactores generalmente solo pueden conectar/desconectar corrientes hasta una corriente nominal o una corriente ligeramente mayor (por ejemplo, de 1 a 3 veces). Por lo tanto, los contactores no se pueden utilizar para la protección contra cortocircuitos.

Debido al pequeño nivel de inductancia interna de un banco de baterías, el circuito eléctrico de un sistema BES puede tener una relación L/R muy baja, p. ej., aproximadamente 1-3 ms, lo que significa que la corriente de cortocircuito puede alcanzar el nivel de corriente previsto muy rápidamente, a menos que esté limitada por algún tipo de dispositivo de protección contra cortocircuitos. Los interruptores automáticos pueden no proporcionar limitación de corriente para aumentos de corriente tan rápidos, ya que pueden tener un tiempo de funcionamiento de, p. ej., unos 30-50 ms. Los fusibles de aplicación de semiconductores de alta velocidad pueden estar entre algunos de los dispositivos de protección contra cortocircuitos de acción más rápida, pero incluso ellos pueden tener dificultades para cortar una corriente de cortocircuito alta a un nivel tolerable para los dispositivos aguas abajo. Los dispositivos semiconductores de estado sólido (p. ej., IGBT o similares) pueden actuar lo suficientemente rápido como para limitar la corriente de cortocircuito antes de que alcance un nivel demasiado alto, pero generalmente necesitan un controlador eléctrico para operar la acción de conmutación del dispositivo semiconductor y dicho controlador eléctrico puede ser propenso a

fallar y, por lo tanto, no se puede confiar en él como único dispositivo de protección. Además, en comparación con los dispositivos de protección pasivos, tales como los fusibles, los dispositivos semiconductores de estado sólido con su equipo de control auxiliar añaden complejidad al sistema y, por lo tanto, pueden ser más costosos.

Por lo tanto, existe el problema de que, si bien se necesitarían sistemas BES de alta capacidad, la capacidad de energía total de un sistema BES puede estar limitada por la tolerancia de corriente de cortocircuito de los componentes utilizados en el sistema BES y/o conectados al sistema BES.

El documento US 2016/087421 A1 divulga una solución para la protección, contra un cortocircuito externo, de una fuente de alimentación que incluye una pluralidad de baterías en paralelo.

El documento US 2017/060113 A1 divulga una solución para controlar la operación de despacho de un sistema de almacenamiento de energía que tiene una pluralidad de unidades de almacenamiento de energía.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Por lo tanto, el objeto de la invención es proporcionar un método y un aparato para implementar el método de manera que resuelva o al menos alivie el problema anterior o al menos proporcione una solución alternativa. El objeto de la invención se logra con un método, un programa informático, un sistema de almacenamiento de energía en baterías y un sistema eléctrico que están caracterizados por lo expuesto en las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

La invención se basa en la idea de seleccionar dos o más unidades de almacenamiento de energía en baterías, de entre una pluralidad de unidades de almacenamiento de energía en baterías de un sistema BES, de modo que la suma de las corrientes de cortocircuito de las unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías esté por debajo de un límite de corriente de cortocircuito, siendo dicho límite de corriente de cortocircuito menor que la suma de las corrientes de cortocircuito de dicha pluralidad de unidades de almacenamiento de energía en baterías, y conectar solo las unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías a una conexión de alimentación de CC del sistema BES.

Una ventaja de la solución de la invención es que la capacidad energética de un sistema BES se puede aumentar porque la corriente de cortocircuito disponible a través de la conexión de alimentación de CC del sistema BES en un momento dado se limita a la suma de las corrientes de cortocircuito de las unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías. Por lo tanto, en la práctica, al utilizar la solución descrita, el límite de corriente de cortocircuito no limita, p. ej., el número de unidades BES que puede haber en el sistema BES, lo que puede permitir que incluso decenas de mWh de capacidad de almacenamiento de energía, o más, estén disponibles para un sistema de energía eléctrica relacionado.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

A continuación, se describirá la invención con más detalle en relación con las realizaciones preferidas y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

la figura 1 ilustra un ejemplo de un almacenamiento de energía en baterías de acuerdo con una realización;

la figura 2 ilustra un ejemplo de un sistema de almacenamiento de energía en baterías de acuerdo con una realización;

la figura 3 ilustra un diagrama de flujo de acuerdo con una realización;

la figura 4 ilustra un diagrama de flujo de acuerdo con una realización;

la figura 5 ilustra un diagrama de acuerdo con una realización;

la figura 6 ilustra un diagrama de acuerdo con una realización;

la figura 7 ilustra un diagrama de acuerdo con una realización; y

la figura 8 ilustra un diagrama de acuerdo con una realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La aplicación de la invención no se limita a ningún sistema específico, sino que se puede utilizar en conexión con diversos sistemas eléctricos. Además, el uso de la invención no se limita a sistemas que empleen cualquier frecuencia fundamental específica o cualquier nivel de tensión específico, por ejemplo.

La figura 1 ilustra un ejemplo simplificado de una posible unidad 10 de almacenamiento de energía en baterías (BES). La unidad de almacenamiento de energía en baterías de ejemplo de la Figura 1 puede comprender uno o más módulos 11 de batería que pueden conectarse en serie y/o en paralelo entre sí para proporcionar una salida de CC, CC+, CC-, que tenga las características deseadas de tensión y potencia, por ejemplo. Cada módulo 11 de batería puede comprender una o más celdas de batería. Las celdas de batería pueden ser cualquier tipo de celdas de batería recargables, tales como celdas de batería plomo-ácido, níquel-cadmio (NiCd), hidruro de níquel-metal (NiMH), iones de litio (Li-ion) y polímero de iones de litio (polímero Li-ion) o una combinación de diferentes tipos. Un ejemplo de una unidad 10 de almacenamiento de energía en baterías es un banco de baterías, o dos o más bancos de baterías conectados entre sí. La unidad 10 de almacenamiento de energía en baterías del ejemplo de la figura 1 puede comprender además un sistema 12 de gestión de baterías (BMS) para gestionar y controlar los módulos 11 de batería, por ejemplo. El BMS 12 puede determinar los valores de estado de carga (SOC) y/o estado de salud (SOH) para la unidad 10 de almacenamiento de energía en baterías y/o encargarse del equilibrio de energía (tensiones) de las celdas individuales dentro de la unidad 10 de almacenamiento de energía, por ejemplo. Una unidad 10 de almacenamiento de energía en baterías podría comprender además otros componentes tales como fusibles e interruptores, por ejemplo. Debe tenerse en cuenta que, además de una unidad física, el término unidad de almacenamiento de energía en baterías utilizado en el presente documento también puede referirse generalmente a una unidad lógica compuesta por dos o más unidades físicas, o partes de las mismas, unidas entre sí para operar como una unidad.

La figura 2 ilustra un ejemplo simplificado de un sistema de almacenamiento de energía en baterías de acuerdo con una realización. La figura muestra solo los componentes relevantes para comprender el funcionamiento del sistema de almacenamiento de energía en baterías. El sistema de almacenamiento de energía en baterías ilustrativo comprende al menos tres unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías, una conexión 30 de alimentación de CC y una disposición 40 de conmutación proporcionada entre dichas al menos tres unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías y la conexión 30 de alimentación de CC. La disposición 40 de conmutación está preferentemente configurada para poder acoplar y desacoplar individualmente cada una de dichas al menos tres unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías con respecto a la conexión 30 de alimentación de CC. La disposición 40 de conmutación puede comprender uno o más interruptores S dedicados para cada una de las unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías, por lo que cada una de las unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías se puede acoplar y desacoplar eléctricamente con respecto a la conexión 30 de alimentación de CC individualmente y por separado entre sí. Los interruptores S pueden ser cualquier tipo de dispositivos interruptores capaces de acoplar y desacoplar las unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías con respecto a la conexión 30 de alimentación de CC. Algunos ejemplos de tales dispositivos interruptores incluyen interruptores mecánicos controlables eléctricamente, tales como relés y contactores electromecánicos, disyuntores e interruptores de estado sólido o semiconductores, por ejemplo. Los interruptores S pueden ser interruptores unipolares o bipolares, por ejemplo. La conexión 30 de alimentación de CC puede formar así una conexión de alimentación de CC común, tal como un enlace de CC, para todas las unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías, a través de la cual se pueden cargar y descargar, por ejemplo. De acuerdo con una realización, la disposición 40 de conmutación está configurada para poder acoplar y desacoplar directamente de forma individual cada una de dichas al menos tres unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías con respecto a la conexión 30 de alimentación de CC. En el presente documento, el término directamente se refiere a un acoplamiento directo sin ninguna conversión de energía, es decir, sin ningún dispositivo convertidor de energía, que esté involucrado en el acoplamiento entre una unidad individual 10 de almacenamiento de energía en baterías y la conexión 30 de alimentación de CC.

De acuerdo con una realización, el sistema de almacenamiento de energía en baterías puede comprender al menos un dispositivo convertidor de energía eléctrica conectado a la conexión 30 de alimentación de CC. El ejemplo de la figura 2 muestra un dispositivo 50 convertidor de potencia, que en este ejemplo es un inversor a través del cual la conexión 30 de alimentación de CC se puede conectar a un sistema 60 de CA, tal como una red de alimentación de CA (la red nacional), por ejemplo. Tal inversor 50 puede ser un inversor de una sola etapa o un inversor de múltiples etapas que comprenda dos o más etapas convertidoras. Puede haber uno o más interruptores (no mostrados), dispuestos entre el sistema de almacenamiento de energía en baterías y la red 60 de CA, que permiten la conexión y desconexión del sistema de almacenamiento de energía en baterías con respecto a la red de CA 60. Podría haber más de un dispositivo convertidor 50 de potencia conectado o incluido en el sistema de almacenamiento de energía en baterías. Además, dichos dispositivos convertidores de potencia también pueden incluir uno o más convertidores y/o transformadores de CC a CC en lugar, o además, de un inversor, por ejemplo. Por lo tanto, la conexión 30 de alimentación de CC también podría conectarse a un sistema de alimentación de CC, tal como una red de alimentación de CC (red nacional), ya sea directamente o a través de uno o más convertidores de CC a CC, por ejemplo. El uno o más dispositivos 50 convertidores de potencia que interconectan la conexión 30 de alimentación de CC del sistema de almacenamiento de energía en baterías con un sistema 60 de alimentación de CC o CA (por ejemplo, la red) son preferentemente convertidores bidireccionales que permiten transferir energía eléctrica en ambas direcciones. Como resultado, pueden existir al menos dos modos de funcionamiento: un modo de descarga, en donde la energía eléctrica se puede alimentar desde las unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías hasta un sistema 60 conectado de alimentación de CC o CA, por ejemplo, y un modo de carga, en cuya energía eléctrica puede extraerse del sistema 60 conectado de alimentación de CC o CA y almacenarse en las unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías.

El sistema de ejemplo de la Figura 2 comprende además una disposición de control para el sistema de almacenamiento de energía en baterías, comprendiendo la disposición de control de ejemplo una unidad 20 de control. Podría haber más de una de tales unidades de control en la disposición de control. La funcionalidad de acuerdo con las diversas realizaciones descritas en el presente documento puede implementarse al menos parcialmente por medio de la unidad 20 de control. La unidad 20 de control puede controlar los interruptores S de la disposición 40 de conmutación y puede monitorizar las unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías, por ejemplo. Además, la unidad 20 de control puede controlar y/o monitorizar adicionalmente los posibles uno o más dispositivos 50 convertidores de energía conectados o incluidos en el sistema de almacenamiento de energía en baterías, por ejemplo. La unidad 20 de control también puede incluir al menos parte de la funcionalidad del BMS 12 de al menos una o cada una de las unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías, en lugar o además del BMS interno de las unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías. Por lo tanto, el controlador 20 puede, por ejemplo, determinar valores SOC y/o SOH para al menos una, o cada, unidad 10 de almacenamiento de energía en baterías midiendo cantidades eléctricas (por ejemplo, corriente o tensión) para las respectivas unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías (los posibles dispositivos de medición no se muestran en las figuras). Aunque la unidad 20 de control de ejemplo se muestra por separado en el ejemplo de la figura 2, podría formar parte de alguna otra entidad, tal como la disposición 40 de conmutación, por ejemplo.

De acuerdo con una realización, el control del sistema de almacenamiento de energía en baterías comprende seleccionar al menos dos unidades de almacenamiento de energía en baterías de entre dichas al menos tres unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías de manera tal que la suma de las corrientes de cortocircuito de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías esté por debajo de un límite de corriente de cortocircuito, en donde el límite de corriente de cortocircuito es menor que la suma de las corrientes de cortocircuito de dichas al menos tres unidades de almacenamiento de energía en baterías, del sistema de almacenamiento de energía en baterías, y tal que la suma de potencias de descarga o la suma de potencias de carga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías sea igual o superior a un límite de potencia, y tal que los estados de carga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías estén dentro de un intervalo determinado. De acuerdo con una realización, la disposición 40 de conmutación se controla entonces para acoplar solo las al menos dos unidades 10 seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías a la conexión 30 de alimentación de CC. El intervalo determinado indica así un intervalo máximo de variación del estado de carga de las unidades de almacenamiento de energía en baterías utilizadas en la selección. El término estado de carga (SOC) generalmente se refiere al estado de carga de una batería o unidad de batería, tal como una unidad 10 de almacenamiento de energía en baterías, y generalmente es una indicación de la capacidad disponible de la batería o unidad de batería expresada de cualquier manera adecuada, tal como un porcentaje (de 0% a 100%) de la carga completa, por ejemplo. El estado de carga se puede determinar de cualquier manera adecuada y tal determinación se puede basar en información de tensión y/o corriente de la batería o unidad de batería, por ejemplo. En el caso de unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías, el estado de carga de una unidad de almacenamiento de energía en baterías se puede obtener a partir de un sistema de gestión de baterías (BMS) 12 de la unidad de almacenamiento de energía en baterías, por ejemplo. De acuerdo con una realización, el intervalo determinado para el estado de carga se puede determinar por separado para el modo de carga de las unidades 11 de almacenamiento de energía en baterías y para el modo de descarga de las unidades 11 de almacenamiento de energía en baterías. Además, el intervalo determinado para el estado de carga puede ser predeterminado o determinado activamente, p. esencialmente de forma continua o periódica, por ejemplo. De acuerdo con una realización, el límite de corriente de cortocircuito, que es menor que la suma de las corrientes de cortocircuito de dichas al menos tres unidades de almacenamiento de energía en baterías, se establece en función de un nivel máximo de corriente soportada por el sistema de almacenamiento de energía en baterías y/o por el uno o más componentes conectados al mismo. De acuerdo con una realización, el límite de corriente de cortocircuito se establece a un nivel lo suficientemente bajo como para que, en caso de una situación de cortocircuito, tal como un cortocircuito externo, el sistema de almacenamiento de energía en baterías y/o los componentes conectados directamente al mismo puedan soportar tal nivel de corriente de cortocircuito, es decir, no sean dañados por el mismo. Como ejemplo, el límite de corriente de cortocircuito podría establecerse por debajo de un valor máximo de corriente de pico soportado por un convertidor 50 de potencia si el convertidor 50 de potencia tiene el nivel de corriente soportada más bajo. De acuerdo con una realización, el límite de potencia puede ser predeterminado o determinado activamente, p. esencialmente de forma continua o periódica, por ejemplo. El límite de potencia puede establecerse para que corresponda a una potencia nominal del sistema de almacenamiento de energía en baterías y/o de un componente conectado directamente al mismo. El límite de potencia también se puede establecer de acuerdo con la necesidad de potencia variable o la capacidad de potencia proporcionada por un sistema 60 de alimentación de CC o CA conectado al sistema de almacenamiento de energía en baterías, por ejemplo. Dicho límite de potencia variable, o al menos la información que permite determinar el límite de potencia, puede establecerse y transmitirse al controlador 20 mediante un controlador de nivel superior, tal como un controlador de la red pública (no mostrado), del sistema 60 de alimentación de CC o CA (por ejemplo, la red) al que está conectado el sistema de almacenamiento de energía en baterías, por ejemplo.

De acuerdo con una realización, el control del sistema de almacenamiento de energía en baterías puede comprender además monitorizar el estado de carga de las al menos dos unidades 11 seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías y acopladas a la conexión 30 de alimentación de CC; y si el estado de carga de al menos una de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías y acopladas a la conexión 30 de alimentación de CC está fuera del intervalo determinado, repetir las etapas de seleccionar al menos dos unidades de

almacenamiento de energía en baterías de entre dichas al menos tres unidades de almacenamiento de energía en baterías y controlar la disposición 40 de conmutación para acoplar solo las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías a la conexión 30 de alimentación de CC. De acuerdo con una realización, al repetir la etapa de seleccionar al menos dos unidades de almacenamiento de energía en baterías, de entre dichas al menos tres unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías, la selección comprende volver a seleccionar al menos una unidad de almacenamiento de energía en baterías previamente seleccionada que tenga su estado de carga dentro del intervalo determinado. De acuerdo con una realización, tras repetir la etapa de controlar la disposición 40 de conmutación para acoplar a la conexión 30 de alimentación de CC solo las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías, se controla la disposición 40 de conmutación para mantener al menos una 10 unidad de almacenamiento de energía en baterías acoplada en todo momento a la conexión de alimentación de CC durante la transición desde las unidades previamente seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías hasta las unidades recién seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías. Tal operación de tener al menos una unidad 10 de almacenamiento de energía en baterías conectada a la conexión 30 de alimentación de CC en todo momento permite un flujo continuo de energía entre al menos una de las unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías y la conexión de alimentación de CC, lo que puede ser particularmente importante, por ejemplo, para mantener cantidades eléctricas (por ejemplo, niveles de potencia activa y reactiva, frecuencia, tensión) del sistema de alimentación de CC o CA 60 lo más estable posible, por ejemplo.

La figura 3 ilustra un diagrama de flujo ilustrativo de acuerdo con una realización. Tras iniciar el control del sistema de almacenamiento de energía en baterías, o posteriormente, se pueden determinar en la etapa 100 los valores iniciales para uno o más parámetros. Tal determinación 100 puede comprender simplemente establecer un valor de un parámetro a un valor predeterminado, si se va a usar un valor predeterminado para el parámetro en cuestión. Tal determinación 100 también puede comprender calcular un valor inicial para un parámetro u obtener, consultar y/o recibir un valor inicial para un parámetro desde una entidad externa hasta el sistema de almacenamiento de energía en baterías, tal como un sistema de control de nivel superior. Un ejemplo de un sistema de control de nivel superior es el sistema Control de Supervisión y Adquisición de Datos (Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)). Tal sistema SCADA puede pertenecer a, y/o controlar, un sistema 60 de alimentación de CC o CA (por ejemplo, la red) al que está conectado el sistema de almacenamiento de energía en baterías, por ejemplo. Algunos ejemplos de posibles parámetros pueden incluir uno o más de los siguientes: una cantidad de unidades BES independientes conectables (#BES_total), una corriente de pico de cortocircuito de cada unidad BES (I_{sc,pk_BESn}), una potencia de salida máxima/nominal de cada unidad BES (P_{n_BESn}), un nivel de estado de carga (por ejemplo, tensión) de cada unidad BES (SOC_BESn), un valor máximo de corriente de pico soportada por el convertidor de potencia (I_{sc,ws_Conv}) y el intervalo máximo de variación del estado de carga para las unidades BES (SOC_Var,máx). Después de la determinación 100, se selecciona en la etapa 110 al menos dos unidades de almacenamiento de energía en baterías, de entre las al menos tres unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías, de manera que se cumplan las siguientes tres condiciones: 1) la suma de las corrientes de cortocircuito de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías está por debajo de un límite de corriente de cortocircuito, en donde el límite de corriente de cortocircuito es menor que la suma de las corrientes de cortocircuito de dichas al menos tres unidades de almacenamiento de energía en baterías, 2) la suma de potencias de descarga o la suma de potencias de carga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías es igual o mayor que un límite de potencia, y 3) los estados de carga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías están dentro de un intervalo determinado. Luego, en la etapa 120, solo las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías se conectan a la conexión 30 de alimentación de CC mediante un control adecuado de la disposición 40 de conmutación. Después de conectar en la etapa 120 las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías a la conexión 30 de alimentación de CC, se puede iniciar en la etapa 130 la carga o descarga de las al menos dos unidades conectadas de almacenamiento de energía en baterías, dependiendo del modo de operación, es decir, modo de carga o modo de descarga. En la etapa 140, se comprueba si los estados de carga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías 11, conectadas a la conexión 30 de alimentación de CC, están dentro del intervalo determinado. La etapa 140 se puede realizar mientras se cargan o descargan las al menos dos unidades conectadas de almacenamiento de energía en baterías, por ejemplo. Si los estados de carga de las al menos dos unidades 11 seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías, conectadas a la conexión 30 de alimentación de CC, están dentro del intervalo determinado, entonces puede continuar la carga o descarga de las al menos dos unidades conectadas de almacenamiento de energía en baterías. Pero si los estados de carga de las al menos dos unidades 11 seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías, conectadas a la conexión 30 de alimentación de CC, no están dentro del intervalo determinado, entonces se repiten las etapas 110 y 120 y en la etapa 130 puede comenzar la carga o descarga de las al menos dos unidades de almacenamiento de energía en baterías, recién seleccionadas y conectadas.

La figura 4 ilustra un diagrama de flujo ilustrativo de acuerdo con otra realización. Al iniciar el control del sistema de almacenamiento de energía en baterías, o posteriormente, los valores iniciales para uno o más parámetros pueden determinarse en la etapa 200 de manera similar a la etapa 100 del ejemplo de la Figura 3, por ejemplo. Después de la determinación 200, se selecciona en la etapa 210 al menos dos unidades de almacenamiento de energía en baterías, de entre las al menos tres unidades 10 de almacenamiento de energía en baterías, de manera que se cumplan las siguientes tres condiciones: 1) la suma de las corrientes de cortocircuito de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías está por debajo de un límite de corriente de cortocircuito, en donde el límite

de corriente de cortocircuito es menor que la suma de las corrientes de cortocircuito de dichas al menos tres unidades de almacenamiento de energía en baterías, 2) la suma de potencias de descarga o la suma de potencias de carga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías es igual o mayor que un límite de potencia, y 3) los estados de carga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías están dentro de un intervalo determinado. Luego, en la etapa 220, solo las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías se conectan a la conexión 30 de alimentación de CC mediante un control adecuado de la disposición 40 de conmutación. Después de conectar en la etapa 220 las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías a la conexión 30 de alimentación de CC, se puede iniciar en la etapa 230 la carga o descarga de las al menos dos unidades conectadas de almacenamiento de energía en baterías, dependiendo del modo de operación, es decir, modo de carga o modo de descarga. En la etapa 240, se comprueba si los estados de carga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías 11, conectadas a la conexión 30 de alimentación de CC, están dentro del intervalo determinado. La etapa 240 se puede realizar mientras se cargan o descargan las al menos dos unidades conectadas de almacenamiento de energía en baterías, por ejemplo. Si los estados de carga de las al menos dos unidades de almacenamiento de energía en baterías 11 seleccionadas conectadas a la conexión 30 de alimentación de CC están dentro del intervalo determinado, entonces se realizan una o más comprobaciones 250 para saber si la dirección de la energía ha cambiado y/o si el límite de potencia ha excedido la suma de las potencias de descarga o la suma de las potencias de carga de las al menos dos unidades de almacenamiento de energía en baterías seleccionadas y conectadas. Si no, entonces puede continuar la carga o descarga de las al menos dos unidades conectadas de almacenamiento de energía en baterías. Pero si la dirección de la energía ha cambiado y/o el límite de potencia ha excedido la suma de las potencias de descarga o la suma de las potencias de carga de las al menos dos unidades de almacenamiento de energía en baterías seleccionadas y conectadas, entonces se repiten las etapas 210 y 220 y en la etapa 230 se inicia la carga o la descarga de las al menos dos unidades de almacenamiento de energía en baterías recién seleccionadas y conectadas. Además, si los estados de carga de las al menos dos unidades 11 seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías, conectadas a la conexión 30 de alimentación de CC, no están dentro del intervalo determinado en la etapa 240, entonces se repiten las etapas 210 y 220 y en la etapa 230 se inicia la carga o descarga de las al menos dos unidades de almacenamiento de energía en baterías recién seleccionadas y conectadas.

La Figura 5 ilustra un diagrama de ejemplo de los estados de carga (SOC) de diez (1 a 10) unidades de almacenamiento de energía en baterías (BES), indicados como porcentajes de una carga completa (100%) de la unidad BES en cuestión, que pueden estar basados en una tensión V CC de la unidad BES, por ejemplo. El diagrama también ilustra un ejemplo del intervalo máximo de variación del estado de carga de las unidades BES (SOC_Var,máx). En el ejemplo, las unidades BES 2 a 10 tienen sus valores SOC dentro del intervalo SOC_Var,máx, mientras que la unidad BES 1 tiene un valor SOC fuera del intervalo SOC_Var,máx. Por lo tanto, en este ejemplo, cuando el intervalo SOC_Var,máx representa el intervalo determinado, las unidades BES 2 a 10 cumplirían el criterio de tener sus estados de carga dentro del intervalo determinado. De acuerdo con una realización, el intervalo máximo de variación del estado de carga para las unidades BES (SOC_Var,máx) podría estar representado o predeterminado por un solo valor que indica la longitud del intervalo, es decir, la diferencia entre los valores máximo y mínimo del intervalo. En este caso la posición del intervalo podría variar y depender de los valores SOC de las unidades BES 10. De acuerdo con otra realización, el intervalo máximo de variación del estado de carga de las unidades BES (SOC_Var,máx) podría estar representado por al menos dos valores que indican tanto la longitud del intervalo como la posición del intervalo. Dichos al menos dos valores podrían comprender el valor máximo y el valor mínimo del intervalo, por ejemplo. Alternativamente, tales al menos dos valores podrían comprender la longitud del intervalo y cualquiera del valor máximo del intervalo, el valor mínimo del intervalo y la mediana del intervalo, por ejemplo. La Figura 6 ilustra otro diagrama de ejemplo de estados de carga (SOC) de diez (1 a 10) unidades de almacenamiento de energía en baterías (BES) y del intervalo máximo de variación del estado de carga para las unidades BES (SOC_Var,máx). La línea continua dentro del intervalo SOC_Var,máx ilustra un promedio de los valores SOC de las unidades BES. En este ejemplo, la posición del intervalo SOC_Var,máx es fija y no depende de los valores SOC de las unidades BES. Este tipo de intervalo SOC_Var,máx podría usarse para el modo de carga, por ejemplo. La Figura 7 ilustra otro diagrama ilustrativo de estados de carga (SOC) de diez (1 a 10) unidades de almacenamiento de energía en baterías (BES) y del intervalo máximo de variación del estado de carga para las unidades BES (SOC_Var,máx). La línea continua dentro del intervalo SOC_Var,máx ilustra un promedio de los valores SOC de las unidades BES. También en este ejemplo, la posición del intervalo SOC_Var,máx es fija. Este tipo de intervalo SOC_Var,máx podría usarse para el modo de descarga, por ejemplo. La Figura 8 ilustra otro diagrama ilustrativo de estados de carga (SOC) de diez (1 a 10) unidades de almacenamiento de energía en baterías (BES) y del intervalo máximo de variación del estado de carga para las unidades BES (SOC_Var,máx). La línea continua dentro del intervalo SOC_Var,máx ilustra un promedio de los valores SOC de las unidades BES. La línea de puntos y trazos dentro del intervalo SOC_Var,máx ilustra la mediana del intervalo SOC_Var,máx. Este tipo de intervalo SOC_Var,máx podría usarse para el modo de carga o el modo de descarga, por ejemplo.

De acuerdo con una realización, el intervalo máximo de variación del estado de carga de las unidades BES, SOC_Var,máx, puede determinarse en base al comportamiento eléctrico de las unidades BES 10 cuando se conectan directamente en paralelo entre sí, por ejemplo. Como las unidades BES 10 estarán conectadas directamente en paralelo (sin equipos de conversión de potencia limitadores de corriente de irrupción en serie), la corriente de irrupción al conectar dos o más unidades BES que tengan un valor SOC (por ejemplo, tensión) diferente, puede causar daños a los dispositivos de conexión (S). Así, de acuerdo con una realización, el SOC_Var,máx se elige preferentemente de

forma que permita realizar la conexión sin problemas provocados por la corriente de irrupción. De acuerdo con una realización, cuando la longitud del intervalo SOC_Var,máx se expresa como puntos porcentuales, es decir, indicando cuántos puntos porcentuales, o p.p., de los valores SOC pueden diferir entre sí, la longitud del intervalo SOC_Var,máx puede ser cualquier valor entre 0 y 50 p.p., preferentemente cualquier valor entre 0 y 30 p.p., más preferentemente cualquier valor entre 0 y 15 p.p. o entre 0 y 5 p.p.. Cuanto menor sea el valor de la longitud del intervalo SOC_Var,máx utilizado, más frecuentes serán las operaciones de conmutación y, por lo tanto, para reducir el desgaste de los componentes de conmutación, puede ser preferible utilizar un valor de longitud del intervalo SOC_Var,máx tan alto como permita el diseño, por ejemplo.

Con el fin de explicar mejor el funcionamiento de acuerdo con algunos ejemplos de realización, se describe a continuación un caso de ejemplo no limitativo. Digamos que existen 12 unidades BES 10 y cada una de ellas se carga inicialmente a un valor SOC del 50%. Las unidades BES 10 están conectadas a una red 60 de CA a través de un convertidor 50 de potencia que tiene una potencia nominal igual a la potencia nominal de tres unidades BES, es decir, al menos tres unidades BES deben estar conectadas al convertidor para poder transportar potencia nominal en cualquier dirección de potencia (carga/descarga). Por coincidencia, el convertidor 50 de potencia tiene un nivel de corriente soportada que es igual al nivel de corriente de cortocircuito de la suma de tres unidades BES. Por lo tanto, se pueden conectar un máximo de tres unidades BES al convertidor de potencia en un momento dado. Se ha determinado (por medio de simulación o ensayo o similar) que para garantizar un funcionamiento seguro de los dispositivos S de conmutación, la longitud del intervalo SOC_Var,máx no debe superar el 10%, y por lo tanto se elige el 10%. El controlador 20 del sistema BES recibe de un controlador superior (por ejemplo, el SCADA de la red eléctrica) una solicitud para tomar de la red 60 la potencia nominal del convertidor, por lo que el controlador debe iniciar la carga del sistema BES. Ahora el controlador 20 selecciona tres unidades BES 10 del grupo de 12 BES disponibles (las 12 unidades están dentro del intervalo SOC_Var,máx), y como los valores SOC de todas las unidades BES son iguales, se puede seleccionar cualquiera de las unidades BES. En este punto, el controlador 20 puede usar criterios de selección secundarios del estado de salud (SOH) para seleccionar las unidades BES. SOH indica la condición de la unidad BES en comparación con su estado de salud inicial. Para mantener la carga de las unidades BES lo más uniforme posible, en este punto es preferible seleccionar unidades BES con los valores SOH más altos. Digamos que el controlador 20 selecciona las unidades BES 1, 2 y 3. Ahora que las tres unidades BES seleccionadas cumplen los criterios (la suma de la potencia de las unidades BES es igual o supera el valor de potencia del convertidor, la suma de las corrientes de cortocircuito de las unidades BES seleccionadas no supera el valor soportado de corriente del convertidor, y las unidades BES seleccionadas tienen el valor SOC dentro del intervalo máximo permitido SOC_Var,máx, es posible iniciar el transporte de energía, es decir, la carga de las unidades BES de acuerdo con la solicitud de potencia. En el inicio, el intervalo SOC_Var,máx se puede centrar en un valor promedio de los valores SOC de las unidades BES. Si los valores SOC de ciertas unidades están demasiado lejos del nivel promedio (p. ej., más allá del intervalo SOC_Var,máx del nivel SOC promedio), se pueden descartar estas de la lista de unidades BES seleccionables disponibles, y se puede recalcular el valor SOC promedio basándose solo en los valores SOC de las unidades BES seleccionables. A medida que se cargan las unidades BES 1-3 seleccionadas, sus niveles de SOC comienzan a aumentar. En este punto, existen dos formas alternativas de vincular el intervalo SOC_Var,máx a los valores SOC de las unidades BES seleccionables: de acuerdo con la primera alternativa, durante la carga, el nivel más bajo del intervalo SOC_Var,máx puede ser vinculado al nivel SOC más bajo de las unidades BES seleccionables, cuyo estado es actualizado continuamente (actualizado a la frecuencia elegida o en el momento de un evento específico, tal como al alcanzar el valor límite de varianza), y durante la descarga, el valor más alto del intervalo SOC_Var,máx es vinculado al SOC más alto de las unidades BES seleccionables. De acuerdo con la segunda alternativa, es posible actualizar continuamente (como en el caso de la primera alternativa) un valor promedio de los valores SOC de las unidades BES seleccionables, y vincularlo a la mediana del intervalo SOC_Var,máx. Digamos que en el caso de ejemplo actual, las unidades BES seleccionadas 1-3 han alcanzado un valor SOC del 55 %, que es el valor SOC más alto posible si la mediana del intervalo SOC_Var,máx está vinculada al valor SOC promedio de las unidades BES seleccionables (50%), es decir, el intervalo de varianza del SOC cubre +5 p.p. del valor del 50%. Alternativamente, las unidades BES 1-3 seleccionadas se pueden cargar al nivel SOC del 60 %, si el intervalo SOC_Var,máx está vinculado al valor SOC más bajo de las unidades BES seleccionables, es decir, +10 p.p. del valor SOC del 50%. Mientras continúa cargando, en el momento en que el valor SOC más alto de las unidades BES seleccionadas sale del intervalo SOC_Var,máx (por ejemplo, 60% si se usa la primera alternativa), el controlador 20 selecciona otras unidades BES, por ejemplo, las unidades 4- 6, que se encuentren en este punto a un nivel SOC del 50 %, y la carga continúa con estas unidades BES conectadas. Continuando como se ha explicado, todo el grupo de unidades BES seleccionables puede cargarse en forma de onda a niveles SOC más altos, seleccionando solo una parte de las unidades BES 10 en un momento dado y acoplándolas a la conexión 30 de alimentación de CC. Si la solicitud de dirección de potencia procedente del controlador de nivel superior cambia al modo de descarga, de acuerdo con una realización, se seleccionan las unidades BES que tengan los niveles SOC más altos de las unidades BES seleccionables, y la descarga puede continuar de manera similar pero opuesta.

Si en algún punto una o más de las unidades BES no pueden ser elegidas porque sus valores SOC no están dentro del intervalo SOC_Var,máx, se pueden cargar/descargar por separado para que vuelvan a entrar en el intervalo SOC_Var,máx (ya sea por el convertidor 50 o por un convertidor de potencia/equilibrador de potencia independiente dentro del sistema BES, por ejemplo), o pueden volver a entrar en el intervalo cuando el valor SOC del grupo BES seleccionable se acerque lo suficiente debido a la fluctuación de potencia cíclica (SOC) del sistema BES.

- La disposición 20 de control u otros medios que controlan el sistema de almacenamiento de energía en baterías, o el uno o más componentes del mismo, de acuerdo con cualquiera de las realizaciones del presente documento, o una combinación de los mismos, puede implementarse como una unidad física o como dos o más unidades físicas separadas que estén configuradas para implementar la funcionalidad de las diversas realizaciones. En el presente documento, el término "unidad" generalmente se refiere a una entidad física o lógica, tal como un dispositivo físico o una parte del mismo o una rutina de software. La disposición 20 de control de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones puede implementarse, al menos parcialmente, por medio de uno o más ordenadores o equipos de procesamiento de señales digitales (DSP) correspondientes provistos de software adecuado, por ejemplo. Dicho ordenador o equipo de procesamiento de señales digitales comprende preferentemente al menos una memoria de trabajo (RAM) que proporciona un área de almacenamiento para operaciones aritméticas, y una unidad central de procesamiento (CPU), tal como un procesador de señales digitales de uso general. La CPU puede comprender un conjunto de registros, una unidad lógica aritmética y una unidad de control. La unidad de control de la CPU está controlada por una secuencia de instrucciones de programa transferidas a la CPU desde la RAM. La unidad de control de la CPU puede contener una serie de microinstrucciones para operaciones básicas. La implementación de las microinstrucciones puede variar de acuerdo con el diseño de la CPU. Las instrucciones del programa pueden codificarse mediante un lenguaje de programación, que puede ser un lenguaje de programación de alto nivel, tal como C, Java, etc., o un lenguaje de programación de bajo nivel, tal como un lenguaje de máquina o un ensamblador. El ordenador también puede tener un sistema operativo que pueda proporcionar servicios de sistema a un programa de ordenador escrito con las instrucciones del programa. El ordenador u otro aparato que implemente la invención, o una parte del mismo, puede comprender además medios de entrada adecuados para recibir, p. ej., datos de medición y/o control, y medios de salida para emitir, p. ej., datos de control u otros datos. También es posible usar uno o más circuitos integrados específicos, o componentes y dispositivos eléctricos discretos, para implementar la funcionalidad de acuerdo con cualquiera de las realizaciones.
- Los sistemas de almacenamiento de energía en baterías actuales pueden comprender procesadores y memorias que pueden utilizarse para implementar la funcionalidad de acuerdo con las diversas realizaciones descritas en el presente documento. Así, al menos algunas modificaciones y configuraciones requeridas para implementar una realización en sistemas de almacenamiento de energía en baterías existentes pueden efectuarse como rutinas de software, que pueden implementarse como rutinas de software añadidas o actualizadas. Si al menos parte de la funcionalidad de la invención se implementa mediante software, dicho software se puede proporcionar como un producto de programa informático que comprende un código de programa informático que, cuando se ejecuta en una computadora, hace que el ordenador o el dispositivo correspondiente realice la funcionalidad de acuerdo con las realizaciones descritas en el presente documento. Dicho código de programa informático puede almacenarse o incorporarse generalmente en un medio legible por ordenador, tal como una memoria adecuada, p. ej., una memoria flash o una memoria óptica, desde la cual puede ser cargado en la una o más unidades que ejecutan el código del programa. Además, dicho código de programa informático que implementa la invención puede cargarse en la una o más unidades que ejecutan el código de programa informático a través de una red de datos adecuada, por ejemplo, y puede reemplazar o actualizar un código de programa posiblemente existente.
- Es evidente para un experto en la materia que, a medida que avanza la tecnología, la idea básica de la invención puede implementarse de diversas formas. En consecuencia, la invención y sus realizaciones no se limitan a los ejemplos anteriores, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar un sistema de almacenamiento de energía en baterías, que comprende al menos tres unidades (10) de almacenamiento de energía en baterías, una conexión (30) de alimentación de CC y una disposición (40) de conmutación provista entre dichas al menos tres unidades (10) de almacenamiento de energía en baterías y la conexión (30) de alimentación de CC, en donde la disposición (40) de conmutación está configurada para ser capaz de acoplar y desacoplar individualmente cada una de dichas al menos tres unidades (10) de almacenamiento de energía en baterías con respecto a la conexión (30) de alimentación de CC, comprendiendo el método:
 - a) seleccionar (110; 210) al menos dos unidades de almacenamiento de energía en baterías, de entre dichas al menos tres unidades (10) de almacenamiento de energía en baterías, de manera tal que la suma de las corrientes de cortocircuito de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías esté por debajo de un límite de corriente de cortocircuito, en donde el límite de corriente de cortocircuito es inferior a la suma de las corrientes de cortocircuito de dichas al menos tres unidades (10) de almacenamiento de energía en baterías del sistema de almacenamiento de energía en baterías, y en donde el límite de corriente de cortocircuito se basa en el nivel máximo de corriente que soporta el sistema de almacenamiento de energía en baterías y/o el uno o más componentes conectados al mismo, y de modo que la suma de las potencias de descarga o la suma de las potencias de carga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías sea igual o mayor que un límite de potencia, y de modo que los estados de carga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías estén dentro de un intervalo determinado;
 - b) controlar (120; 220) la disposición (40) de conmutación para acoplar solo las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías a la conexión (30) de alimentación de CC; y
 - c) después de la etapa b), iniciar (130; 230) una carga o descarga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías, acopladas a la conexión (30) de alimentación de CC.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el intervalo determinado se determina por separado para un modo de carga de las unidades (10) de almacenamiento de energía en baterías y para un modo de descarga de las unidades de almacenamiento de energía en baterías.
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende:
 - monitorizar (140; 240) los estados de carga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías, acopladas a la conexión (30) de alimentación de CC; y
 - si el estado de carga de al menos una de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías, acopladas a la conexión de alimentación de CC, está fuera del intervalo determinado, repetir las etapas a) y b).
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde al repetir la etapa a), la selección (110; 210) comprende volver a seleccionar al menos una unidad previamente seleccionada de almacenamiento de energía en baterías que tenga su estado de carga dentro del intervalo determinado.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en donde, tras repetir la etapa b), se controla la disposición de conmutación para mantener al menos una unidad (10) de almacenamiento de energía en baterías acoplada en todo momento a la conexión (30) de alimentación de CC durante la transición desde las unidades de almacenamiento de energía en baterías, previamente seleccionadas, hasta las unidades de almacenamiento de energía en baterías recién seleccionadas.
6. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la disposición (40) de conmutación está configurada para ser capaz de acoplar y desacoplar directamente de forma individual cada una de dichas al menos tres unidades (10) de almacenamiento de energía en baterías con respecto a la conexión (30) de alimentación de CC.
7. Un producto de programa informático que comprende un código de programa informático, en donde la ejecución del código de programa en un ordenador hace que el ordenador lleve a cabo las etapas del método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
8. Un sistema de almacenamiento de energía en baterías, que comprende:
 - al menos tres unidades (10) de almacenamiento de energía en baterías;
 - una conexión (30) de alimentación de CC;
 - una disposición (40) de conmutación proporcionada entre dichas al menos tres unidades (10) de almacenamiento de energía en baterías y la conexión (30) de alimentación de CC, en donde la disposición (40) de conmutación está configurada para ser capaz de acoplar y desacoplar individualmente cada una de dichas al menos tres unidades (10) de almacenamiento de energía en baterías con respecto a la conexión (30) de alimentación de CC, y
 - una disposición (20) de control configurada para:
 - a) seleccionar al menos dos unidades de almacenamiento de energía en baterías, de entre dichas al menos tres unidades (10) de almacenamiento de energía en baterías, de manera tal que la suma de las corrientes de cortocircuito de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías esté por debajo de un límite de corriente de cortocircuito, en donde el límite de corriente de cortocircuito es menor que la suma de las corrientes

- de cortocircuito de dichas al menos tres unidades (10) de almacenamiento de energía en baterías, del sistema de almacenamiento de energía en baterías, y en donde el límite de corriente de cortocircuito se basa en un nivel máximo de corriente soportado por el sistema de almacenamiento de energía en baterías y/o el uno o más componentes conectados al mismo, y de modo que la suma de las potencias de descarga o la suma de las potencias de carga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías sea igual o mayor que un límite de potencia, y de modo que los estados de carga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías estén dentro de un intervalo determinado; y
- b) controlar la disposición (40) de conmutación para acoplar solo las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías a la conexión (30) de alimentación de CC, y
- en donde el sistema de almacenamiento de energía en baterías está configurado para iniciar una carga o descarga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías, acopladas a la conexión (30) de alimentación de CC, después del acoplamiento de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías a la conexión (30) de alimentación de CC.
- 9.Un sistema de almacenamiento de energía en baterías de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el intervalo determinado se determina por separado para un modo de carga de las unidades (10) de almacenamiento de energía en baterías y para un modo de descarga de las unidades de almacenamiento de energía en baterías.
- 10.Un sistema de almacenamiento de energía en baterías de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en donde la disposición (20) de control está configurada para:
- controlar los estados de carga de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías, acopladas a la conexión (30) de alimentación de CC; y
- si el estado de carga de al menos una de las al menos dos unidades seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías, acopladas a la conexión de alimentación de CC, está fuera del intervalo determinado, repetir a) y b).
- 11.Un sistema de almacenamiento de energía en baterías de acuerdo con la reivindicación 10, en donde al repetir a), la disposición (20) de control está configurada para volver a seleccionar al menos una unidad (10) previamente seleccionada de almacenamiento de energía en baterías que tenga su estado de carga dentro del intervalo determinado.
- 12.Un sistema de almacenamiento de energía en baterías de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en donde al repetir la etapa b), la disposición (20) de control está configurada para controlar la disposición (40) de conmutación para mantener al menos una unidad (10) de almacenamiento de energía en baterías acoplada en todo momento a la conexión (30) de alimentación de CC durante una transición desde las unidades previamente seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías hasta las unidades recién seleccionadas de almacenamiento de energía en baterías.
- 13.Un sistema de almacenamiento de energía en baterías de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en donde la disposición (40) de conmutación está configurada para ser capaz de acoplar y desacoplar directamente y de forma individual cada una de dichas al menos tres unidades (10) de almacenamiento de energía en baterías con respecto a la conexión (30) de alimentación de CC.
- 14.Un sistema de almacenamiento de energía en baterías de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, que comprende al menos un dispositivo (50) convertidor de energía eléctrica conectado a la conexión (30) de alimentación de CC.
- 15.Un sistema eléctrico, que comprende al menos un sistema de almacenamiento de energía en baterías de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, y una red (60) de energía eléctrica conectada a dicho al menos un sistema de almacenamiento de energía en baterías.

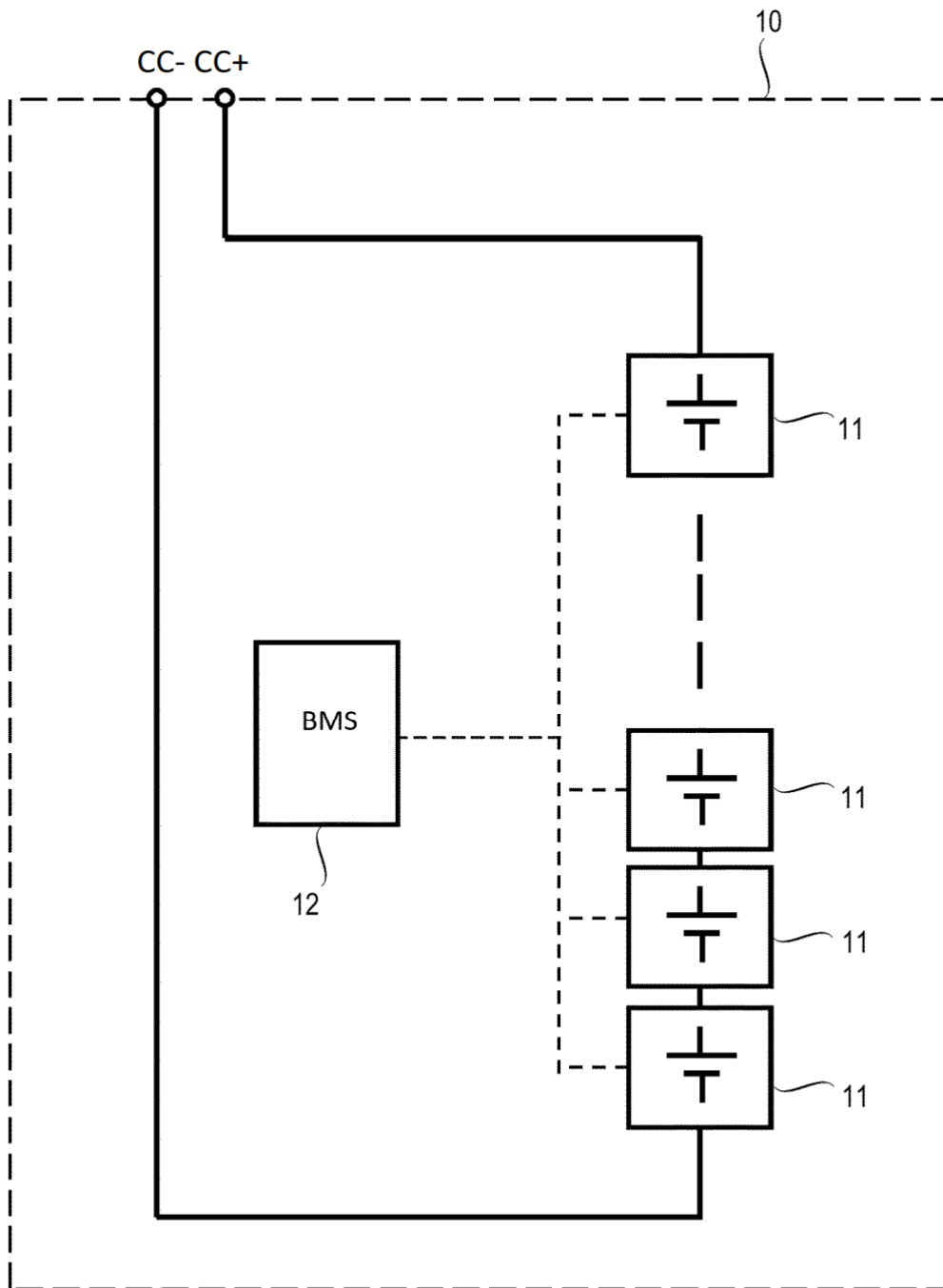


Fig. 1

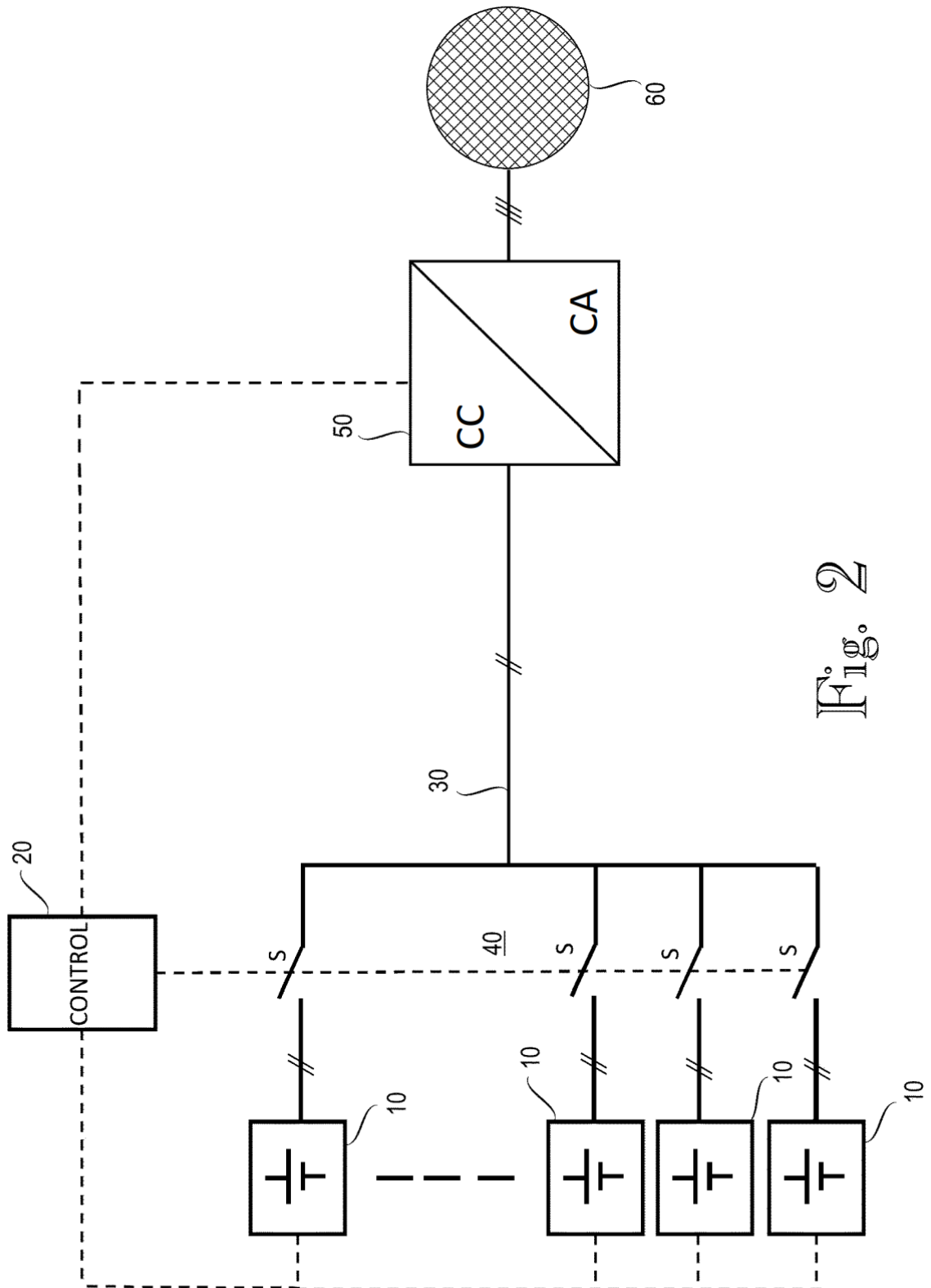


Fig. 2

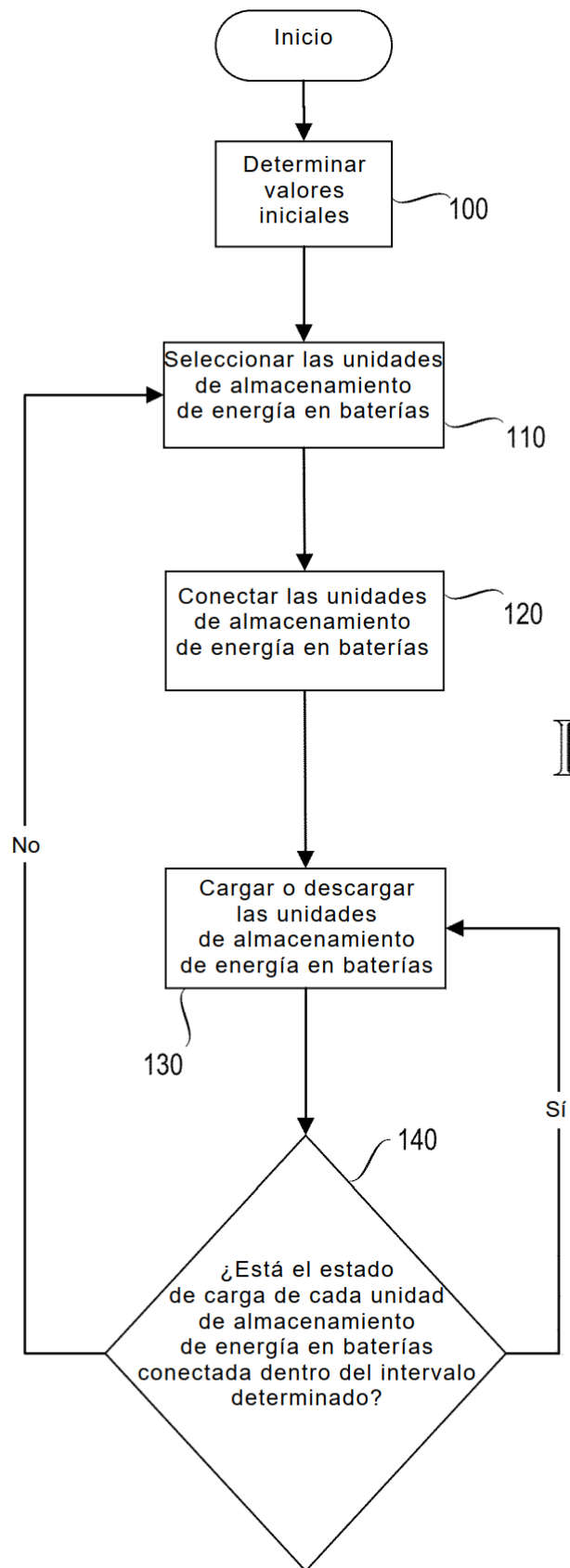
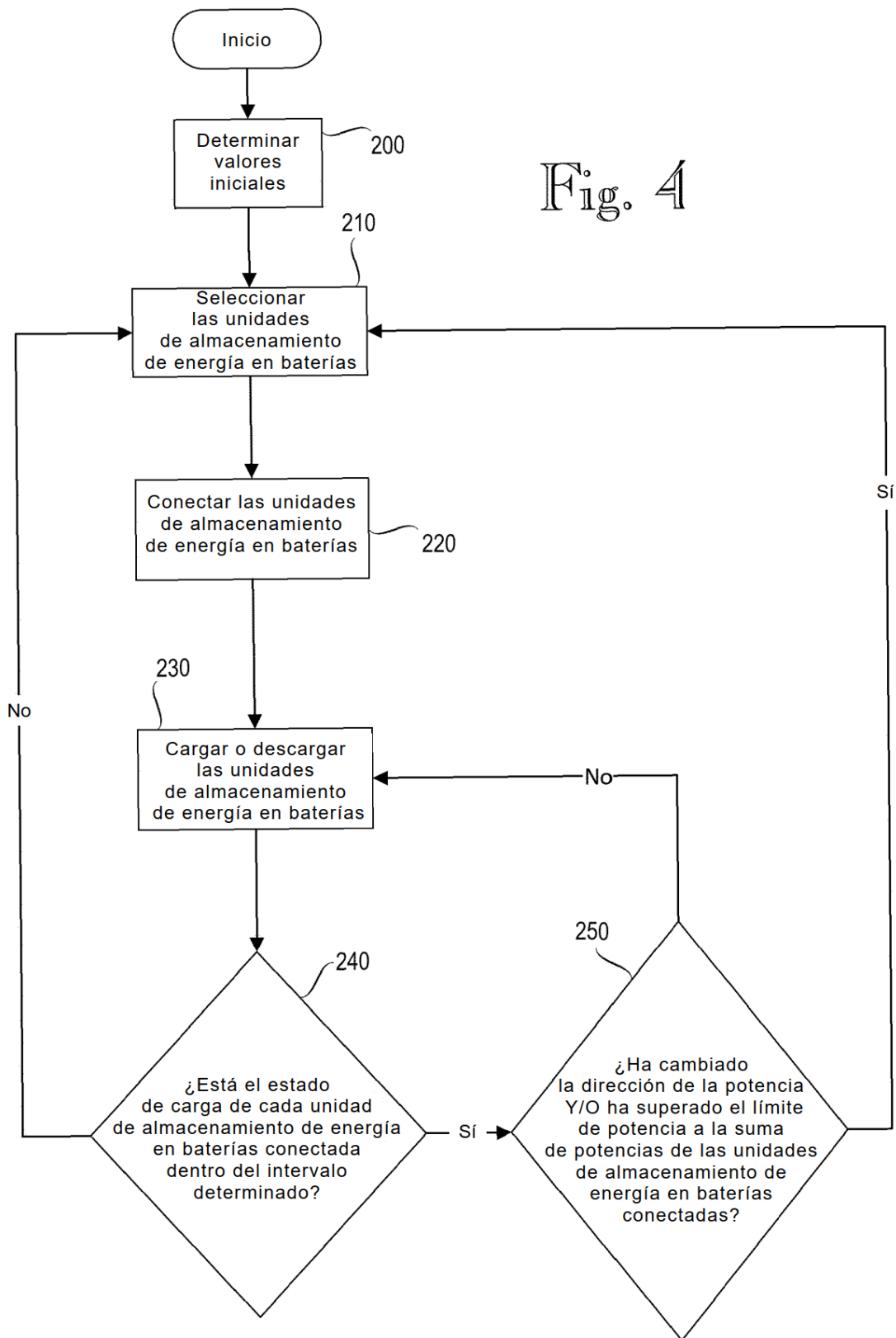


Fig. 3

Fig. 4



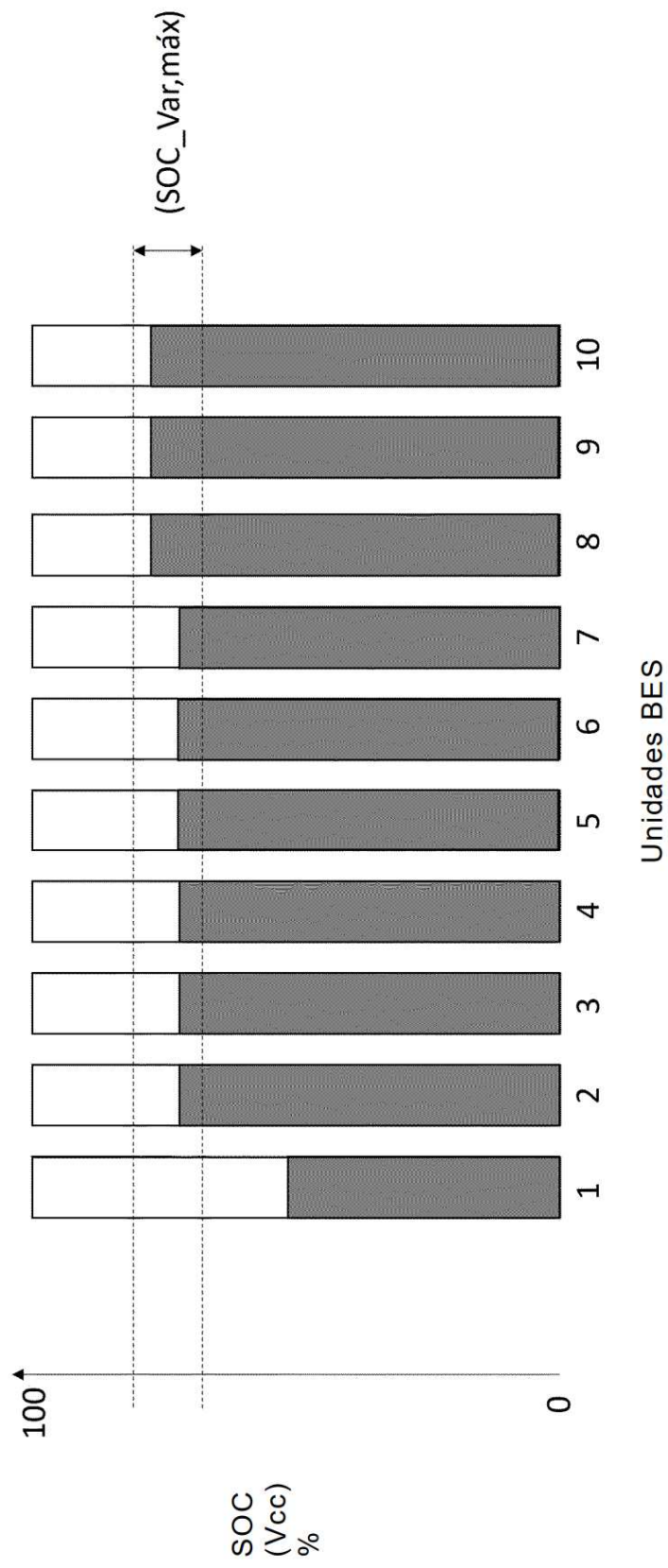


Fig. 5

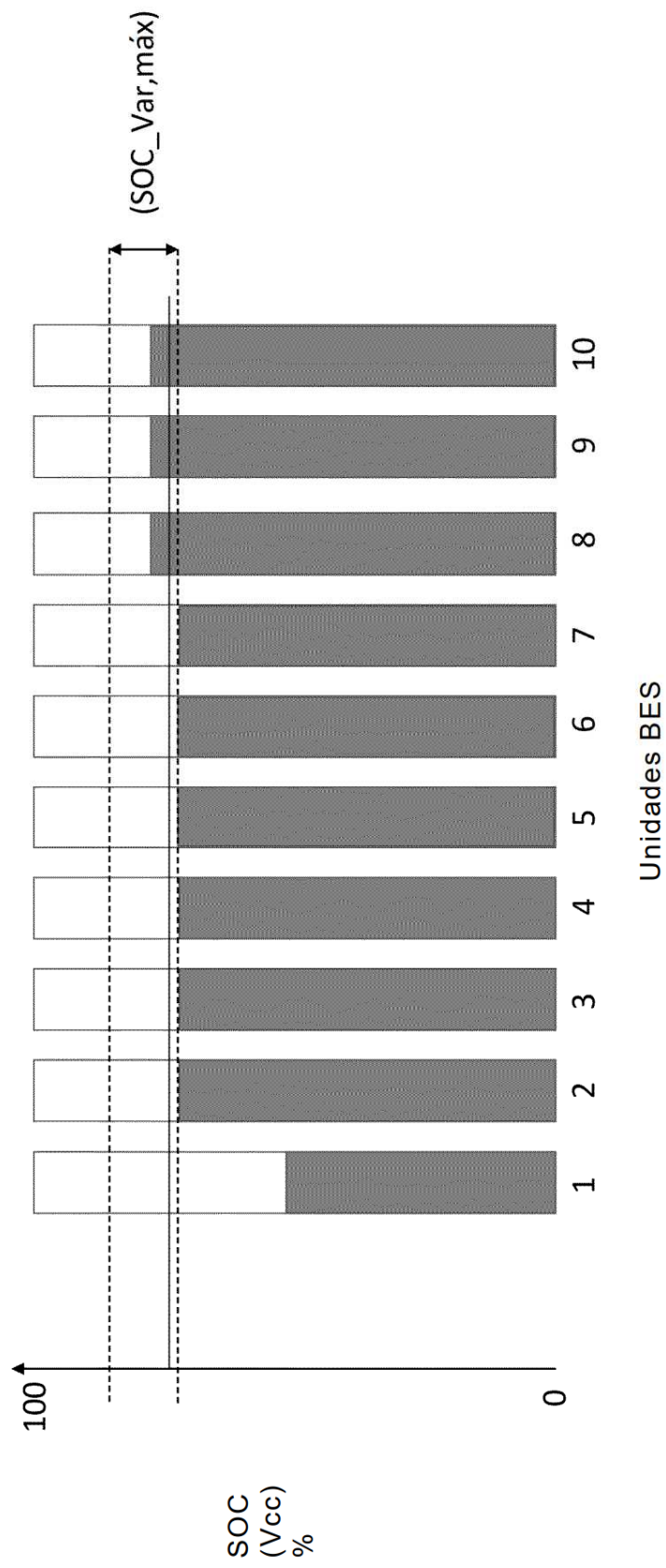


Fig. 6

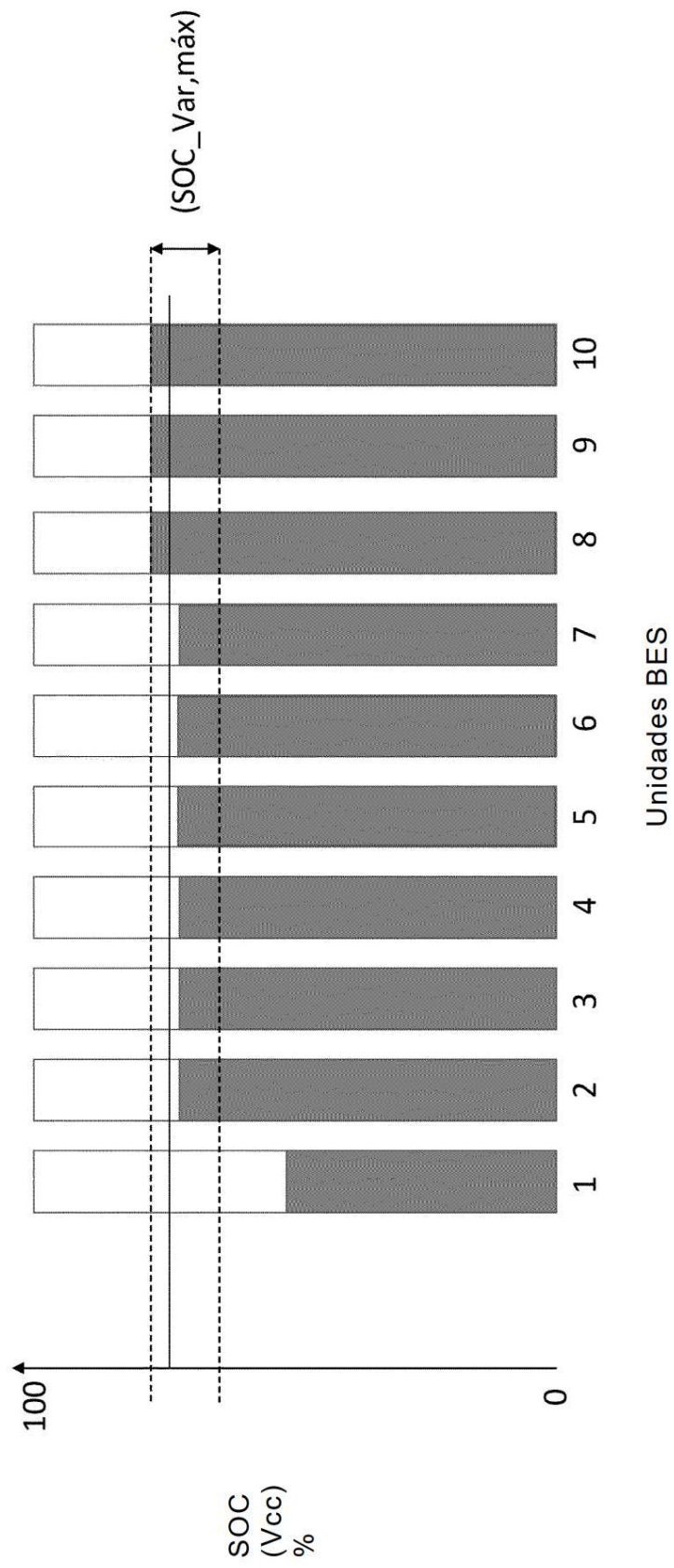


Fig. 7

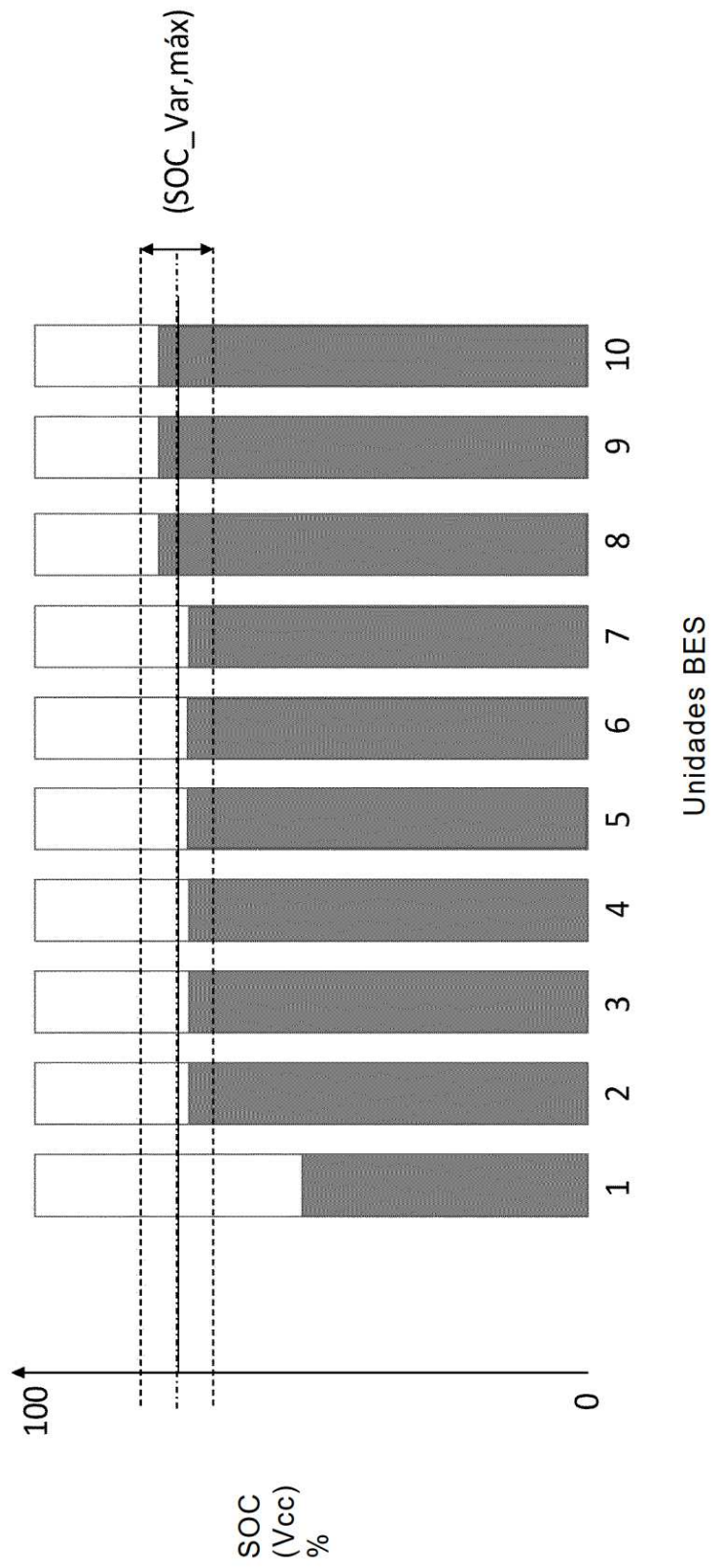


Fig. 8