

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 793 924**

51 Int. Cl.:

H02J 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2009** **E 09171289 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020** **EP 2302757**

54 Título: **Método y sistema para equilibrar celdas de almacenamiento de energía eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.11.2020

73 Titular/es:

**VITO NV (VLAAMSE INSTELLING VOOR
TECHNOLOGISCH ONDERZOEK NV) (100.0%)
Boeretang 200
2400 Mol , BE**

72 Inventor/es:

**COENEN, PETER y
WEYEN, DOMINIQUE**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 793 924 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 y sistema para equilibrar celdas de almacenamiento de energía eléctrica

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a almacenamiento de energía en dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica recargables conectados en serie, conocidos también como celdas, y en particular a sistemas de equilibrio para incrementar o reducir la tensión de un número limitado de tales celdas eléctricas. Los sistemas de equilibrio proporcionan medios para equilibrar las diferencias de carga (tensión) entre celdas en un sistema de almacenamiento de energía recargable. La invención se refiere en particular a un sistema de equilibrio y a un método de equilibrio para una conexión en serie de celdas electromecánicas, más en particular ultra condensadores o celdas de litio.

15 Antecedentes de la invención

Las cadenas serie de celdas de almacenamiento de energía son ampliamente usadas como baterías en muchas aplicaciones, tal como, a título de ejemplo únicamente, ordenadores portátiles, fuentes de alimentación de reserva, vehículos eléctricos. Los desequilibrios en las cargas de esas celdas tienden a ocurrir y a acrecentarse con el tiempo, dado que la cadena se carga y se descarga o incluso cuando la cadena se deja cargada pero sin uso. Esto reduce la eficacia del proceso de carga y descarga, y también limita la vida y la capacidad de la batería. Por lo tanto, es importante asegurar la uniformidad de carga para todas las celdas de una batería o de una cadena de condensadores. Esto se conoce como equilibrio de las celdas.

Cuando se cargan las celdas de condensador eléctrico conectadas en serie, cada celda recibe la misma cantidad de carga. Según sea la capacidad o el estado de salud de la celda, la tensión a través de cada una de las celdas puede desviarse de la tensión esperada o del valor medio de la tensión. De ese modo, dado que la energía E almacenada en una celda viene dada por $E = CU^2/2$, en donde C es la capacidad de la celda, y U es la tensión a través de la celda, la tensión U puede ser diferente para cada celda, dependiendo de la capacidad o del estado de salud de la celda. La energía almacenada en una celda debería ser tan alta como sea posible para cualquier celda; sin embargo, la tensión a través de una celda no debería ser más alta que la tensión máxima permitida para esa celda. Por lo tanto, tan pronto como se alcance la tensión máxima para una celda, deberá abstenerse de seguir cargando la cadena, aunque otras celdas no se hayan cargado necesariamente a su tensión máxima todavía. Esto da como resultado una disminución del rendimiento de la cadena completa de celdas conectadas en serie.

Los intentos de la técnica anterior para equilibrar celdas han incluido la provisión de un resistor shunt constante a través de todas las celdas individuales (equilibrio pasivo) o un medio para medir la tensión de cada celda, y a continuación la conmutación de un resistor a través de aquellas con una carga más alta a efectos de descargarlas hasta el nivel de la celda con la carga más baja (equilibrio activo). Un ejemplo de todo ello ha sido descrito en el documento US-2002/195994. Sin embargo, puesto que la mayor parte de las celdas se comportan de manera sustancialmente idéntica entre límites predeterminados, y las celdas que se desvían con mayor frecuencia tienen una carga menor de la esperada o la deseada, esto provoca una pérdida excesiva de energía, puesto que se necesita descargar muchas celdas. Además, este sistema produce calor, lo cual es indeseable en un contenedor de batería.

Soluciones alternativas se basan en la transferencia de carga entre celdas (equilibrio dinámico). Un ejemplo de las mismas ha sido descrito en el documento EP-1283580, donde a cada dispositivo de almacenamiento de energía se le ha asignado una unidad de equilibrio de circuito cuyas unidades de equilibrio están conectadas de tal modo que sacan potencia desde su dispositivo de almacenamiento de energía asignado si se realiza el equilibrio de tensión, y la envían a la conexión en serie de dispositivos de almacenamiento de energía. El equilibrio se consigue por medio de un inversor y un transformador para cada celda para el bloqueo de modo común. Con ello, esta disposición requiere bobinados de aislamiento, y componentes caros y voluminosos.

El documento DE-102007045836 divulga un dispositivo de carga que tiene un acumulador eléctrico formado por una pluralidad de celdas acumuladoras eléctricas conectadas en serie. El dispositivo de carga está capacitado para cargar las individuales de una pluralidad de celdas acumuladoras eléctricas. Sin embargo, una desventaja de este dispositivo de carga consiste en que solamente es posible cargar o no cargar. A efectos de poder estar capacitados para cargar celdas acumuladoras eléctricas individuales mientras otras no se cargan, el documento DE-102007045836 describe que se necesita un generador de AC para cada celda. Esta es una desventaja adicional.

El documento US2008/0030167 divulga un circuito de carga que incluye un paquete de baterías que tiene una pluralidad de baterías conectadas en serie y que están conectadas a una fuente de alimentación. Un conmutador de cambio está conectado en serie a, y entre, dos baterías adyacentes cualesquiera. Cuando se detecta que una batería, por medio de un detector de tensión, ha sido cargada por completo, el circuito de control de carga correspondiente establece que el conmutador de cambio correspondiente a la batería se disponga en OFF para detener la carga de la batería. Las restantes baterías que vayan siendo posteriormente cargadas por completo, se

desconectan de la fuente de alimentación una por una hasta que todas las baterías del paquete de baterías hayan sido cargadas por completo.

5 El documento JP11032443 divulga un dispositivo para cargar de igual forma cada una de una pluralidad de baterías o condensadores conectados en serie a una tensión idéntica. Se proporcionan para ello circuitos rectificadores que comprenden diodos rectificadores.

10 También el documento WO2006/100264 divulga un dispositivo y un método para igualar la carga de celdas individuales conectadas en serie de un acumulador de energía, donde sólo se proporciona la capacidad de cargar o no cargar las individuales de una pluralidad de celdas acumuladoras. Para ello, se han colocado conmutadores entre un bus de AC que transporta una señal de AC, permitiendo con ello que la celda se conecte al bus de AC o se desconecte del mismo. La descarga no es posible en vista de la presencia del puente de diodos rectificadores Dxa, Dxb, Dxc, Dxd.

15 Los conmutadores bidireccionales, en algunas realizaciones (Figuras 7E, 71) sirven a los efectos de proporcionar protección de polaridad y no están configurados para una funcionalidad de descarga.

20 El documento DE 10 2005 041 824 A1 divulga una disposición casi idéntica pero sugiere descargar directamente una celda en otra (párrafo 55) y usar el generador solamente para la operación de carga (párrafos 76, 85).

25 El documento DE 10 2004 031 216 A1 divulga también una disposición de equilibrio similar, pero usa solamente diodos y por lo tanto no puede proporcionar la funcionalidad de descarga. Resulta deseable incrementar la tensión de las celdas individuales con una tensión baja y/o disminuir la tensión de las celdas con una tensión alta, dado que la carga está limitada por la celda de tensión más alta y la descarga está limitada por la más baja, con lo que la capacidad de la batería está determinada por los dos extremos.

Sumario de la invención (solicitud auxiliar)

30 Un objeto de las realizaciones de la presente invención consiste en proporcionar un sistema de equilibrio de carga y un método de equilibrio de carga que estén capacitados para equilibrar la carga (tensión) a través de los dispositivos de almacenamiento de energía recargables conectados en serie, y que subsanen los inconvenientes de los dispositivos y métodos de la técnica anterior.

35 El objetivo anterior ha sido alcanzado por medio de un sistema según la reivindicación 1 y de un método según la reivindicación 10.

40 En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un sistema para equilibrio de carga según se describe en las reivindicaciones anexas. En particular, las realizaciones de la presente invención se refieren a un sistema para equilibrar la carga a través de una pluralidad de dispositivos de almacenamiento de energía recargables acoplados en serie, comprendiendo dicho sistema una pluralidad de unidades de equilibrio, cada una de ellas asignada a uno de los dispositivos de almacenamiento de energía recargables, un generador de señales de AC para proporcionar una señal de AC a la pluralidad de unidades de equilibrio para cada equilibrio de la carga en sus dispositivos de almacenamiento de energía recargables asignados, y un acoplamiento capacitivo entre el generador de señales de AC y cada una de la pluralidad de unidades de equilibrio para bloqueo de modo común. Cada unidad de equilibrio comprende un primer conmutador, dispuesto para conectar o desconectar un terminal positivo del dispositivo de almacenamiento de energía recargable asignado a, o desde, el generador de señales de AC, y un segundo conmutador dispuesto para conectar o desconectar un terminal negativo del dispositivo de almacenamiento de energía recargable asociado a, o desde, el generador de señales de AC, siendo la masa la trayectoria de retorno y sin que se proporcione ninguna conexión de realimentación general adicionalmente a la masa entre el apilamiento de dispositivos de almacenamiento de energía y el generador de señales de AC, y un controlador configurado para controlar los conmutadores con el fin de transferir, en caso de que el dispositivo de almacenamiento de energía al que se haya asignado una de las unidades de equilibrio necesite ser cargado, carga desde el generador de señales de AC o desde un dispositivo de almacenamiento de energía asignado a otra unidad de equilibrio por medio del cierre de dicho primer conmutador y la apertura de dicho segundo conmutador cuando la señal aplicada desde el generador de señales de AC esté a nivel alto, y por medio de la apertura de dicho primer conmutador y el cierre de dicho segundo conmutador cuando la señal aplicada desde el generador de AC esté a nivel bajo, y, en caso de que el dispositivo de almacenamiento de energía al que esté asignada dicha una de las unidades de equilibrio necesite ser descargado, con el fin de transferir carga al generador de señales de AC o a un dispositivo de almacenamiento de energía asignado a otra unidad de equilibrio para descargar el dispositivo de almacenamiento de energía asignado a dicha una de las unidades de equilibrio por medio de la apertura de dicho primer conmutador y el cierre de dicho segundo conmutador cuando la señal aplicada desde el generador de señales de AC esté a nivel alto y por medio del cierre de dicho primer conmutador y la apertura de dicho segundo conmutador cuando la señal aplicada desde el generador de señales de AC esté a nivel bajo.

65 Un sistema conforme a realizaciones de la presente invención puede comprender además un comparador para comparar un parámetro eléctrico instantáneo tal como tensión, carga, estado de carga, estado de salud del

dispositivo de almacenamiento de energía recargable, con un parámetro de referencia correspondiente. La tensión se puede medir mediante un microcontrolador y puede ser transmitida a un controlador principal para su comparación con el parámetro de referencia, o bien puede ser comparada localmente con un valor de umbral predeterminado.

5 En un sistema según realizaciones de la presente invención, las unidades de equilibrio comprenden una pluralidad de conmutadores para transferir carga a, o desde, el generador de señales de AC y/o entre dispositivos de almacenamiento de energía. En realizaciones particulares, una unidad de equilibrio comprende exactamente dos conmutadores. Los conmutadores pueden ser TRIACs o transistores. Las unidades de equilibrio pueden comprender un controlador para controlar los conmutadores. El controlador puede estar adaptado para controlar los conmutadores en base a una señal generada por el comparador.

10 Un sistema según realizaciones de la presente invención puede comprender además un controlador principal, es decir, un controlador no local en las unidades de equilibrio, para controlar aquellos de los dispositivos de almacenamiento de energía recargables que necesitan ser equilibrados. El controlador principal puede ser adaptado a continuación para determinar el parámetro de referencia para cada unidad de equilibrio individual.

15 En esas realizaciones, el sistema de equilibrio puede comprender además un bus de datos para la comunicación entre un controlador local de una unidad de equilibrio y el controlador principal, preferiblemente entre los controladores locales de cada unidad de equilibrio y el controlador principal.

20 Conforme a realizaciones de la presente invención, el controlador principal está adaptado para proteger los dispositivos de almacenamiento de energía recargables contra sobretensiones. Esto puede lograrse, por ejemplo, mediante la sustitución del freno eléctrico, en donde la energía procedente del freno se usa para cargar los dispositivos de almacenamiento de energía, mediante un freno mecánico.

Un sistema conforme a realizaciones del primer aspecto de la presente invención, puede ser incorporado en un sistema de almacenamiento de energía recargable.

30 En un segundo aspecto, la presente invención proporciona un sistema de almacenamiento de energía recargable que comprende una cadena de dispositivos de almacenamiento de energía recargables acoplados en serie, y un sistema para equilibrar la carga a través de los dispositivos de almacenamiento de energía recargables conforme a realizaciones del primer aspecto de la presente invención.

35 En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un método para equilibrio de carga según se divulga en las reivindicaciones anexas. En particular, realizaciones de la presente invención se refieren a un método para equilibrar la carga de un dispositivo de almacenamiento de energía recargable a través de una pluralidad de dispositivos de almacenamiento de energía recargables conectados en serie, teniendo los dispositivos de almacenamiento de energía recargables dos terminales, comprendiendo dicho método medir un parámetro eléctrico instantáneo a través de los terminales de un dispositivo de almacenamiento de energía particular, comparar el parámetro eléctrico medido con un valor de parámetro predeterminado y, dependiendo del resultado de la comparación, transferir carga a, o hacia fuera de, un dispositivo de almacenamiento de energía particular mediante la actuación de dos conmutadores tal como TRIACs o transistores. La transferencia de carga comprende proporcionar una señal de AC a una unidad de equilibrio conectada al dispositivo de almacenamiento de energía recargable particular, teniendo lugar la transferencia de carga a través de una única línea, la masa que forma la trayectoria de retorno, en donde la unidad de equilibrio aplica o no la señal de AC al dispositivo de almacenamiento de energía recargable particular dependiendo del valor de la señal de AC y del resultado de la comparación; incluyendo la transferencia de carga el bloqueo en modo común por acoplamiento capacitivo. Una ventaja de las realizaciones de la presente invención consiste en que proporcionan un dispositivo o un método de equilibrio de carga, los cuales pueden ser usados para un equilibrio mejorado de incluso grandes conexiones en serie de dispositivos de almacenamiento de energía. Una ventaja de las realizaciones de la presente invención consiste en que solamente unas pocas celdas necesitan ser atendidas, en las que los dispositivos de almacenamiento de energía tengan tensiones que se desvíen de un valor medio de la tensión de celda. Una ventaja de las realizaciones de la presente invención consiste en que tanto la tensión de las celdas con una tensión baja puede ser incrementada, como que la tensión de las celdas con una tensión alta puede ser reducida. Una ventaja de las realizaciones de la presente invención consiste en que todas las celdas pueden ser cargadas o descargadas según cualquier valor medio de tensión de celda para la cadena de celdas. Una ventaja de las realizaciones de la presente invención consiste en que proporcionan un dispositivo o un método de equilibrio de carga con los que no se necesita detener la carga una vez que se ha alcanzado un nivel máximo de tensión para una de las celdas. Una ventaja de las realizaciones de la presente invención consiste en que una pluralidad de celdas pueden ser atendidas en cuanto a equilibrio de carga al mismo tiempo. Una ventaja de las realizaciones de la presente invención consiste en que se pueden medir las tensiones de celda individuales. Una ventaja de las realizaciones de la presente invención consiste en que las celdas pueden ser protegidas frente a sobre, y sub, tensión mediante comunicación con el cargador o la carga.

65 Con el propósito de resumir la invención y las ventajas logradas sobre la técnica anterior citada, se han descrito en lo que antecede determinados objetos y ventajas de la invención. Por supuesto, debe entenderse que no todos los

objetos o ventajas pueden ser necesariamente logrados con cualquier realización particular de la invención. Por lo tanto, por ejemplo, los expertos en la materia reconocerán que la invención puede ser materializada o llevada a cabo de una manera que consiga y optimice una ventaja o un grupo de ventajas según enseña la presente memoria sin tener que lograr necesariamente otros objetos o ventajas según puedan ser ensañadas o sugeridas.

5 **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 ilustra un sistema de almacenamiento de energía recargable con un sistema de equilibrio conforme a realizaciones de la presente invención;

10 La Figura 2 es una vista a mayor escala de una unidad de equilibrio conforme a realizaciones de la presente invención;

15 La Figura 3 ilustra esquemáticamente el funcionamiento de un sistema de equilibrio conforme a realizaciones de la presente invención;

La Figura 4 muestra datos de medición de un circuito de equilibrio conforme a realizaciones de la presente invención;

20 La Figura 5 ilustra esquemáticamente un sistema de dispositivo de almacenamiento de energía recargable que comprende un sistema de equilibrio donde los conmutadores de las unidades de equilibrio comprenden diodos. Este sistema de equilibrio no cae dentro del alcance de las reivindicaciones como tales.

25 La Figura 6 ilustra una forma de onda de carga típica en realizaciones de la presente invención.

Los dibujos son solamente esquemáticos y no son limitativos. En los dibujos, el tamaño de algunos de los elementos puede haberse exagerado y que no se haya dibujado a escala por motivos ilustrativos.

30 Cualquiera de los signos de referencia en las reivindicaciones no debe ser entendido como limitativo de su alcance.

En los diferentes dibujos, los mismos signos de referencia se refieren a elementos iguales o análogos.

Descripción detallada de realizaciones ilustrativas

35 Conforme a un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema para equilibrar la carga a través de una pluralidad de dispositivos de almacenamiento de energía recargables conectados en serie.

40 La Figura 1 ilustra un dispositivo 10 de almacenamiento de energía recargable acorde con realizaciones de la presente invención, que comprende una cadena 11 en serie de una pluralidad de dispositivos 12 de almacenamiento de energía, también llamados celdas. Los dispositivos 12 de almacenamiento de energía son recargables. Cada dispositivo 12 de almacenamiento de energía puede comprender una única celda de almacenamiento de energía o una conexión en paralelo de múltiples celdas de almacenamiento de energía (no representada). Los dispositivos 12 de almacenamiento de energía recargables conectados en serie forman en conjunto un paquete o apilamiento de batería. Conforme a realizaciones de la presente invención, los dispositivos 12 de almacenamiento de energía recargables pueden ser cualquier tipo de dispositivo de almacenamiento de energía recargable. Sin embargo, los dispositivos y los métodos de la presente invención se usan ventajosamente con ultra condensadores o baterías de litio. Según realizaciones particulares de la presente invención, el dispositivo 12 de almacenamiento de energía pueden consistir en ultra condensadores también conocidos como supercondensadores o condensadores eléctricos o electroquímicos de doble capa (EDLCs). Estos son condensadores electroquímicos que tienen una densidad de energía inusualmente alta cuando se comparan con condensadores comunes: típicamente del orden de miles de veces mayores que un condensador electrolítico de alta capacidad. Los valores típicos de capacidad pueden estar en la gama de unos pocos faradios a unos pocos miles de faradios. En realizaciones alternativas, los dispositivos 12 de almacenamiento de energía recargables pueden ser baterías, por ejemplo baterías de alta densidad de energía, tal como por ejemplo baterías de litio o de ion litio (Lilon). Se pueden usar del mismo modo otras clases de dispositivos de almacenamiento de energía recargables. Las aplicaciones preferidas son en los sectores de dispositivos de alisamiento de energía y dispositivos de carga momentánea, los cuales requieren potencias instantáneas muy altas en comparación con el valor medio de los índices de potencia.

50

55

60 Conforme a realizaciones de la presente invención, cada dispositivo 12 de almacenamiento de energía recargable tiene una tensión operativa limitada, por ejemplo entre 2 y 4 voltios. Con el fin de obtener una tensión operativa útil de, por ejemplo, unas pocas decenas a unos pocos cientos de voltios o incluso más, útil por ejemplo como fuente de energía en aplicaciones a vehículos, una pluralidad, y a veces un gran número, de dispositivos 12 de almacenamiento de energía recargables necesitan ser acoplados en serie. Ligeras diferencias entre los dispositivos 12 de almacenamiento de energía en una cadena o acoplamiento en serie, pueden producir desequilibrios en las tensiones de celda, lo que puede reducir considerablemente la capacidad de carga.

65

Con el fin de mitigar esto, un sistema 10 de almacenamiento de energía recargable conforme a realizaciones de la presente invención comprende también un sistema 13 para equilibrio de carga a través de la pluralidad de dispositivos 12 de almacenamiento de energía recargables.

5 El sistema 13 para equilibrar la carga comprende un generador 14 de señales de AC para cargar o descargar uno o más de la pluralidad de dispositivos 12 de almacenamiento de energía recargables. El sistema 13 comprende además una pluralidad de unidades 15 de equilibrio. Cada unidad 15 de equilibrio está asignada a uno de los dispositivos 12 de almacenamiento de energía recargables. Para un rendimiento óptimo, cada dispositivo 12 de almacenamiento de energía recargable tiene asignada una unidad 15 de equilibrio.

10 Cada dispositivo 12 de almacenamiento de energía en la cadena 11 está dotado de un primer terminal 16, el cual constituye su terminal positivo, y de un segundo terminal 17 que es su terminal negativo. Los dispositivos 12 de almacenamiento de energía están conectados en la cadena 11 de tal modo que un terminal 16 positivo de un primer dispositivo 12 de almacenamiento de energía está acoplado a un terminal 17 negativo de un segundo dispositivo de almacenamiento de energía, y así sucesivamente. El terminal 17 negativo del primer dispositivo 12 de almacenamiento de energía de la cadena y el terminal 16 positivo del último dispositivo 12 de almacenamiento de energía de la cadena, son accesibles desde el exterior.

15 Una unidad 15 de equilibrio según realizaciones de la presente invención, ha sido ilustrada esquemáticamente en un formato a mayor escala en la Figura 2. Ésta tiene un primer puerto S+ de entrada de datos y un segundo puerto S- de entrada de datos. El primer y el segundo terminales 16, 17 de un dispositivo 12 de almacenamiento de energía están conectados al primer y al segundo puertos S+, S- de entrada de datos de la unidad 15 de equilibrio asignada a ese dispositivo 12 de almacenamiento de energía, de modo que el terminal 16 positivo del dispositivo 12 de almacenamiento de energía está conectado al primer puerto S+ de entrada de datos y el terminal 17 negativo del dispositivo 12 de almacenamiento de energía está conectado al segundo puerto S- de entrada de datos. La unidad 20 25 15 de equilibrio está adaptada para medir un parámetro eléctrico instantáneo del dispositivo 12 de almacenamiento de energía asociado, por ejemplo la tensión a través de los dos puertos S+ y S- de entrada de datos. Con el fin de lograr esto, la unidad 15 de equilibrio está dotada de circuitería de medición adecuada. En una realización de la presente invención, esta circuitería de medición es una entrada analógica de un convertidor 21 de analógico a digital del microcontrolador 18 local presente en la unidad 15 de equilibrio. A partir de la tensión medida, se puede calcular un valor de carga como $q = C \cdot V$. Alternativamente, el parámetro eléctrico instantáneo a ser medido puede ser la corriente. A partir de la corriente medida, se puede calcular un valor de carga como la integral de corriente a través del tiempo.

30 La unidad 15 de equilibrio conforme a realizaciones de la presente invención comprende además un terminal P de entrada para recibir una señal de entrada. Este terminal de entrada está conectado eléctricamente, a través de un primer conmutador SW1 y de un segundo conmutador SW2, al primer y al segundo puertos S+ y S- de entrada de datos, respectivamente. La señal de entrada se recibe desde el generador 14 de señales de AC. La unidad 15 de equilibrio está adaptada para actuar el primer y el segundo conmutadores SW1, SW2 en función del nivel de tensión en el terminal P de entrada. Esta actuación de los conmutadores SW1, SW2 está controlada por un controlador 18 local.

35 Los conmutadores SW1 y SW2 pueden ser implementados mediante cualquier implementación adecuada. Ejemplos de conmutadores pueden ser TRIACs o transistores tal como los transistores bipolares, MOSFETs. Los conmutadores SW1 y SW2 funciona como un rectificador; éstos determinan la dirección de la corriente a través del dispositivo de almacenamiento de energía dependiendo de la necesidad de carga, de descarga o dejando el dispositivo de almacenamiento de energía sin modificar. En realizaciones alternativas de la presente invención los conmutadores S1, S2 pueden ser implementados mediante diodos D1, D2, según se ha ilustrado en la Figura 5. Un conmutador adicional, que puede ser implementado por medio de cualquier dispositivo adecuado, ilustrado por medio de un transistor T en la Figura 5, puede estar previsto a efectos de cambiar la dirección de la corriente a través de los diodos en función de la instrucción para cargar, descargar o dejar el dispositivo de almacenamiento de energía son modificar, y en función de la polaridad de la señal en el terminal P de entrada de la unidad 15 de equilibrio.

40 Una unidad 15 de equilibrio conforme a realizaciones de la presente invención, realiza al menos las siguientes funciones:

- medición de un parámetro eléctrico instantáneo, por ejemplo la tensión a través los puertos S+, S- de entrada de datos del dispositivo 12 de almacenamiento de energía asociado, y
- actuación de los conmutadores SW1, SW2 en función del nivel de tensión recibido desde el generador 14 de señales de AC en el terminal P de entrada.

45 Conforme a realizaciones de la presente invención, todas las unidades 15 de equilibrio del sistema 13 para equilibrio, están acopladas al generador 14 de señales de AC. Este generador 14 de señales de AC puede ser un generador de ondas de bloque, una fuente de señales sinusoidales, un generador de diente de sierra, o cualquier otro tipo de generador de señales de AC. Resulta ventajoso que el generador 14 de señales de AC sea un

generador de señales de alta frecuencia, dado que esto reduce el tamaño de la componente. Un generador de señales sinusoidales resulta más eficiente, tiene corrientes de pico bajas y por tanto baja generación de calor, y no presenta sustancialmente ninguna pérdida de conmutación. Sin embargo, un generador de ondas de bloque es más fácil de implementar que un generador de señales sinusoidales. El generador 14 de señales de AC puede ser alimentado desde una fuente externa (no representada), por ejemplo un cargador, o desde la cadena 11 serie de dispositivos 12 de almacenamiento de energía. El generador 14 de señales de AC puede estar controlado por el controlador 20 principal. Resulta ventajoso tener un único generador 14 de señales de AC para el sistema 13 de equilibrio. Esto es diferente de las soluciones de la técnica anterior donde se requiere un generador de señales de AC en cada unidad de equilibrio.

Conforme a realizaciones de la presente invención, se proporciona una pluralidad de generadores de señales de AC (no representados), y la pluralidad de unidades de equilibrio están reunidas en grupos, estando las unidades de equilibrio de un grupo agrupadas a uno de los generadores de señales de AC. También en este caso se puede decir que el sistema para equilibrio comprende un único generador de señales de AC, formando el generador de señales y el grupo de unidades de equilibrio conectadas al mismo el sistema para el equilibrio. No se requiere ningún generador de señal en las unidades de equilibrio. Ventajosamente, se puede usar una señal desplazada en fase sincrónicamente para reducir el rizado en la fuente de alimentación 22 local.

Conforme a realizaciones de la presente invención, las unidades 15 de equilibrio están acopladas al generador de señales de AC por medio de un condensador 19. El acoplamiento capacitivo proporcionado por el condensador 19 se usa para bloquear tensiones de modo común. Esto es necesario debido a que los dispositivos 12 de almacenamiento de energía están a niveles de potencial diferentes y variables.

Las unidades 15 de equilibrio, o en su caso el sistema 13 para equilibrio, funcionan como sigue. Cada circuito 15 de equilibrio mide en primer lugar un parámetro eléctrico instantáneo local del dispositivo 12 de almacenamiento de energía asociado, por ejemplo la tensión local a través de su primer y segundo terminales 16, 17, es decir, la tensión a través del dispositivo 12 de almacenamiento de energía asociado. Conforme a realizaciones de la presente invención, esta medición puede ser realizada por medio un método y un dispositivo como los descritos en el documento WO 2006/058394. Conforme a realizaciones de la presente invención, la medición puede ser llevada a cabo por medio de un convertidor AD, por ejemplo un convertidor 21 AD que forma parte de un controlador 18 local, que es local en la unidad 15 de equilibrio.

Conforme a realizaciones de la presente invención, un circuito de medición puede digitalizar los valores medidos, por ejemplo tensiones, y transmitirlos a un controlador 18 local. El valor del parámetro medido, por ejemplo la tensión, determina si la celda 12 está operativa en una región en donde se requiere la carga o la descarga. El valor del parámetro medido, por ejemplo la tensión, se compara con un valor de referencia local correspondiente, por ejemplo la tensión, que puede estar almacenado en el controlador 18 local, en un controlador 20 principal o en una memoria asociada (no representada). Esta comparación identifica si la celda 12 necesita carga o descarga. Si el valor del parámetro medido, por ejemplo la tensión, supera el valor de referencia local, por ejemplo la tensión, en al menos un primer valor de umbral predeterminado, la celda 12 necesita descarga, y si el valor del parámetro medido, por ejemplo la tensión, es al menos un segundo valor de umbral predeterminado por debajo del valor de referencia, por ejemplo la tensión, la celda 12 necesita carga. El primer y el segundo valores de umbral pueden ser iguales. En realizaciones alternativas, estos pueden ser diferentes. Como ejemplo, los valores de umbral pueden ser tensiones de alrededor de 100 mV.

Cuando la comparación determina que una celda 12 necesita ser cargada, el controlador 18 acciona el primer y el segundo conmutadores SW1, SW2 de esa celda 12, como sigue:

- cuando la señal aplicada al terminal P de entrada está a nivel alto, el primer conmutador SW1 se cierra y el segundo conmutador SW2 se abre, y
- cuando la señal aplicada al terminal P de entrada está a nivel bajo, el primer conmutador SW1 se abre y el segundo conmutador SW2 se cierra.

Lo que ocurre al hacer esto ha sido ilustrado esquemáticamente en la Figura 3 para una cadena 11 que comprende solamente cuatro dispositivos 12.1, 12.2, 12.3 y 12.4 de almacenamiento de energía, de los que solamente el dispositivo 12.4 de almacenamiento de energía necesita carga. Puesto que los otros dispositivos 12.1, 12.2, 12.3 de almacenamiento de energía no necesitan carga ni descarga, el primer y el segundo conmutadores SW1, SW2 en sus respectivas unidades 15 de equilibrio asociadas se abren, y por lo tanto no se han ilustrado puesto que no fluiría ninguna corriente a través de estas unidades de equilibrio. Durante una fase positiva de la señal de AC aplicada generada por el generador 14 de señales de AC, circula corriente a través del acoplamiento 19 capacitivo, a través del conmutador SW1 cerrado de la unidad 15 de equilibrio asociada al dispositivo 12.4 de almacenamiento de energía que necesita carga, y a través de todos los dispositivos 12.4, 12.3, 12.2 y 12.1 de almacenamiento de energía en la cadena 11, según se ha ilustrado mediante la flecha etiquetada con I*. Durante una fase negativa de la señal de AC aplicada generada por el generador 14 de señales de AC, circula corriente a través de los dispositivos 12.1, 12.2, 12.3 de almacenamiento de energía, a través del conmutador SW2 cerrado de la unidad 15 de equilibrio asociada al dispositivo 12.4 de almacenamiento de energía que necesita carga, y a través del acoplamiento 19

capacitivo de vuelta al generador 14 de señales de AC, según se ha indicado mediante la flecha I'. Se puede apreciar que se obtiene un efecto de carga neta a nivel del dispositivo 12.4 de almacenamiento de energía que necesitaba carga.

5 De forma similar, cuando la comparación determina que una celda 12 necesita ser descargada, el controlador 18 activa el primer y el segundo conmutadores SW1, SW2 de esa celda 12 como sigue:

- cuando la señal aplicada al terminal P de entrada está a nivel bajo, el primer conmutador SW1 se cierra y el segundo conmutador SW2 se abre, y
- 10 • cuando la señal aplicada al terminal P de entrada está a nivel alto, el primer conmutador SW1 se abre y el segundo conmutador SW2 se cierra.

Al hacer esto, se obtiene un efecto de descarga neta de la celda 12.

15 Cuando una celda 12 no necesita carga ni descarga alguna, tanto el primer con el segundo conmutadores de la unidad 15 de equilibrio asociada se abren.

20 El accionamiento del primer y segundo conmutadores SW1, SW2 de esta manera en una unidad 15 de equilibrio permite transferir carga desde el generador de señales de AC hasta el dispositivo 12 de almacenamiento de energía asociado o viceversa. El accionamiento de los conmutadores SW1, SW2 en dos unidades 15 de equilibrio diferentes, uno en modo de carga y el otro en modo de descarga, permite transferir carga desde un dispositivo 12 de almacenamiento de energía al otro. Por lo tanto, la tensión de las celdas individuales con una tensión baja puede ser incrementada, y la tensión de celdas individuales con una tensión alta puede ser disminuida.

25 Debido al acoplamiento 19 capacitivo de las unidades 15 de equilibrio individuales, puede tener lugar una transferencia de carga entre cualquier dispositivo 12 de almacenamiento de energía y el generador 14 de señales de AC, o entre dos cualesquiera de los dispositivos 12 de almacenamiento de energía con independencia de su potencial en cada uno con respecto al otro. En otras palabras, se puede bombear carga desde un potencial bajo a uno alto si es necesario.

30 El primer y el segundo conmutadores SW1, SW2 de la unidad 15 de equilibrio pueden ser accionados por medio de un controlador 18 local, por ejemplo un microcontrolador. Esto puede arrastrar potencia desde un terminal P de entrada mediante la rectificación de la señal de AC, por ejemplo una onda de bloque.

35 La señal de AC, por ejemplo una onda de bloque, procedente del generador 14 de señales aparece en el terminal P de entrada de la unidad 15 de equilibrio al potencial de modo común correcto dado que el modo común fue bloqueado por el condensador 19. Ésta es una señal de AC ordinaria incluso aunque pueda ser distorsionada por el condensador 19. Así, ésta puede ser rectificadora, por ejemplo mediante un puente de diodos convencional seguido de un condensador de filtro y un regulador, para formar una fuente de alimentación 22 muy clásica para el controlador 18 local.

45 Conforme a realizaciones de la presente invención, las decisiones sobre la carga o la descarga de dispositivos de almacenamiento de energía o en dispositivos de almacenamiento de energía que se mantienen sin cambios, pueden ser adoptadas localmente en las unidades 15 de equilibrio, por ejemplo mediante los controladores 18 locales.

50 Conforme a realizaciones alternativas de la presente invención, una unidad 15 de equilibrio tiene además un terminal C de control adaptado para ser usado para comunicación entre el controlador 18 local de la unidad de equilibrio y un controlador 20 principal del sistema 13 para equilibrio. El controlador 20 principal puede ser una unidad de computación en la que se ejecuta un programa de software específico. Esta unidad de computación evalúa datos recopilados desde los controladores 18 locales y retransmite comandos a los controladores locales en base a los resultados de la evaluación. Los datos a intercambiar entre los controladores 18 locales y el controlador principal pueden estar limitados a la tensión instantánea real del dispositivo 12 de almacenamiento de energía asociado a la unidad 15 de equilibrio, según se miden durante la etapa de medición, los cuales se envían desde el controlador 18 local hasta el controlador 20 principal, y un comando para cargar, descargar o dejar la célula sin modificar, el cual se envía desde el controlador 20 principal hasta los controladores 18 locales. El controlador 18 local puede comunicar también con el controlador 20 principal si su dispositivo 12 de almacenamiento de energía asociado está operando en su ventana operativa normal. Esto puede ser importante puesto que los dispositivos 12 de almacenamiento de energía no pueden ser cargados por encima de su tensión operativa máxima, ni pueden ser descargados por debajo de su tensión operativa mínima. La comunicación de datos entre los controladores 18 locales y el controlador 20 principal puede tener lugar a través de un bus de datos, con preferencia un único bus común de datos que conecta todas las unidades 15 de equilibrio y el controlador 20 principal, tal como por ejemplo un bus CAN. Sobre este bus de datos, el controlador 20 principal puede ser un maestro y los controladores 18 locales pueden ser los esclavos. El controlador 20 principal puede iniciar todas las comunicaciones con todos los controladores 18 locales de manera simultánea o con un controlador 18 local individual.

65 El controlador 20 principal puede estar adaptado para controlar el generador 14 de señales de AC, para generar la

señal de AC.

Durante un ciclo de equilibrio (carga o descarga), el controlador 20 principal solicita un nuevo conjunto de mediciones desde cada uno de los controladores 18 locales, y designa las celdas 12 a ser igualadas con una frecuencia predeterminada, por ejemplo cada 10 s.

Entre dos momentos de decisión, la tensión a través del dispositivo de almacenamiento de energía puede variar considerablemente, por ejemplo en automoción debido a un frenado o una aceleración de un vehículo a motor. Esto no es un problema en las realizaciones de la presente invención; el equilibrio sigue siendo llevado a cabo con un mismo nivel de corriente, independiente de la tensión instantánea a través del dispositivo de almacenamiento de energía. Esto significa que, una vez que se ha iniciado el equilibrio (con un nivel de corriente predeterminado), se conoce el momento final de carga o de descarga, y se puede programar un siguiente momento de decisión. Esto es independiente del uso de los dispositivos de almacenamiento de energía.

Debe apreciarse que el equilibrio según realizaciones de la presente invención no significa necesariamente que todas las tensiones a través de los dispositivos 12 de almacenamiento de energía se hagan iguales. En realizaciones particulares, cuando se requiere equilibrar una cadena 11 de ultra condensadores 12, la cantidad máxima de energía puede ser almacenada en la cadena 11 cuando, durante la carga, todos los condensadores 12 alcanzan su tensión máxima de forma simultánea. Cuando se equilibra a una tensión más baja, la tensión objetivo para una celda 12 individual es una función de la capacidad de esa celda 12 individual. El sistema 13 de equilibrio conforme a realizaciones de la presente invención permite realizar el equilibrio a cualquier tensión arbitraria y no implica que las tensiones a través de los dispositivos 12 de almacenamiento de energía deban ser iguales en algún punto. Esto es ventajoso ya que permite que cada celda individual, y por lo tanto la cadena en su totalidad, almacenen la máxima cantidad de energía posible.

El método y el dispositivo de equilibrio conforme a realizaciones de la presente invención, permiten obtener protección frente a sobretensiones y subtensiones. Resulta ventajoso que un sistema 15 de equilibrio, según realizaciones de la presente invención, proporcione tal protección frente a sobretensiones y subtensiones, sin que se requieran accesorios de hardware suplementarios. Además, un sistema 13 de equilibrio conforme a realizaciones de la presente invención puede funcionar mejor con respecto a protección contra sobretensiones y subtensiones que las soluciones particulares de la técnica anterior.

Como ejemplo se considera una cadena 11, en la que 100 dispositivos 12 de almacenamiento de energía están conectados en serie, teniendo cada uno de ellos un nivel máximo de tensión de 3 voltios. Todos los dispositivos 12 de almacenamiento de energía están a un nivel de tensión de 2 voltios, excepto uno (denominado además "el dispositivo de almacenamiento de energía más alto") que está a un nivel de tensión de 2,5 voltios. La tensión total a través de la cadena 11 es de 200,5 voltios. La tensión máxima de la cadena, si todos los dispositivos 12 de almacenamiento de energía se comportaran igual y estuvieran al mismo nivel de tensión en todo momento, sería de 300 voltios. Por lo tanto, la cadena total carece de una tensión de 99,5 voltios, y si se aplicara una cantidad igual a cada uno de los dispositivos 12 de almacenamiento de energía, entonces esto significa que cada dispositivo 12 de almacenamiento de energía debería ser cargado con 0,995 voltios. Sin embargo, si el dispositivo 12 de almacenamiento de energía más alto (a 2,5 voltios) se carga encima con 0,995 voltios, su nivel de tensión excedería el nivel máximo de tensión permitido para ese dispositivo 12 de almacenamiento de energía. Ahora, si se sabe que el nivel de tensión del dispositivo de almacenamiento de energía más alto (2,5 voltios), se puede determinar que este dispositivo de almacenamiento de energía más alto solamente le faltan 0,5 voltios hasta el máximo nivel de tensión. Si se añaden 0,5 voltios a cada uno de los 100 dispositivos 12 de almacenamiento de energía, el total de la cadena es de 250,5 voltios, y el nivel de tensión del dispositivo de almacenamiento de energía más alto es de 3 voltios, de modo que no ocurre ninguna sobretensión. Por lo tanto, comunicando a un sistema de carga (que puede ser, por ejemplo, un sistema de frenado) el nivel de tensión del dispositivo de almacenamiento de energía más alto de la cadena, se prevén las sobretensiones, incluso aunque no se haya producido aún ningún equilibrio.

La Figura 4 ilustra resultados de simulación, que simulan la carga de un ultra condensador de 350 Faradios con un circuito de equilibrio según la presente invención. Los resultados de la simulación muestran una curva de carga con dos amplitudes diferentes para la señal de AC aplicada, en particular una onda de bloque de 12 voltios de amplitud y una onda de bloque de 24 voltios de amplitud.

Una forma de onda de carga típica ha sido ilustrada en la Figura 6. Durante el pulso de pico, se cargan los dispositivos de almacenamiento de energía. A título de ejemplo solamente, se puede alcanzar un valor medio de corriente de carga de 100 mA con el circuito de equilibrio según las realizaciones de la presente invención, o por ejemplo haciendo uso del circuito de equilibrio de la Figura 5, el cual no cae dentro del alcance de las reivindicaciones.

La Tabla 1 proporciona un ejemplo de resultados de carga del circuito de equilibrio de la Figura 5. Con una tensión a través de los dispositivos 12 de almacenamiento de energía de 2 voltios, y una tensión PWM de 12 voltios, el valor medio de la corriente de carga es de alrededor de 60 mA; con un pulso de PWM de 24 voltios, el valor medio de la corriente de carga es de 120 mA.

Tensión de pulso de PWM	Corriente media de carga con tensión a través del dispositivo de almacenamiento de tensión de 2 voltios
12 V	60 mA
24 V	120 mA

5 Mientras que la invención ha sido ilustrada y descrita con detalle en los dibujos y la descripción que antecede, tales ilustración y descripción deben ser consideradas como ilustrativas o ejemplares y no como restrictivas. La invención no se limita a las realizaciones descritas.

10 Por ejemplo, es posible operar la invención de una realización en la que se sustituye SW1 por un diodo que conduce la corriente hacia S+ en serie con un transistor PNP y un circuito de descarga construido de una manera similar, y SW2 se sustituye por un diodo que conduce la corriente hacia fuera de S-. En este caso, el transistor es conmutado a conducción cuando una celda necesita carga, y los diodos conducen la corriente durante los ciclos apropiadas de la onda 14 de bloque.

15 Se pueden entender otras variaciones en las realizaciones divulgadas y pueden ser efectuadas por expertos en la materia durante la puesta en práctica de la invención reivindicada, a partir de un análisis de los dibujos, de la descripción y de las reivindicaciones anexas. En las reivindicaciones, la palabra "comprender" no excluye otros elementos o etapas. Un solo procesador u otra unidad puede cumplir las funciones de varios elementos de los citados en las reivindicaciones. Un programa informático puede ser almacenado/distribuido sobre un soporte adecuado, tal como un soporte de almacenamiento óptico o un soporte de estado sólido suministrado junto con, o como parte de, otro hardware, pero que también puede ser distribuido de otras formas, tal como a través de Internet o de otros sistemas de telecomunicaciones cableadas o inalámbricas. Cualquier signo de referencia incluido en las
20 reivindicaciones no debe ser entendido como limitativo del alcance de las mismas.

25 La descripción que antecede detalla algunas realizaciones de la invención. Se podrá apreciar, sin embargo, que no importa el nivel de detalle con el que aparezca lo anterior en el texto, pudiendo ser puesta en práctica la invención de muchas maneras.

REIVINDICACIONES

1.- Un sistema (13) para equilibrio de carga a través de una pluralidad de dispositivos (12) de almacenamiento de energía recargables conectados en serie, comprendiendo el sistema (13):

- 5 - una pluralidad de unidades (15) de equilibrio, cada una de ellas asignada a uno de los dispositivos (12) de almacenamiento de energía recargables,
- 10 - un generador (14) de señales de AC para proporcionar una señal de AC a la pluralidad de unidades (15) de equilibrio para equilibrar la carga en sus dispositivos (12) de almacenamiento de energía recargables asignados,
- un acoplamiento (19) capacitivo entre el generador (14) de señales de AC y cada una de la pluralidad de unidades (15) de equilibrio para bloqueo de como común,

en donde cada unidad (15) de equilibrio comprende un primer conmutador (SW1), dispuesto para conectar o desconectar un terminal positivo del dispositivo (12) de almacenamiento de energía recargable asignado a, o desde, el generador (14) de señales de AC, y un segundo conmutador (SW2, D2) dispuesto para conectar o desconectar un terminal negativo del dispositivo (12) de almacenamiento de energía recargable asignado a, o desde, el generador (14) de señales de AC siendo la masa la trayectoria de retorno y además sin que se proporcione ninguna conexión de realimentación general de masa común entre el apilamiento de dispositivos (12) de almacenamiento de energía y el generador (14) de señales de AC, y un controlador (18) configurado para controlar el primer y el segundo conmutadores (SW1, SW2) con el fin de transferir carga, si el dispositivo (12) de almacenamiento de energía al que se ha asignado una de las unidades (15) de equilibrio necesita ser cargado, desde el generador (14) de señales de AC o desde un dispositivo (12) de almacenamiento de energía asignado a otra unidad de equilibrio por medio del cierre de dicho primer conmutador y la apertura de dicho segundo conmutador cuando la señal aplicada desde el generador de señales de AC está a nivel alto, y la apertura de dicho primer conmutador y el cierre de dicho segundo conmutador cuando la señal aplicada desde el generador de AC está a nivel bajo y, si el dispositivo (12) de almacenamiento de energía al que está asignada dicha una de las unidades (15) de equilibrio necesita ser descargado, con el fin de transferir carga al generador (14) de señales de AC o a un dispositivo (12) de almacenamiento de energía asignado a otra unidad de equilibrio para descargar el dispositivo (12) de almacenamiento de energía asignado a dicha una de las unidades (15) de equilibrio por medio de la apertura de dicho primer conmutador y el cierre de dicho segundo conmutador cuando la señal aplicada desde el generador de señales de AC está a nivel alto y el cierre de dicho primer conmutador y la apertura de dicho segundo conmutador cuando la señal aplicada desde el generador de señales de AC está a nivel bajo.

2.- Un sistema (13) según la reivindicación 1, en donde dicho primer conmutador (SW1) se implementa por medio de un circuito de carga y descarga, comprendiendo dicho circuito de carga un primer diodo (D1) en serie con un transistor (T) y estando dicho circuito de descarga construido de una forma similar al circuito de carga, y en donde dicho segundo conmutador (SW2, D2) está implementado por medio de un segundo diodo (D2).

3.- Un sistema (13) según la reivindicación 1, en donde dichos primer y segundo conmutadores (SW1, SW2) comprenden TRIACs o transistores.

4.- Un sistema (13) según la reivindicación 1 o 2 o 3, que comprende además un comparador para comparar un parámetro eléctrico instantáneo del dispositivo (12) de almacenamiento de energía recargable con un parámetro de referencia correspondiente.

5.- Un sistema (13) según la reivindicación 4 como dependiente de la reivindicación 1, en donde el controlador (18) está adaptado para controlar el primer y el segundo conmutadores (SW1, SW2) en base a una señal generada por el comparador.

6.- Un sistema (13) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un controlador (20) principal para controlar cuales de los dispositivos (12) de almacenamiento de energía recargables necesitan ser equilibrados.

7.- Un sistema (13) según la reivindicación 6, que comprende además un bus de datos para comunicación entre un controlador (18) local y el controlador (20) principal.

8.- Un sistema (13) según la reivindicación 6 o 7, en donde el controlador (20) principal está adaptado para proteger los dispositivos (12) de almacenamiento de energía recargables contra sobretensiones y/o subteniones.

9.- Un sistema (13) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, incorporado en un sistema (10) de almacenamiento de energía recargable.

10.- Un sistema (13) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema comprende un único generador (14) de señales de AC, común a la pluralidad de circuitos de equilibrio.

11.- Un método de equilibrio de la carga de dispositivos (12) de almacenamiento de energía recargables que tienen dos terminales (16, 17) y que están acoplados en serie, comprendiendo el método:

- 5 - medir un parámetro eléctrico instantáneo a través de los terminales (16, 17) de un dispositivo (12) de almacenamiento de energía particular,
- comparar el parámetro eléctrico medido con un valor de parámetro predeterminado,
- 10 - dependiendo del resultado de la comparación, transferir carga al, o hacia fuera del, dispositivo (12) de almacenamiento de energía particular mediante la actuación de un primer conmutador (SW1) para conectar o desconectar un terminal positivo del dispositivo (12) de almacenamiento de energía recargable particular a, o desde, un generador (14) de señales de AC, y un segundo conmutador (SW2, D2) para conectar o desconectar un terminal negativo del dispositivo (12) de almacenamiento de energía recargable particular a, o desde, el generador (14) de señales de AC,

15 en donde la transferencia de carga comprende proporcionar una señal de AC a una unidad de equilibrio acoplada al dispositivo de almacenamiento de energía recargable particular, teniendo lugar la transferencia de carga a través de una sola línea, formando la masa la trayectoria de retorno, aplicando la unidad de equilibrio la señal de AC al dispositivo de almacenamiento de energía recargable particular o sin que dependa del signo de la señal de AC ni del resultado de la comparación, transferir la carga incluyendo bloqueo de modo común por acoplamiento capacitivo, comprendiendo además controlar el primer conmutador (SW1) con el fin de transferir carga, si el dispositivo (12) de almacenamiento de energía al que está asignada una de las primeras unidades (15) de equilibrio necesita ser cargado, desde el generador (14) de señales de AC o desde un dispositivo (12) de almacenamiento de energía asignado a otra unidad de equilibrio por medio del cierre de dicho primer conmutador y de la apertura de dicho segundo conmutador cuando la señal aplicada desde el generador de señales de AC está a un nivel alto, y la apertura de dicho primer conmutador y el cierre de dicho segundo conmutador cuando la señal aplicada desde el generador de AC está a nivel bajo y, si el dispositivo (12) de almacenamiento de energía al que está asignada dicha una de las unidades (15) de equilibrio necesita ser descargado, con el fin de transferir carga al generador (14) de señales de AC o a un dispositivo (12) de almacenamiento de energía asignado a otra unidad de equilibrio para descargar el dispositivo (12) de almacenamiento de energía asignado a una de las unidades (15) de equilibrio por medio de la apertura de dicho primer conmutador y el cierre de dicho segundo conmutador cuando la señal aplicada desde el generador de señales de AC está a nivel alto y mediante el cierre de dicho primer conmutador y la apertura de dicho segundo conmutador cuando la señal aplicada desde el generador de señales de AC está a nivel bajo.

12.- Un método según la reivindicación 11, donde dicho primer conmutador (SW1) está implementado por medio de un circuito de carga y de descarga, comprendiendo dicho circuito de carga un primer diodo (D1) en serie con un transistor (T) y estando dicho circuito de descarga construido de una forma similar al circuito de carga y en el que dicho segundo conmutador (SW2, D2) está implementado por medio de un segundo diodo (D2).

13.- Un método según la reivindicación 11, en donde dichos primer y segundo conmutadores (SW1, SW2) comprenden TRIACs o transistores.

40

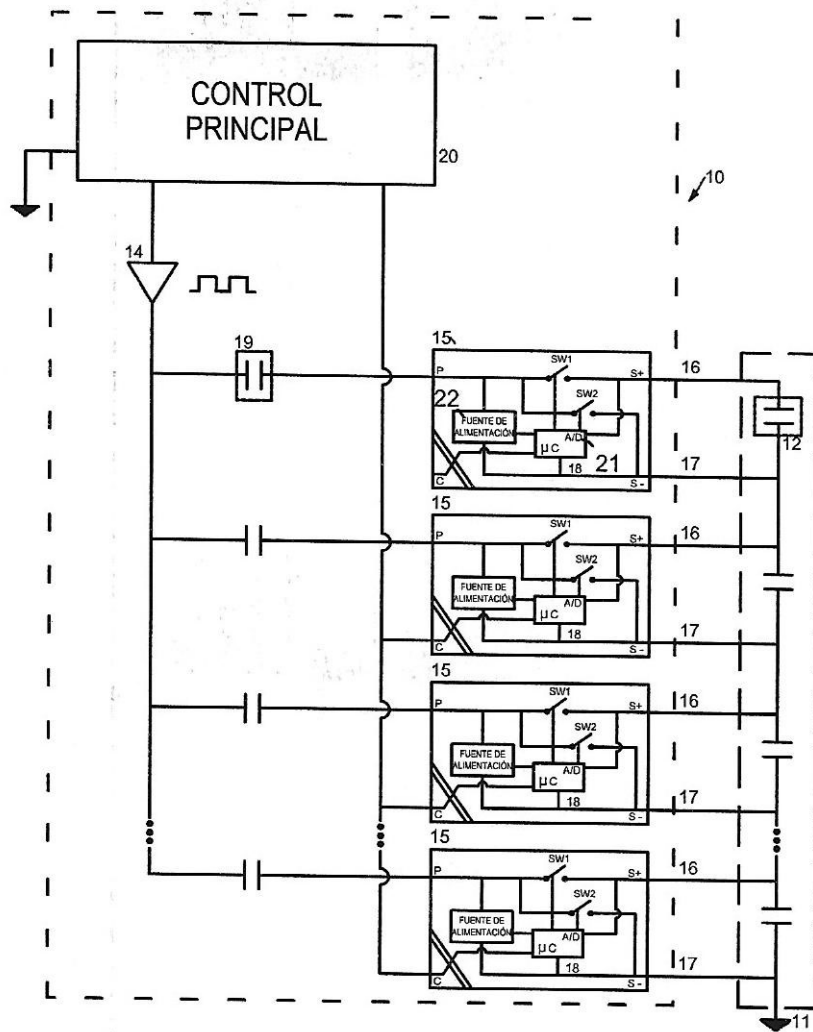


FIG.1

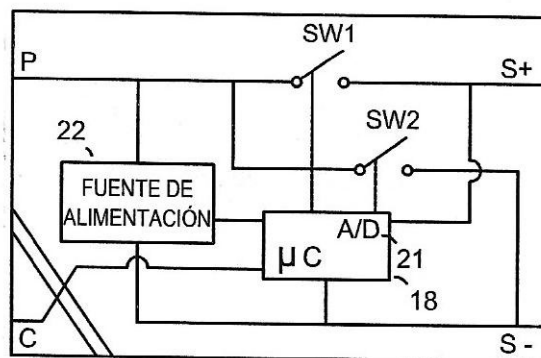


FIG.2

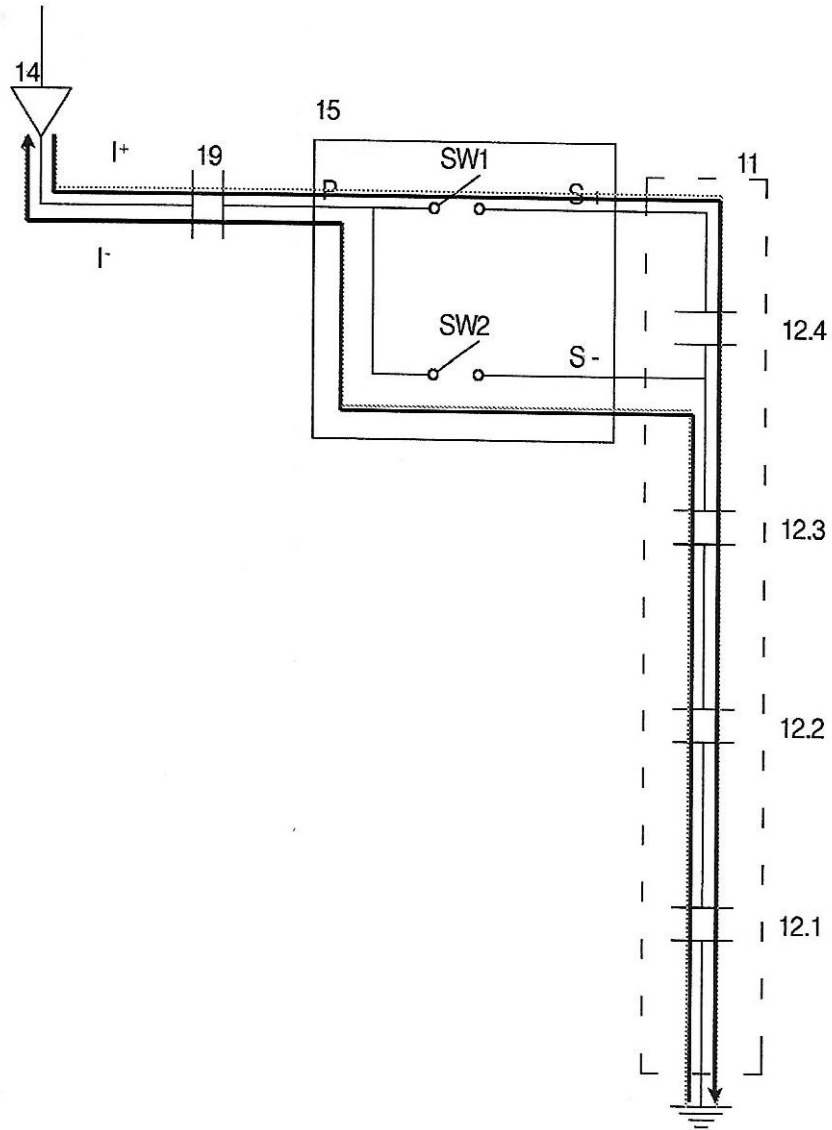


FIG.3

Cargar 350F UC con circuito de equilibrio

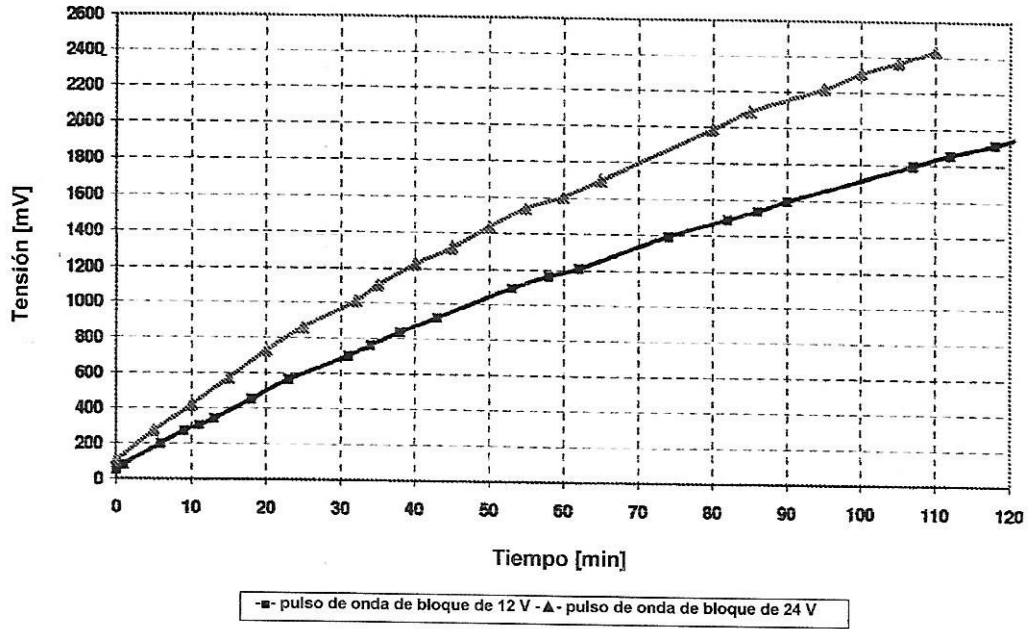


FIG.4

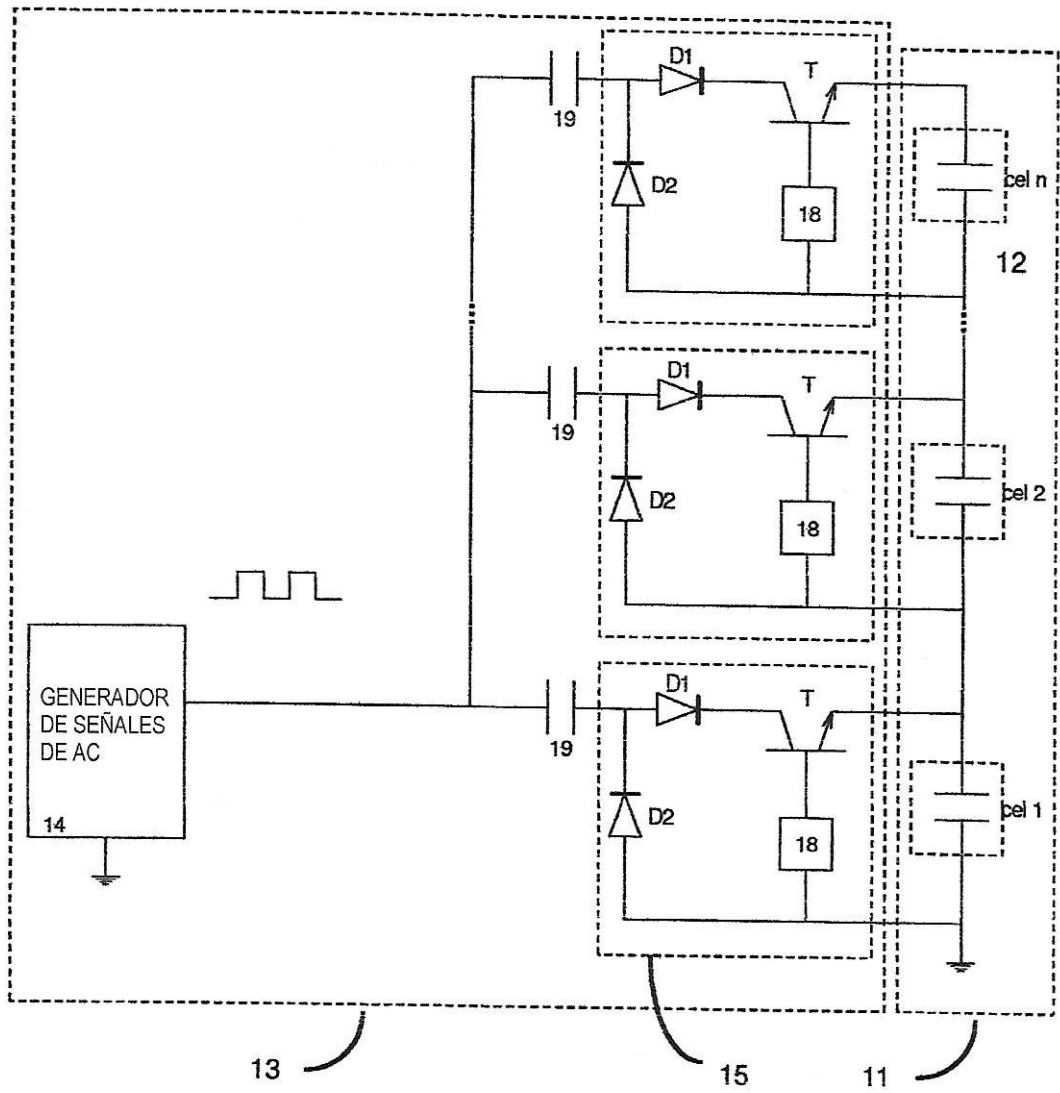


FIG.5

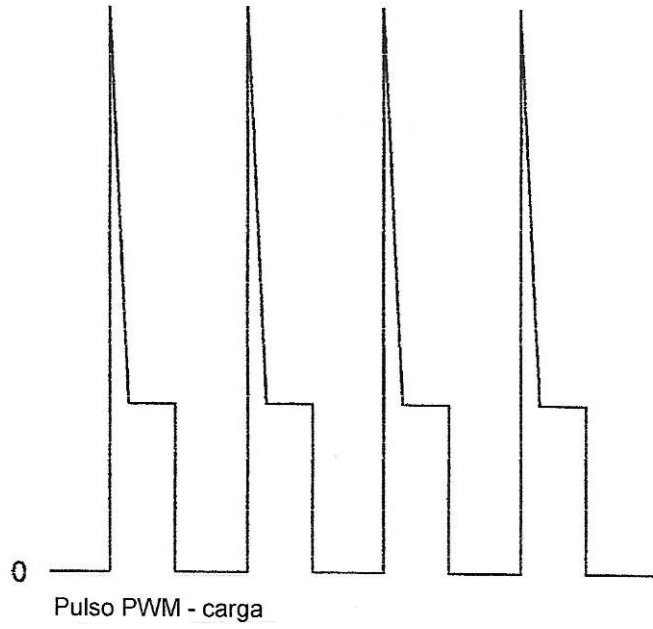


FIG.6