

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 171**

51 Int. Cl.:

**H02J 7/00** (2006.01)

**B60L 11/18** (2006.01)

**H01G 9/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2011** **E 11161438 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016** **EP 2408086**

54 Título: **Disposición de almacenamiento de energía**

30 Prioridad:

**28.05.2010 DE 102010029427**

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

**05.06.2017**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**80333 München , DE**

72 Inventor/es:

**KLEFFEL, RÜDIGER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 615 171 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

## Disposición de almacenamiento de energía

La invención se refiere a una disposición de almacenamiento de energía con al menos dos módulos de almacenamiento conectados eléctricamente en serie, que presentan en cada caso un gran número de células de almacenamiento conectadas eléctricamente en serie.

Tales módulos de almacenamiento presentan como células de almacenamiento células acumuladoras o condensadores de doble capa. Los acumuladores y condensadores de doble capa son almacenadores de carga recargables, que en estado cargado pueden poner a disposición potencia eléctrica para una carga. La tensión, a la que se pone a disposición esta potencia, depende del tipo del almacenador de carga. En el caso de los acumuladores de iones de litio, esta tensión se encuentra en el intervalo de aproximadamente 3,3 V y en el caso de los condensadores de doble capa a aproximadamente 2,5 V. Para alimentar cargas, que necesitan tensiones de alimentación más altas, se conoce el hecho de conectar en serie varias células de almacenamiento para dar una disposición de células de almacenamiento. A este respecto, la tensión de alimentación proporcionada por una disposición de células de almacenamiento de este tipo corresponde a la suma de las tensiones de célula individuales de las células de almacenamiento conectadas en serie.

Debido a tolerancias de capacidad inevitables, durante la carga de las células de almacenamiento conectadas en serie se producen diferentes tensiones de las células de almacenamiento de una disposición de células de almacenamiento, que en lo sucesivo se denominará módulo de almacenamiento. Para poder aprovechar de manera óptima la capacidad de las células de almacenamiento de un módulo de almacenamiento para el almacenamiento de energía, debe alcanzarse mediante una compensación de carga una distribución de tensión uniforme, también denominada distribución de tensión simétrica, de las células de almacenamiento de un módulo de almacenamiento.

En el caso de aplicarse en accionamientos eléctricos, como por ejemplo en un vehículo híbrido, la tensión de alimentación supera la tensión de un módulo de almacenamiento. En función de una tensión de alimentación requerida, que es esencialmente mayor que la tensión de un módulo de almacenamiento, tienen que conectarse eléctricamente en serie varios módulos de almacenamiento. Esto es válido igualmente para una disposición de alta tensión, por ejemplo en tranvías. En tales aplicaciones están conectados eléctricamente en serie en particular un gran número de módulos de almacenamiento, presentando cada módulo de almacenamiento un gran número de células de almacenamiento conectadas eléctricamente en serie. En una disposición de almacenamiento de energía de este tipo constituida por  $m$  módulos de almacenamiento, además del equilibrado de las  $n$  células de almacenamiento de cada uno de los  $m$  módulos de almacenamiento, también es necesario un equilibrado de los  $m$  módulos de almacenamiento entre sí.

Para el equilibrado de las células de almacenamiento de cada módulo de almacenamiento de una disposición de almacenamiento de energía existen dos clases de procedimientos, concretamente los disipativos y los regenerativos. En el caso de los procedimientos disipativos se descargan células de almacenamiento de un módulo de almacenamiento, transformando una parte de su carga almacenada por ejemplo en resistencias óhmicas en calor. En el caso de los procedimientos regenerativos se redistribuye la energía o carga en exceso de células de almacenamiento individuales de un módulo de almacenamiento a otras células de almacenamiento de este módulo de almacenamiento. Los procedimientos disipativos se conocen, por ejemplo, por "Lithium Ion Battery Monitoring System AD7280" de Analog Devices, 2008 o por "Multicell Battery Stack Monitor LTC6802-1" de Linear Technology, 2009.

Por medio de estos procedimientos disipativos también pueden equilibrarse entre sí los diversos módulos de almacenamiento de una disposición de almacenamiento de energía, al descargar módulos enteros transformando en calor la energía almacenada en todas sus  $n$  células de almacenamiento al mismo tiempo. En este sentido, resulta desventajosa la elevada potencia térmica que se produce, cuya evacuación desde los módulos de almacenamiento individuales causa problemas.

Los procedimientos regenerativos se dividen además en procedimientos inductivos, que se conocen por ejemplo por "PowerLAN™ Dual-Cell Li-Ion Battery Monitor With PowerPump™ Cell Balancing" de Texas Instruments, 2009, o por el documento DE 102008021090 A1, y procedimientos capacitivos, que se conocen por ejemplo por la publicación de la EPE, Barcelona 2009, con el título "Analysis and Improvements of Novel Voltage Balancer for an Electric Double Layer Capacitor Employing a CW circuit". Un equilibrado de  $m$  módulos de almacenamiento de una disposición de almacenamiento de energía entre sí sólo es posible en los procedimientos regenerativos usando cables de alta tensión adicionales entre los  $m$  módulos de almacenamiento y las conexiones de la disposición de almacenamiento de energía, lo que significa un esfuerzo adicional considerable.

Por el documento DE 101 57 003 A1 se conoce un dispositivo de compensación de tensión para baterías. Este dispositivo de compensación de tensión comprende un núcleo, un gran número de primeros circuitos cerrados y un

segundo circuito cerrado. El gran número de primeros circuitos cerrados comprende en cada caso una unidad formada por un gran número de primeras unidades de batería, que están unidas entre sí en serie, un arrollamiento formado por un gran número de arrollamientos secundarios, que están unidos magnéticamente entre sí mediante el núcleo, y un dispositivo formado por un gran número de primeros dispositivos de conmutación.

- 5 Por el documento US2006/0103351A1 se conoce un circuito de regulación de células de batería, que regula un gran número de células de batería recargables dispuestas en serie. Para ello, un compensador de células adapta la tensión de las células individuales entre sí, descargando las células de manera correspondiente a su desviación con respecto a una tensión de referencia.

- 10 La invención se basa ahora en el objetivo de perfeccionar una disposición de almacenamiento de energía que presenta varios módulos de almacenamiento, de tal manera que en el caso de aplicar un procedimiento de equilibrado regenerativo inductivo ya no sean necesarios cables de alta tensión adicionales.

Este objetivo se alcanza con la configuración según la invención de una disposición de almacenamiento de energía según la reivindicación 1.

- 15 Según la configuración según la invención de una disposición de almacenamiento de energía con respecto a una disposición conocida, los elementos de almacenamiento de módulo inductivos de cada módulo de almacenamiento están conectados eléctricamente en paralelo al circuito en serie de sus células de almacenamiento y cada módulo de almacenamiento presenta un circuito en serie de una resistencia de potencia y de un conmutador de módulo, estando conectado este circuito en serie en cada caso eléctricamente en paralelo al circuito en serie de las células de almacenamiento de un módulo de almacenamiento. Por medio de esta resistencia de potencia puede  
20 descargarse en cada caso un módulo de almacenamiento de una disposición de almacenamiento de energía como un todo, con lo que pueden equilibrarse en varias etapas los módulos de almacenamiento de una disposición de almacenamiento de energía. Por consiguiente, los módulos de almacenamiento de una disposición de almacenamiento de energía se equilibran entre sí, sin que estos módulos de almacenamiento tengan que conectarse por medio de cables de alta tensión con conexiones de la disposición de almacenamiento de energía. El calor  
25 perdido producido de cada módulo de almacenamiento se acumula entonces en cada caso en su resistencia de potencia desde donde puede evacuarse fácilmente.

Configuraciones ventajosas de la disposición de almacenamiento de energía según la invención pueden deducirse de las reivindicaciones dependientes.

- 30 Para la explicación adicional se hace referencia a los dibujos, en los que se ilustra esquemáticamente una forma de realización de la disposición de almacenamiento de energía según la invención.

La figura 1 muestra una representación esquemática de una disposición de almacenamiento de energía con varios módulos de almacenamiento, en

la figura 2 se representa un equilibrado disipativo conocido de dos módulos de almacenamiento de una disposición de almacenamiento de energía, ilustrándose en

- 35 la figura 3 un equilibrado regenerativo inductivo conocido de dos módulos de almacenamiento de una disposición de almacenamiento de energía,

la figura 4 muestra una representación esquemática de una disposición de almacenamiento de energía según la invención y en

- 40 la figura 5 se representa más detalladamente un módulo de almacenamiento de la disposición de almacenamiento de energía según la figura 4 con sus flujos de calor.

- Una disposición 2 de almacenamiento de energía para aplicaciones de alta tensión se representa de manera más detallada esquemáticamente en la figura 1. Según la figura 1, esta disposición 2 de almacenamiento de energía presenta m módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento, que están conectados eléctricamente en serie. Cada módulo  $4_1$ , ...,  $4_m$  de almacenamiento presenta un circuito en serie de varias células  $6_1$  a  $6_n$ . Una conexión del módulo  $4_1$  de  
45 almacenamiento y una del módulo  $4_m$  de almacenamiento forman en cada caso una conexión 8 y 10 de la disposición 2 de almacenamiento de energía. En estas conexiones se aplica una tensión U, en particular una tensión de carga, con lo que una corriente I de carga fluye a la disposición 2 de almacenamiento de energía. Esta tensión U puede corresponder desde el punto de vista de la amplitud a una tensión de circuito intermedio de un vehículo híbrido o de un convertidor de tracción de un tranvía. Esta tensión puede ascender a desde varios 100 V hasta  
50 algunos 1000 V. Por ejemplo, en el caso de una tensión U de almacenamiento de 820 V pueden conectarse ocho módulos  $4_1$ , ...,  $4_8$  de almacenamiento con en cada caso cuarenta y ocho células  $6_1$ , ...,  $6_{48}$  de almacenamiento conectadas eléctricamente en serie para dar una disposición 2 de almacenamiento de energía. Si una disposición 2

de almacenamiento de energía de este tipo se conecta con un circuito intermedio de un convertidor de tracción de un tranvía, resulta especialmente ventajoso que como células  $6_1, \dots, 6_{48}$  de almacenamiento se usen en cada caso condensadores de doble capa. En el caso de un accionamiento de tracción se prefieren los condensadores de doble capa porque estos pueden absorber o emitir una gran potencia eléctrica. Por el contrario, los acumuladores pueden almacenar grandes cantidades de energía con respecto a su volumen y peso, pero sólo absorberla o emitirla de manera relativamente lenta. Por estos motivos, la elección de un tipo de las células de almacenamiento depende en general de la aplicación especial.

Debido a tolerancias de capacidad inevitables de las células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento de los  $m$  módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de una disposición 2 de almacenamiento de energía, durante la carga de las  $n$  células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento conectadas eléctricamente en serie de los  $m$  módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento se producen diferentes tensiones de las  $n$  células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento de cada módulo  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento y así también de los  $m$  módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de la disposición 2 de almacenamiento de energía. Para poder aprovechar de manera óptima la capacidad de las  $n$  células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento de los  $m$  módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento para el almacenamiento de energía, debe alcanzarse mediante una compensación de carga una distribución de tensión uniforme, también denominada distribución de tensión simétrica, de las  $n$  células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento y de los  $m$  módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de la disposición 2 de almacenamiento de energía.

Mediante las representaciones de las figuras 2 y 3 pretende explicarse en cada caso un procedimiento de equilibrado conocido. En estas dos figuras 2 y 3, por motivos de claridad de la disposición 2 de almacenamiento de energía según la figura 1, sólo se representan dos módulos  $4_1$  y  $4_2$  de almacenamiento. En la figura 2, a cada célula  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento de un módulo  $4_1$  y  $4_2$  de almacenamiento está conectado eléctricamente en paralelo un circuito en serie, que presenta en cada caso una resistencia  $12_1$  a  $12_n$  de célula y un conmutador  $14_1$  a  $14_n$  de célula. Estas resistencias  $12_1$  a  $12_n$  de célula se denominan también resistencias simétricas. Como conmutadores  $14_1$  a  $14_n$  de célula se usan en cada caso conmutadores de semiconductor desconectables, en particular transistores controlados por campo. Los conmutadores  $14_1$  a  $14_n$  de célula del módulo  $4_2$  de almacenamiento de la disposición 2 de almacenamiento de energía están cerrados. De este modo se descargan las células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento de este módulo  $4_2$  de almacenamiento, para establecer la simetría de las dos tensiones  $U_1$  y  $U_2$  de módulo. Para poder registrar estas tensiones  $U_1$  y  $U_2$  de módulo, se conduce hacia fuera el punto de unión de dos módulos  $4_2$  y  $4_1$  de almacenamiento como conexión 16. Después de que las células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento del módulo  $4_2$  de almacenamiento se hayan descargado un valor predeterminado, los conmutadores  $14_1$  a  $14_n$  de célula cerrados se abren de nuevo. De este modo se continúa con la operación de carga. La descarga temporal de uno o varios módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de la disposición 2 de almacenamiento de energía según la figura 1 se repite hasta que sus tensiones  $U_1$  a  $U_m$  de módulo corresponden aproximadamente una a otra. Si no todos los conmutadores  $14_1$  a  $14_n$  de célula se cierran al mismo tiempo, entonces tras este procedimiento también pueden equilibrarse entre sí las células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento de un módulo  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento.

La desventaja de esta disposición de equilibrado conocida consiste en que la energía almacenada en las resistencias  $12_1$  a  $12_n$  de célula se transforma en calor perdido, que tiene que evacuarse desde allí en cada caso desde un módulo  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de esta disposición 2 de almacenamiento de energía.

En la figura 3 se representan igualmente de la disposición 2 de almacenamiento de energía de la figura 1 sólo dos módulos  $4_1$  y  $4_2$  de almacenamiento, mediante los cuales pretende aclararse un procedimiento de equilibrado conocido adicional, concretamente el procedimiento regenerativo inductivo. También en esta disposición, cada célula  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento de un módulo  $4_1$  ó  $4_2$  de almacenamiento presenta un conmutador  $14_1$  a  $14_n$  de célula, que junto con un elemento de almacenamiento de célula inductivo está conectado en cada caso eléctricamente en paralelo a una célula  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento. Eléctricamente en paralelo al circuito en serie de los módulos  $4_1$  y  $4_2$  de almacenamiento está conectado en cada módulo  $4_1$  y  $4_2$  de almacenamiento al menos un elemento de almacenamiento de módulo inductivo, que está acoplado magnéticamente en cada caso por medio de un elemento de acoplamiento con elementos de almacenamiento de célula inductivos de las  $n$  células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento.

Estos elementos de almacenamiento de célula inductivos, este elemento de almacenamiento de módulo inductivo y el elemento de acoplamiento de cada módulo  $4_1$  ó  $4_2$  de almacenamiento están englobados en la representación de la figura 3 en una disposición  $18_1$  ó  $18_2$  de almacenamiento inductiva. Esta disposición  $18_1$  y  $18_2$  de almacenamiento inductiva, que debido a su función también se denomina disposición de equilibrado, puede presentar un gran número de transformadores de célula o transmisores de célula o un transformador de módulo con un gran número de arrollamientos secundarios. Estos transformadores de célula o el transformador de módulo forman o forma junto con los conmutadores  $14_1$  a  $14_n$  de célula, por ejemplo, un gran número de circuitos de convertidor con oscilador de bloqueo. Los arrollamientos primarios conectados eléctricamente en paralelo de los transformadores de célula o el arrollamiento primario del transformador de módulo están conectados/está conectado eléctricamente con las conexiones 10 y 8 de los módulos  $4_2$  y  $4_1$  de almacenamiento de la disposición 2 de almacenamiento de energía, pudiendo conectarse su(s) arrollamiento(s) secundario(s) eléctricamente en paralelo con en cada caso una célula  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento de un módulo  $4_1$  ó  $4_2$  de almacenamiento.

Para compensar los estados de carga, se toma energía en cada caso de un módulo  $4_1$  y  $4_2$  de almacenamiento con un circuito en serie de almacenamientos  $6_1$  a  $6_n$  de célula individuales en un primer modo de funcionamiento del módulo  $4_1$  ó  $4_2$  de almacenamiento, por ejemplo en un almacenamiento  $6_2$  de célula. El conmutador  $14_2$  de célula asociado está cerrado. Esta energía tomada se almacena en el circuito magnético de la disposición  $18_2$  de equilibrado inductiva. En el módulo  $4_1$  de almacenamiento el conmutador  $14_n$  de célula está cerrado, de modo que en el almacenamiento  $6_n$  de célula se toma energía y se almacena en el circuito magnético de la disposición  $18_1$  de equilibrado inductiva. En un segundo modo de funcionamiento, la energía almacenada en el circuito magnético se transmite a todos los arrollamientos secundarios de la disposición  $18_2$  ó  $18_1$  de almacenamiento inductiva de un módulo  $4_2$  ó  $4_1$  de almacenamiento y se alimenta a través de estos arrollamientos secundarios a los almacenamientos  $6_1$  a  $6_n$  de célula individuales del módulo  $4_1$  ó  $4_2$  de almacenamiento. De este modo se igualan los estados de carga de los almacenamientos  $6_1$  a  $6_n$  de célula individuales de cada módulo  $4_1$  y  $4_2$  de almacenamiento de la disposición 2 de almacenamiento de energía. Mediante las líneas 20 y 22 de unión se conectan eléctricamente en paralelo los dos arrollamientos primarios de las dos disposiciones  $18_1$  y  $18_2$  de equilibrado inductivas de los dos módulos  $4_1$  y  $4_2$  de almacenamiento. Es decir, toda la tensión U de carga de la disposición 2 de almacenamiento de energía se aplica en cada caso en el arrollamiento primario de una disposición  $18_1$  ó  $18_2$  de equilibrado inductiva. Debido a las altas tensiones, que se aplican en las conexiones 10 y 8, las líneas 20 y 22 de unión están configuradas como líneas de alta tensión. En esta forma de realización de una disposición 2 de almacenamiento de energía, en la que se usa un procedimiento de equilibrado regenerativo inductivo, aparte de pérdidas parásitas no se transforma más energía en calor, que debe evacuarse de los módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento individuales de la disposición 2 de almacenamiento según la figura 1. Para ello, los módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de esta disposición 2 de almacenamiento de energía tienen que conectarse con líneas 20, 22 de alta tensión. Además de este procedimiento inductivo se conocen procedimientos de equilibrado regenerativos inductivos y capacitivos adicionales, que requieren una realización en cada caso correspondiente de la disposición  $18_1$  y  $18_2$  de equilibrado. Sin embargo, estos procedimientos tienen en común que para el equilibrado de los módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento son necesarias las líneas 20 y 22 de alta tensión. El procedimiento inductivo descrito en el presente documento representa a modo de ejemplo otros procedimientos regenerativos.

La disposición 2 de almacenamiento de energía según la invención según la figura 4 se diferencia de la disposición 2 de almacenamiento de energía según la figura 3 en que en cada caso un circuito en serie de una resistencia  $24_1$  ó  $24_2$  de potencia y de un conmutador  $26_1$  ó  $26_2$  de módulo está conectado eléctricamente en paralelo al circuito en serie de las n células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento de cada módulo  $4_1$ ,  $4_2$  de almacenamiento. Las líneas 20 y 22 de alta tensión ya no están presentes. Mediante la conexión en serie de una resistencia  $24_1$  ó  $24_2$  de potencia y de un conmutador  $26_1$  ó  $26_2$  de módulo eléctricamente en paralelo a las conexiones 8, 16 ó 16, 10 de módulo tiene lugar el equilibrado de los módulos  $4_1$  y  $4_2$  de almacenamiento de la disposición 2 de almacenamiento de energía entre sí mediante la descarga de los módulos  $4_1$  y  $4_2$  de almacenamiento con alta tensión a través de la respectiva resistencia  $24_1$  ó  $24_2$  de potencia interna del módulo mediante el cierre del conmutador  $26_1$  ó  $26_2$  de módulo asociado. Mediante este equilibrado disipativo se equilibran entre sí los m módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de la disposición 2 de almacenamiento de energía, mientras que el equilibrado de las n células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento de cada módulo  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento tiene lugar de manera regenerativa. Mediante este equilibrado disipativo adicional por medio de una resistencia  $24_1$  ó  $24_2$  de potencia conectable de cada módulo  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de la disposición 2 de almacenamiento de energía según la figura 1, ya no son necesarias líneas 20, 22 de alta tensión para la conexión de los módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de la disposición 2 de almacenamiento de energía. De este modo se reduce no sólo el esfuerzo de montaje, sino que la disposición 2 de almacenamiento de energía puede construirse de manera más compacta.

El calor perdido, que se genera en, en cada caso, una resistencia  $24_1$ ,  $24_2$ , ... de potencia de una disposición 2 de almacenamiento de energía, tiene que evacuarse de cada módulo  $4_1$ ,  $4_2$ , ... de almacenamiento. Cada módulo  $4_1$ ,  $4_2$ , ... de almacenamiento de una disposición 2 de almacenamiento de energía presenta un cuerpo  $28_1$ ,  $28_2$ , ... de enfriamiento de módulo, que es necesario para el enfriamiento de las células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento. Con estos cuerpos  $28_1$ ,  $28_2$ , ... de enfriamiento de módulo está unida de manera térmicamente conductora la resistencia  $24_1$  de potencia según la representación de un módulo  $4_1$  de almacenamiento en la figura 5. También están conectadas de manera térmicamente conductora con este cuerpo  $28_1$  de enfriamiento de módulo las células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento de este módulo  $4_1$  de almacenamiento. El calor perdido generado se evacúa por medio del cuerpo  $28_1$  de enfriamiento de módulo del módulo  $4_1$  de almacenamiento. Esto se aclara mediante la corriente 30 de calor. En la forma de realización del módulo  $4_1$  de almacenamiento según la figura 5, el cuerpo  $28_1$  de enfriamiento de módulo está configurado como cuerpo de enfriamiento por aire. Sin embargo, como cuerpo  $28_1$  de enfriamiento de módulo también puede estar previsto un cuerpo de enfriamiento por líquido o una placa de enfriamiento. Los módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de una disposición 2 de almacenamiento de energía, que presentan en cada caso una placa de enfriamiento como cuerpo  $28_1$  a  $28_m$  de enfriamiento de módulo, pueden montarse conjuntamente sobre un cuerpo de enfriamiento de un vehículo híbrido o de un convertidor de tracción de un tranvía.

Dado que los conmutadores  $14_1$  a  $14_n$  de célula y el conmutador  $26_1$  de módulo de un módulo  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento tienen que accionarse para un equilibrado de tensión dentro de un módulo  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento y de los módulos  $4_1$  a  $4_m$  de una disposición 2 de almacenamiento de energía entre sí, en cada caso está previsto un dispositivo  $32_1$  a  $32_m$  de control de módulo en cada módulo  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de la

disposición 2 de almacenamiento de energía. En función de las tensiones de célula de almacenamiento determinadas y de una tensión  $U_i$ ,  $U_2$ , ...,  $U_m$  de módulo se accionan  $n$  conmutadores  $14_1$  a  $14_n$  de célula de un módulo  $4_1$  a  $4_m$  y el conmutador  $26_1$ ,  $26_2$ , ...,  $26_m$  de módulo. Las tensiones de célula representan en cada caso una medida del estado de carga de una célula  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento de un módulo  $4_1$  a  $4_m$ .

- 5 Mediante la configuración según la invención de los  $m$  módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de la disposición 2 de almacenamiento de energía según la figura 1 se igualan no sólo los estados de carga de las  $n$  células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento individuales de cada uno de los  $m$  módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de esta disposición 2 de almacenamiento de energía al final de una operación de carga unos con otros, sino también los estados de carga de los módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de esta disposición 2 de almacenamiento de energía entre sí. A este  
10 respecto, ya no son necesarias líneas 20 y 22 de alta tensión para la conexión de  $m$  módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento a una disposición 2 de almacenamiento de energía. De este modo puede construirse una disposición 2 de almacenamiento de energía de este tipo de manera más compacta. Además pueden cambiarse módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento defectuosos y más antiguos de una disposición 2 de almacenamiento de energía existente por módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento nuevos sin mucho esfuerzo, dado que los módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de una disposición 2 de almacenamiento de energía ya no están conectados entre sí con  
15 líneas 20 y 22 de alta tensión.

- Qué formas de realización para las  $n$  células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento de los  $m$  módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento de una disposición 2 de almacenamiento de energía se utilizan depende de dónde pretenda usarse esta disposición 2 de almacenamiento de energía. En el caso del uso en un vehículo híbrido se usan células  
20 acumuladoras, en particular células de iones de litio, mientras que en el caso del uso en un accionamiento de tracción, por ejemplo de un tranvía, se prefieren condensadores de doble capa como células  $6_1$  a  $6_n$  de almacenamiento. La ventaja de los acumuladores consiste en que estos pueden almacenar y emitir grandes cantidades de energía. Por el contrario, la ventaja de los condensadores de doble capa consiste en que estos pueden absorber y emitir potencias eléctricas grandes. Por ejemplo, en una aplicación de alta tensión, la disposición  
25 2 de almacenamiento de energía, debido a una tensión aplicada de por ejemplo 820 V, consiste en ocho módulos  $4_1$  a  $4_8$  de almacenamiento, que presentan en cada caso cuarenta y ocho células  $6_1$  a  $6_{48}$  de almacenamiento. Dado que ya no son necesarias líneas 20, 22 de alta tensión para la conexión de los módulos  $4_1$  a  $4_8$  de almacenamiento individuales con las conexiones 10 y 8 de la disposición 2 de almacenamiento de energía, puede construirse una disposición 2 de almacenamiento de energía con módulos  $4_1$  a  $4_m$  de almacenamiento según la invención para una  
30 aplicación de alta tensión de manera muy compacta sin mucho esfuerzo.

## REIVINDICACIONES

1. Disposición (2) de almacenamiento de energía con al menos dos módulos ( $4_1, \dots, 4_m$ ) de almacenamiento conectados eléctricamente en serie, que presentan en cada caso un gran número de células ( $6_1, \dots, 6_n$ ) de almacenamiento conectadas eléctricamente en serie, estando conectada eléctricamente en paralelo a cada célula ( $6_1, \dots, 6_n$ ) de almacenamiento de cada módulo ( $4_1, \dots, 4_m$ ) de almacenamiento un circuito en serie de un elemento de almacenamiento de célula inductivo y de un conmutador ( $14_1, \dots, 14_n$ ) de célula, estando conectado eléctricamente en paralelo al circuito en serie de las células ( $6_1, \dots, 6_n$ ) de almacenamiento de cada módulo ( $4_1, \dots, 4_m$ ) de almacenamiento al menos un elemento de almacenamiento de módulo inductivo, que están acoplados magnéticamente en cada caso por medio de un elemento de acoplamiento con elementos de almacenamiento de célula inductivos, caracterizada porque un circuito en serie de una resistencia ( $24_1, \dots, 24_m$ ) de potencia y de un conmutador ( $26_1, \dots, 26_m$ ) de módulo está conectado eléctricamente en paralelo al circuito en serie de las células ( $6_1, \dots, 6_n$ ) de almacenamiento de cada módulo ( $4_1, \dots, 4_m$ ) de almacenamiento.
2. Disposición (2) de almacenamiento de energía según la reivindicación 1, caracterizada porque cada módulo ( $4_1, \dots, 4_m$ ) de almacenamiento presenta un dispositivo ( $32_1, \dots, 32_m$ ) de control de módulo, que en cuanto a la señalización están enlazados con entradas de control del conmutador ( $14_1, \dots, 14_n$ ) de célula y del conmutador ( $26_1, \dots, 26_m$ ) de módulo.
3. Disposición (2) de almacenamiento de energía según la reivindicación 1, caracterizada porque en cada caso está previsto un transformador para dos elementos de almacenamiento inductivos acoplados magnéticamente de un módulo ( $4_1, \dots, 4_m$ ) de almacenamiento.
4. Disposición (2) de almacenamiento de energía según la reivindicación 1, caracterizada porque para todos los elementos de almacenamiento inductivos acoplados magnéticamente de un módulo ( $4_1, \dots, 4_m$ ) de almacenamiento está previsto un transformador con un gran número de arrollamientos secundarios y un arrollamiento primario.
5. Disposición (2) de almacenamiento de energía según la reivindicación 1, caracterizada porque como elemento de almacenamiento inductivo está previsto una bobina de inducción conectable.
6. Disposición (2) de almacenamiento de energía según la reivindicación 1, caracterizada porque cada módulo ( $4_1, \dots, 4_m$ ) de almacenamiento presenta un cuerpo ( $28_1, \dots, 28_m$ ) de enfriamiento de módulo, con el que están unidas de manera térmicamente conductora las células ( $6_1, \dots, 6_n$ ) de almacenamiento y la resistencia ( $24_1, \dots, 24_m$ ) de potencia.
7. Disposición (2) de almacenamiento de energía según la reivindicación 1, caracterizada porque como conmutador ( $14_1, \dots, 14_n$ ) de célula está previsto un conmutador de semiconductor desconectable.
8. Disposición (2) de almacenamiento de energía según la reivindicación 1, caracterizada porque como conmutador ( $26_1, \dots, 26_m$ ) de módulo está previsto un conmutador de semiconductor desconectable.
9. Disposición (2) de almacenamiento de energía según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque como célula ( $6_1, \dots, 6_n$ ) de almacenamiento está prevista una célula acumuladora.
10. Disposición (2) de almacenamiento de energía según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque como célula ( $6_1, \dots, 6_n$ ) de almacenamiento está previsto un condensador de doble capa.
11. Disposición (2) de almacenamiento de energía según la reivindicación 10, caracterizada porque como célula acumuladora está prevista una célula de iones de litio.
12. Disposición (2) de almacenamiento de energía según la reivindicación 7 u 8, caracterizada porque como conmutador de semiconductor desconectable está previsto un transistor.
13. Disposición (2) de almacenamiento de energía según la reivindicación 12, caracterizada porque como transistor está previsto un transistor controlado por campo.

FIG 1

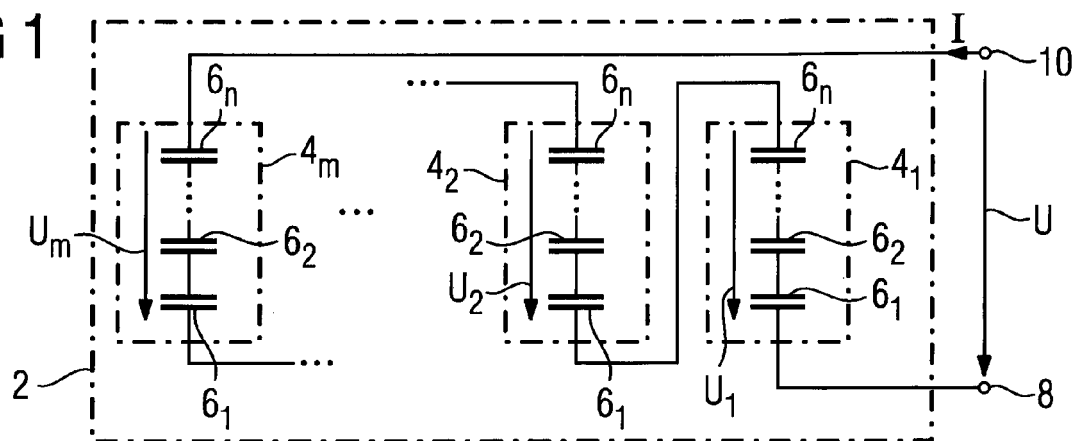


FIG 2

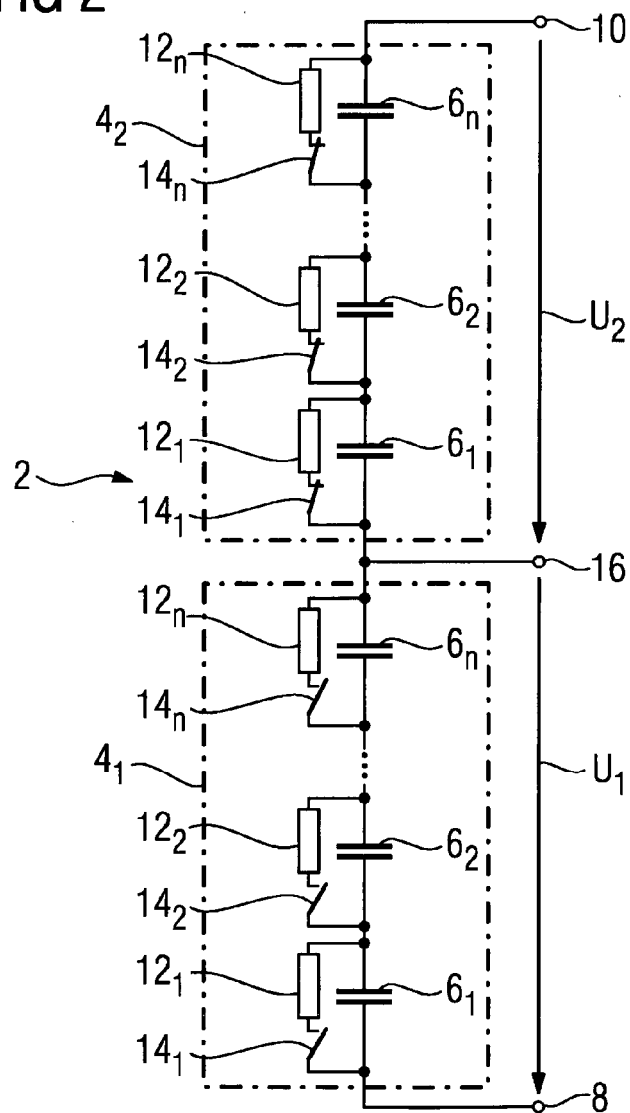




FIG 3

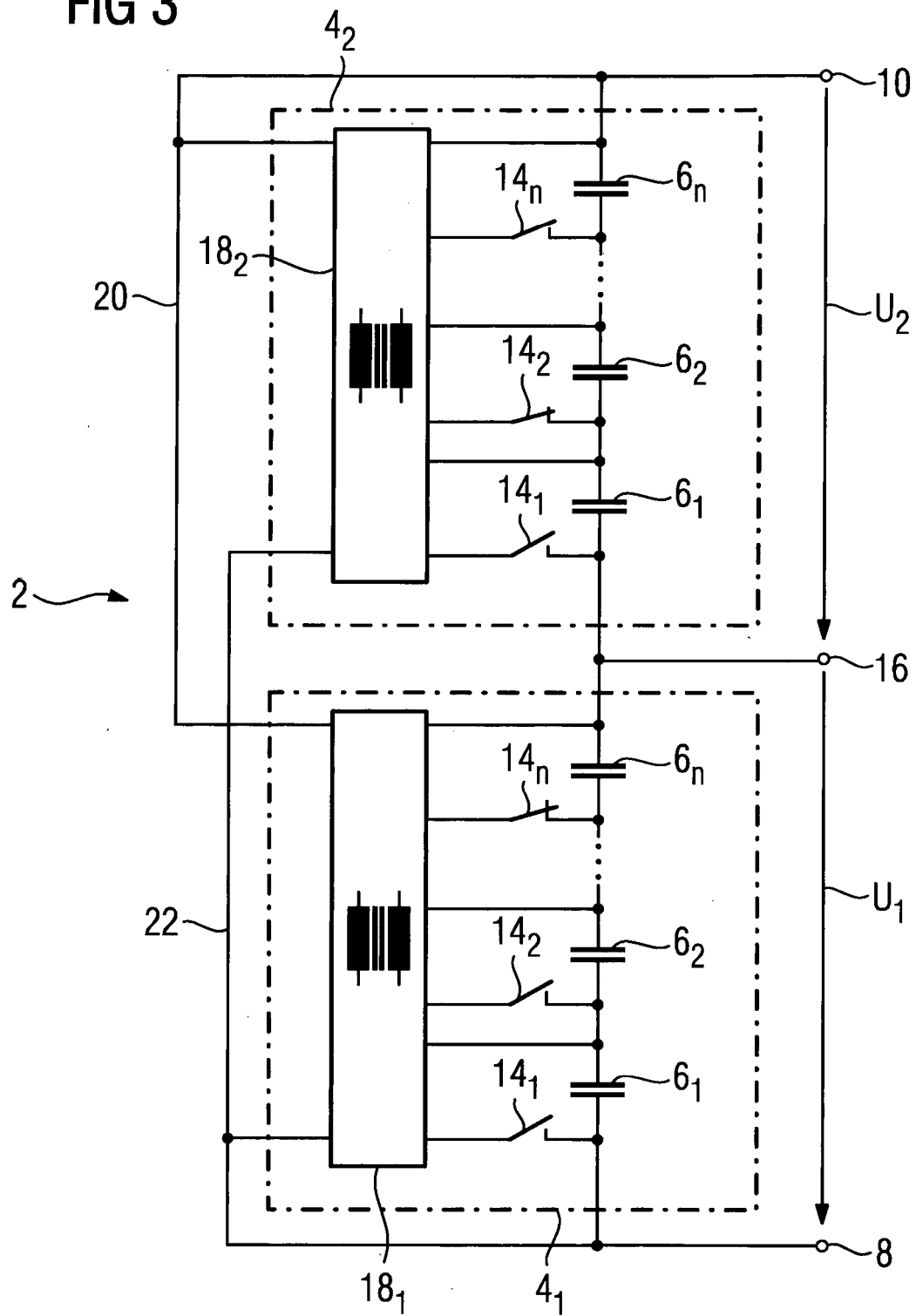


FIG 4

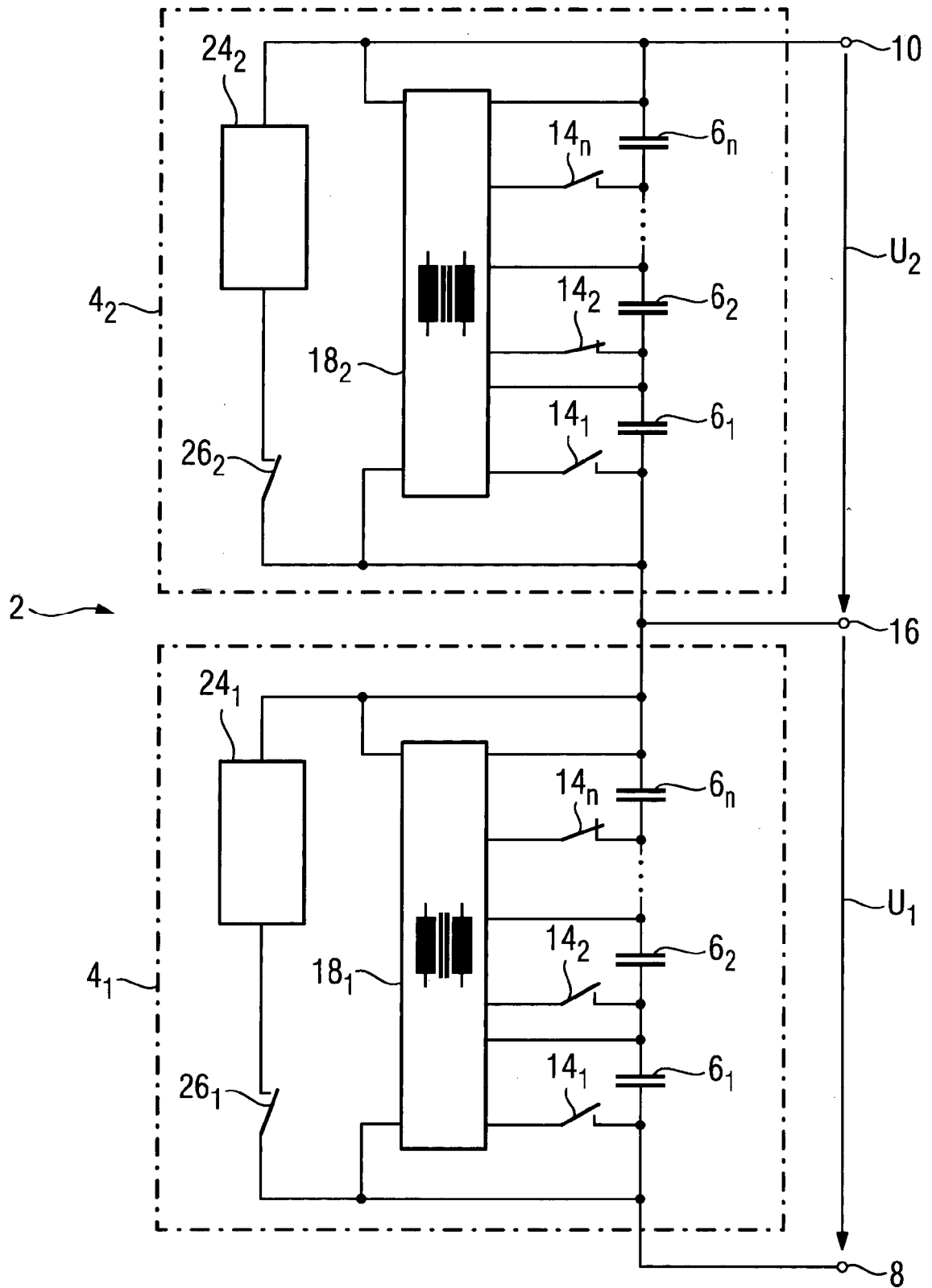


FIG 5

