

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 863 504**

51 Int. Cl.:

B60L 3/00 (2009.01)

H03K 17/30 (2006.01)

H02M 3/158 (2006.01)

B60L 58/20 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2017** **PCT/EP2017/079696**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.05.2018** **WO18091697**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2017** **E 17801038 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.12.2020** **EP 3541650**

54 Título: **Sistema híbrido de almacenamiento de energía**

30 Prioridad:

21.11.2016 DE 102016122383

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

11.10.2021

73 Titular/es:

**RUTRONIK ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE
GMBH (100.0%)**

**Industriestrasse 2
75228 Ispringen, DE**

72 Inventor/es:

**LEHMANN, RINGO;
ZACHARIAS, LUTZ;
BODACH, MIRKO;
SLAWINSKI, SVEN;
MANGLER, ANDREAS y
KRIEG, MARKUS**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 863 504 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema híbrido de almacenamiento de energía

5 Área de la invención

La invención se refiere a un sistema híbrido de almacenamiento de energía para intercambiar energía utilizando cualquier combinación de diferentes dispositivos de almacenamiento de energía según el término genérico de la reivindicación 1.

10

Estado de la técnica

Los sistemas híbridos de almacenamiento de energía se utilizan en diversas aplicaciones, como la automoción, la industria, los sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI), la medicina (por ejemplo, desfibriladores) y las herramientas eléctricas. Estas aplicaciones se caracterizan por el hecho de que se producen diferentes estados en los que se requieren diferentes energías y/o cantidades de energía. Por ejemplo, al arrancar una máquina de perforación se requieren energías o corrientes elevadas, mientras que, durante el funcionamiento posterior de la máquina de perforación, una vez que ésta se ha "puesto en marcha", se requieren energías o corrientes considerablemente menores para el funcionamiento a carga nominal. Además, las cargas mecánicas dinámicas provocan altas corrientes fluctuantes. Lo mismo ocurre con los accionamientos eléctricos, que se utilizan, por ejemplo, en los vehículos eléctricos o en los vehículos con un sistema de propulsión híbrido. Sin embargo, dado que cada dispositivo de almacenamiento de energía tiene una llamada zona de confort en la que el dispositivo de almacenamiento de energía puede funcionar sin sufrir daños, surgen problemas en el caso de un consumo de energía cambiante y variable. Si el dispositivo de almacenamiento de energía funciona fuera de su rango de confort, el dispositivo de almacenamiento de energía puede dañarse o degradarse y, por tanto, destruirse lentamente, lo que, entre otras cosas, reduce la estabilidad del ciclo del dispositivo de almacenamiento de energía.

Los sistemas híbridos de almacenamiento de energía, que constan de varios dispositivos de almacenamiento de energía, permiten una división del trabajo: mientras un dispositivo de almacenamiento de energía suministra constantemente energía para una potencia continua en su rango de confort, el otro dispositivo de almacenamiento de energía se hace cargo de los flujos de energía de pico a corto plazo, de modo que cada uno de los dispositivos de almacenamiento de energía puede funcionar en su rango de confort y, por tanto, no hay daños en los dispositivos de almacenamiento de energía. De este modo, se puede mejorar la vida útil de los dispositivos de almacenamiento de energía, así como su estabilidad de ciclo.

El documento DE 10 2012 013 413 A1 divulga una disposición de dispositivos de almacenamiento de energía electroquímica que comprende un primer dispositivo de almacenamiento de energía electroquímica y un segundo dispositivo de almacenamiento de energía electroquímica. Ambos almacenes de energía están interconectados de tal manera que los almacenes de energía pueden intercambiar energía entre sí y con al menos una fuente de energía externa y/o con al menos un receptor de energía externo mediante flujos de energía. Además, se proporciona un dispositivo para controlar los flujos de energía de manera que se pueda evitar o reducir el daño o la sobrecarga del primer almacén de energía a costa de dañar el segundo almacén de energía. De este modo, se mitigan los daños en un dispositivo de almacenamiento de energía, pero sólo a costa de los daños en el otro dispositivo de almacenamiento de energía.

El documento US 2011/0084648 A1 divulga un sistema híbrido de almacenamiento de energía y un método de funcionamiento de un sistema híbrido de almacenamiento de energía. El sistema híbrido de almacenamiento de energía incluye un ultracondensador conectado a una barra colectora de corriente continua (CC), y una fuente de energía conectada a la barra colectora de CC a través de un interruptor. El ultracondensador y la fuente de alimentación están conectados a un convertidor de continua a continua. El sistema híbrido de almacenamiento de energía funciona en cuatro modos. En un modo de baja energía, el convertidor de continua a continua proporciona la energía necesaria para que el ultracondensador se mantenga a un nivel de tensión superior al de la fuente de alimentación. En un modo de alta energía, la energía necesaria ya no puede ser proporcionada por el convertidor de continua a continua, el nivel de tensión del ultracondensador no se puede mantener, y la fuente de energía se conecta a la barra colectora de CC a través del interruptor. En un modo de energía máxima, el ultracondensador se utiliza para aumentar la energía de la fuente de energía. En el modo de carga controlada, la energía generada por la aplicación se utiliza para cargar el ultracondensador.

En el documento DE 10 2008 021 875 A1 se describe un dispositivo de conversión de potencial que comprende un primer condensador de almacenamiento, un segundo condensador de almacenamiento y un dispositivo de conversión. El primer condensador de almacenamiento se alimenta de energía mediante una fuente de energía. El dispositivo convertidor permite transferir energía del primer condensador de almacenamiento al segundo condensador de almacenamiento si la curva de potencial del primer condensador alcanza un primer valor umbral, hasta que la curva de potencial del segundo condensador alcanza un segundo valor umbral que es mayor que el primer valor umbral. Además, el primer condensador es cargado por la fuente de energía durante un período de tiempo tal que la energía puede ser extraída del segundo condensador para un consumidor conectado durante ese período de tiempo.

En la publicación "T. Nabeshima; T. Sato; K. Nishijima; S. Yoshida: A Novel Control Method of Boost and Buck-Boost Converters with a Hysteretic PWM Controller. En: EPE 2005, Dresden, 2005, páginas 1-6" se divulga un procedimiento para un convertidor buck-boost que utiliza un controlador de modulación de anchura de pulso histéresis. Mediante un

5 circuito RC conectado a un devanado auxiliar del inductor, se genera una tensión triangular que se superpone a la tensión de salida del convertidor reductor y se alimenta a un comparador de histéresis como señal de retroalimentación. Así, no hay tensión de error en estado estacionario en la salida, y se compensan las fluctuaciones de la tensión de entrada y la corriente de carga.

10 El documento US 2009/0317696 A1 divulga un dispositivo de batería que comprende una batería de litio y una batería de plomo-ácido. Un circuito de control tiene un dispositivo de detección de tensión y un dispositivo de refuerzo de tensión. La tensión de la batería de plomo se detecta automáticamente y se utiliza como punto de referencia. Posteriormente, la tensión de la batería de litio se eleva hasta el punto de referencia o hasta la tensión de la batería de plomo. En esta realización divulgada, aunque el daño a la batería de plomo-ácido se reduce al apoyar la batería de

15 litio, esto se hace a expensas de la batería de litio.

En el documento WO 03/088373 A2, se divulga una disposición híbrida de batería que comprende un dispositivo de alta potencia y una batería de alta energía, en la que, mediante un microprocesador, dependiendo de la demanda de corriente de la carga, el dispositivo de alta potencia y/o la batería de alta energía se conectan a la carga mediante un

20 interruptor. El interruptor es un transistor de efecto de campo. La batería de alta energía es capaz de recargar el dispositivo de alta potencia mediante un convertidor de continua a continua durante un tiempo de apagado. Sin embargo, un transistor de efecto de campo tiene una característica de conductividad bidireccional debido a su fabricación, de modo que no puede producirse una operación de elevación porque después de cada operación de conmutación, la tensión que se ha elevado disminuye debido a una corriente inversa que fluye desde el potencial más alto al potencial más bajo.

Los documentos US2011/272205 A1 y US2011/032733 A1 divulgan sistemas híbridos de almacenamiento de energía que tienen un circuito de desacoplamiento.

30 Tarea de la invención

A partir de este estado de la técnica, la presente invención se basa en la tarea de evitar o reducir los daños, el envejecimiento/degradación prematuros y/o la sobrecarga de un dispositivo de almacenamiento de energía como resultado de altas corrientes de energía y permitir una capacidad de recuperación específica para la aplicación.

35 Esto se resuelve con un sistema híbrido de almacenamiento de energía de acuerdo con las características de la reivindicación 1, así como con un procedimiento para controlar al menos un flujo de energía electrofísica con las características de la reivindicación independiente 10. Otros desarrollos ventajosos son objeto de las reivindicaciones dependientes. Las características enumeradas individualmente en las reivindicaciones de la patente pueden combinarse entre sí de forma técnicamente útil y pueden complementarse explicando los hechos de la descripción con detalles de las figuras, por lo que se muestran otras realizaciones de la invención.

La presente solicitud se refiere a energías, corrientes de energía y dispositivos de almacenamiento de energía. Se trata de energías electrofísicas, que se generan, por ejemplo, mediante tensiones y corrientes. Pero también son posibles las energías capacitivas y/o inductivas. Además, los dispositivos de almacenamiento de energía son dispositivos de almacenamiento de energía electrofísica y/o electroquímica.

45 Por "fenómenos de co-acoplamiento" se entiende aquí los procesos de conmutación de alta frecuencia que pueden conducir a la destrucción del circuito de desacoplamiento 20, como la destrucción del OR-MOSFET utilizado para este fin.

El sistema híbrido de almacenamiento de energía comprende al menos dos dispositivos de almacenamiento de energía, un primer dispositivo de almacenamiento de energía de funcionamiento electrofísico y un segundo dispositivo de almacenamiento de energía de funcionamiento electrofísico, cada uno con una corriente de energía nominal. Los

55 almacenes de energía intercambian energía eléctrica entre sí y/o con al menos una fuente de energía externa y/o un receptor de energía externa por medio de corrientes de energía electrofísica en al menos una dirección con la ayuda de al menos un circuito de control. El circuito de control comprende al menos un convertidor elevador que comprende al menos un interruptor electrónico y/o al menos un convertidor reductor que suministra al receptor de energía una corriente de energía del primer almacenamiento de energía en caso de que la corriente de energía requerida del receptor de energía sea superior a la corriente de energía nominal del segundo almacenamiento de energía. El segundo dispositivo de almacenamiento de energía suministra una corriente de energía a partir de cero o una corriente de energía constante que es como máximo igual a la corriente de energía nominal del segundo dispositivo de almacenamiento de energía. Ventajosamente, para evitar o reducir los daños y/o la sobrecarga de un dispositivo de almacenamiento de energía debido a las altas corrientes de energía, el circuito de control comprende al menos un

65 circuito de desacoplamiento para suprimir los fenómenos de arrastre del interruptor electrónico y/o para interconectar

las corrientes de retorno de energía que fluyen a través del interruptor electrónico desde el primer al segundo dispositivo de almacenamiento de energía.

Las designaciones primer dispositivo de almacenamiento de energía y segundo dispositivo de almacenamiento de energía son arbitrarias y no representan una limitación. Normalmente, se denomina batería al primer dispositivo de almacenamiento de energía, por ejemplo, al que luego se añade un segundo dispositivo de almacenamiento de energía, por ejemplo, un condensador, por ejemplo, un condensador de doble capa. Aunque también son posibles otros diseños y procesos. Para aumentar la eficiencia y proteger contra la sobrecarga térmica, el interruptor comprende al menos un transistor, un MOSFET, por ejemplo, como una implementación OR-MOS.

Ventajosamente, para operar con tensiones y/o corrientes de grandes receptores de energía, que son mayores que las del segundo almacenamiento de energía, el primer almacenamiento de energía presenta al menos la misma tensión nominal y/o al menos la misma corriente nominal que el segundo almacenamiento de energía, por ejemplo, el doble de la tensión nominal y/o el doble de la corriente nominal.

Para un bloqueo preferentemente rápido de las retroalimentaciones de energía, el circuito de desacoplamiento comprende al menos un circuito de desacoplamiento digital y/o uno analógico.

De manera ventajosa, para la supresión de los fenómenos de retroalimentación de los interruptores y el bloqueo de las corrientes de retorno de energía, el circuito de desacoplamiento comprende al menos uno de los siguientes elementos, a saber, al menos un elemento proporcional y/o al menos un elemento integrador.

Preferiblemente, el elemento proporcional comprende al menos una resistencia que limita la corriente en el comparador para asegurar el funcionamiento del comparador.

Para poder suprimir de manera ventajosa los fenómenos de retroalimentación positiva del interruptor, el elemento integrador comprende al menos un condensador.

Para aumentar la fiabilidad operativa de la electrónica de potencia, el circuito de desacoplamiento comprende al menos una puerta AND para desconectar el interruptor cuando el convertidor elevador está desconectado.

El circuito de control presenta al menos una adquisición de valores medidos para adquirir valores medidos de los dispositivos de almacenamiento de energía, la fuente de energía y/o el sumidero de energía, por lo que ventajosamente se habilita un control de corrientes y tensiones.

La tarea se resuelve además mediante un procedimiento para controlar al menos una corriente de energía electrofísica con las características de la reivindicación 8. Con el fin de evitar o reducir los daños en el circuito y/o la sobrecarga de un dispositivo de almacenamiento de energía como resultado de altas corrientes de energía, el procedimiento suprime los fenómenos de acoplamiento positivo del interruptor y/o suprime las corrientes de energía que fluyen a través del interruptor desde el primer dispositivo de almacenamiento de energía hacia el segundo dispositivo de almacenamiento de energía.

El circuito de desacoplamiento utilizado es un transistor MOSFET, por ejemplo, como una implementación OR-MOS. El MOSFET se utiliza preferentemente para aumentar la eficiencia y proteger contra la sobrecarga térmica. En este caso, el diodo parásito interno, que siempre está presente, es puenteado de forma solidaria por el MOSFET cuando la corriente fluye hacia delante, y sólo su diodo parásito actúa en el caso de bloqueo.

Otras ventajas se desprenden de las subreivindicaciones y de la siguiente descripción de un ejemplo de realización preferida.

Breve descripción de las figuras

A continuación, se explica la invención con más detalle con referencia a un ejemplo de realización mostrado en las figuras adjuntas. Estas muestran:

- Fig. 1 un diagrama de bloques de un sistema híbrido de almacenamiento de energía con dos almacenes de energía, un receptor de energía y un circuito de control con el circuito de desacoplamiento de acuerdo con la invención,
- Fig. 2 una sección del esquema eléctrico del circuito de control según la Fig. 1,
- Fig. 3 una representación esquemática de una sección del sistema híbrido de almacenamiento de energía,
- Fig. 4 un circuito sustituto de un MOSFET como interruptor.

Descripción de ejemplos de realización preferentes

La invención se explicará ahora con más detalle a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos. Aunque los ejemplos de realización son solo ejemplos y no pretenden limitar el concepto inventivo a ninguna disposición particular.

Antes de describir la invención en detalle, cabe señalar que no se limita a los componentes particulares del dispositivo, así como a los pasos particulares del proceso, ya que estos componentes y procesos pueden variar. Los términos utilizados en el presente documento están destinados únicamente a describir las realizaciones particulares y no se utilizan de forma limitativa. Además, cuando se utilizan los artículos singulares o indefinidos en la descripción o en las reivindicaciones, esto también se refiere al plural de estos elementos, a menos que el contexto general indique claramente lo contrario.

Esta aplicación se refiere a las energías, las corrientes de energía y los dispositivos de almacenamiento de energía. Se trata de energías electrofísicas, que se generan, por ejemplo, mediante tensiones y corrientes. Sin embargo, también son posibles las energías capacitivas y/o inductivas. Además, los almacenes de energía son almacenes de energía electrofísica y/o electroquímica.

La Fig. 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema híbrido de almacenamiento de energía 100 que tiene dos dispositivos de almacenamiento de energía 10a, 10b, a saber, un primer dispositivo de almacenamiento de energía 10a y un segundo dispositivo de almacenamiento de energía 10b, cada uno de los cuales tiene una corriente de energía nominal, así como un receptor de energía 16 y un circuito de control 50. En principio, pueden haberse previsto más de dos dispositivos de almacenamiento de energía. Con la ayuda del circuito de control 50, los almacenes de energía pueden intercambiar energía eléctrica entre sí a través de corrientes de energía electrofísica/electroquímica en al menos una dirección, así como energía eléctrica con un receptor de energía 16 externo que puede ser controlado por los almacenes de energía. Si el receptor de energía 16 necesita una corriente de energía más elevada que la corriente de energía nominal del segundo dispositivo de almacenamiento de energía 10b, que está realizado, por ejemplo, como una batería, la energía requerida se pone a disposición con la ayuda de al menos un convertidor de refuerzo 24, que tiene al menos un interruptor electrónico 30, y/o al menos un convertidor reductor 22 de, por ejemplo, el primer dispositivo de almacenamiento de energía 10a, que está diseñado, por ejemplo, como un condensador, por ejemplo como un condensador de doble capa. Para evitar que el primer dispositivo de almacenamiento de energía 10a se siga descargando, un interruptor puente 14, que por ejemplo comprende elementos semiconductores, establece una conexión energética directa entre el primer dispositivo de almacenamiento de energía 10a y el segundo dispositivo de almacenamiento de energía 10b. Además de la batería y el condensador, es concebible cualquier otro diseño de un dispositivo de almacenamiento de energía de funcionamiento electrofísico y/o electroquímico.

Como resultado, el segundo dispositivo de almacenamiento de energía 10b proporciona una corriente de energía nula o una corriente de energía constante que corresponde como máximo a la corriente de energía nominal del segundo dispositivo de almacenamiento de energía 10b. Por ejemplo, es posible utilizar la corriente de energía constante del segundo dispositivo de almacenamiento de energía 10b para recargar el primer dispositivo de almacenamiento de energía 10a. Para regular la gestión de la energía entre los dos dispositivos de almacenamiento de energía 10a, 10b, el circuito de control 50 comprende al menos un microcontrolador 26, al menos un convertidor digital-analógico 28 que conmuta un interruptor de control 36 del receptor de energía externo 16, y e cada caso un modulador del ancho de pulso 32, 34, para el convertidor reductor 22 y el convertidor elevador 24. En el caso de una carga continua elevada, el primer dispositivo de almacenamiento de energía 10a se descarga con un nivel de energía decreciente hasta el nivel de energía instantáneo del segundo dispositivo de almacenamiento de energía 10b. Para lograr la supresión de los fenómenos de retroalimentación positiva del interruptor electrónico 30 y/o el bloqueo de las corrientes de retorno de energía que fluyen a través del interruptor electrónico 30, desde el primer dispositivo de almacenamiento de energía 10a al segundo dispositivo de almacenamiento de energía 10b, el circuito de control 50 comprende al menos un circuito de desacoplamiento 20.

Un convertidor elevador convencional tiene un diodo en dirección inversa a la salida. Para aumentar la eficiencia y proteger contra la sobrecarga térmica, en lugar del diodo se utiliza un transistor como interruptor 30, que está formado como un MOSFET, por ejemplo, como una implementación OR-MOS. Su diodo parásito interno, que siempre está presente debido al proceso de fabricación, debe ser puenteado por el conmutador 30 en forma de apoyo cuando la corriente fluye hacia adelante. Sin embargo, en el caso del bloqueo, sólo debe actuar su diodo parásito.

Pero el uso del interruptor 30, es decir, del transistor como un MOSFET, tiene la desventaja de que es bidireccional, a diferencia de un diodo. Es decir, se requiere un circuito de desacoplamiento correspondiente 20 para la operación de elevación, ya que después de cada operación de conmutación la tensión de elevación es reducida inmediatamente de nuevo por la corriente inversa que fluye desde el potencial más alto del primer dispositivo de almacenamiento de energía 10a al potencial más bajo del segundo dispositivo de almacenamiento de energía 10b. Al hacerlo, también puede ser necesario tener en cuenta los fenómenos de retroalimentación positiva del interruptor electrónico 30, que se discutirán con más detalle más adelante en relación con la Fig. 4.

No hay limitaciones con respecto a los dispositivos de almacenamiento de energía. Es posible combinar las características de al menos dos dispositivos de almacenamiento de energía 10a, 10b. Por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento de energía de baja impedancia puede combinarse con un dispositivo de almacenamiento de energía de mayor impedancia. Por ejemplo, sería concebible utilizar baterías con diferentes impedancias como el primer dispositivo de almacenamiento de energía 10a y el segundo dispositivo de almacenamiento de energía 10b, respectivamente. Sin embargo, también es concebible utilizar al menos un condensador, por ejemplo, un condensador

de doble capa como dispositivo de almacenamiento de energía, por ejemplo, como el primer dispositivo de almacenamiento de energía 10a.

En una realización preferida, el interruptor electrónico 30 se implementa como un transistor, como un MOS, por ejemplo, en una implementación OR-MOS.

Preferiblemente, el primer dispositivo de almacenamiento de energía 10a presenta al menos el mismo nivel de energía nominal, por ejemplo, el mismo voltaje nominal y/o la misma corriente nominal que el segundo dispositivo de almacenamiento de energía 10b. Preferentemente, el circuito de desacoplamiento 20 comprende al menos uno de los circuitos de desacoplamiento digital y/o un circuito de desacoplamiento analógico, como se muestra en la Fig. 2.

En la Figura 2, se muestra una sección del sistema híbrido de almacenamiento de energía 100 como un diagrama de circuito electrónico. En otra realización preferida, el circuito de desacoplamiento analógico 20 comprende un limitador 42, un comparador 40, y al menos uno de: al menos un elemento proporcional 44, y/o al menos un elemento integrador 46.

El elemento proporcional 44 está preferiblemente incorporado como al menos una resistencia que limita la corriente en el comparador 40. En principio, también son concebibles otros limitadores de corriente. Preferentemente, el elemento integrador 46 comprende al menos un condensador que suprime los fenómenos de retroalimentación positiva del interruptor 30.

Para una desconexión del interruptor 30 cuando está desconectado el convertidor elevador 24, el circuito de desacoplamiento 20 comprende al menos una puerta AND 38, por ejemplo, mediante un "0" lógico en la puerta AND 38.

Para controlar los flujos de energía, por ejemplo, las corrientes y/o tensiones, deben conocerse los valores medidos de los dispositivos de almacenamiento de energía 10a, 10b y/o la fuente de energía y/o el receptor de energía 16. Por lo tanto, en otra realización preferida, el circuito de control 50 comprende al menos un correspondiente registro de valores medidos 12 (Fig. 3), que se ha omitido para mayor claridad en la Fig. 2.

En otro ejemplo de realización preferida en la Fig. 3, se muestra esquemáticamente una sección del sistema híbrido de almacenamiento de energía 100 con un dispositivo de control 56 que comprende al menos un controlador de refuerzo 24 y al menos un controlador reductor 22. La adquisición de valores medidos 12 adquiere los valores medidos, por ejemplo, la tensión y/o la corriente, del receptor de energía 16 y de los dispositivos de almacenamiento de energía 10a, 10b. Los valores medidos determinan el respectivo modo de funcionamiento del sistema híbrido de almacenamiento de energía 100, por ejemplo, un modo de convertidor reductor o un modo de convertidor elevador, así como variables de comando para un sistema de gestión de carga 54 que comprende al menos un microcontrolador 26. Las variables de comando son, por ejemplo, la corriente y el voltaje del receptor de energía externo 16 y pueden parametrizarse en forma arbitraria por medio de la gestión de carga 54 y sirven para operar los al menos dos dispositivos de almacenamiento de energía 10a, 10b dentro de su rango de confort. Por ejemplo, si se supera una corriente predefinida, el dispositivo de almacenamiento de energía 10a, que se implementa por ejemplo como un condensador de doble capa de baja impedancia, sirve como fuente de corriente y tensión. Si la tensión del dispositivo de almacenamiento de energía de baja impedancia 10a ha alcanzado el valor de la tensión del otro dispositivo de almacenamiento de energía 10b, por ejemplo, una batería, durante la descarga, se producen dos estados de funcionamiento. Para que la corriente siga fluyendo, el dispositivo de almacenamiento de energía 10b se conecta al receptor de energía 16, por ejemplo, un consumidor, mediante un actuador 62 que tiene al menos un interruptor 30. Si deja de fluir la corriente, la pausa de funcionamiento se utiliza para recargar el dispositivo de almacenamiento de energía 10a.

El actuador 62 funciona mediante diferentes señales de entrada. Una señal de salida del dispositivo de control 56; una señal, por ejemplo la tensión del dispositivo de almacenamiento de energía 10b, que controla el actuador 62 desde el funcionamiento del convertidor reductor al funcionamiento del convertidor elevador y viceversa; una señal de bloqueo de un generador de señales de bloqueo 52 de un discriminador de dirección de corriente 60 para impedir la corriente de energía inversa, en el que el circuito de desacoplamiento 20 comprende al menos el generador de señales de bloqueo 52 y el discriminador de dirección de corriente 60. El discriminador de dirección de corriente 60 comprende al menos un interruptor de umbral que tiene al menos una función de histéresis y/o al menos una función de transferencia de al menos primer orden, por ejemplo, $f(s) = K/(Ts+1)$, donde s describe el operador de Laplace, K describe un factor de transferencia estático, y T describe una constante de tiempo.

En esta realización, el dispositivo de almacenamiento de energía 10b se implementa como una batería, por ejemplo, y típicamente tiene una mayor impedancia que el dispositivo de almacenamiento de energía 10a, que se implementa como un condensador, por ejemplo, un condensador de doble capa. Sin embargo, también es concebible tener dos dispositivos de almacenamiento de energía 10a, 10b, por ejemplo, dos baterías, una de alta impedancia y otra de baja impedancia. En lugar de una batería con menor impedancia, también es concebible un condensador, por ejemplo, de doble capa.

En principio, el discriminador de la dirección de la corriente 60 también puede implementarse digitalmente, por ejemplo, en el dispositivo de control 56. Sería concebible un bloqueo de la corriente inversa, por ejemplo, a través de una medición que mida la velocidad de aumento de la corriente hasta un valor umbral de corriente definido o un valor umbral de tensión entre el convertidor elevador 24 y el convertidor reductor 22 utilizando convertidores analógicos/ digitales extremadamente rápidos y que esté integrado en el microcontrolador 26 o conectado externamente como un circuito integrado. Los convertidores analógicos/ digitales procesan las señales de la adquisición de valores medidos 12, que también tienen un rango dinámico y una velocidad de medición de unos pocos nanosegundos.

Para controlar al menos una corriente de energía electrofísica entre los al menos dos dispositivos de almacenamiento de energía que comprenden un primer dispositivo de almacenamiento de energía 10a y un segundo dispositivo de almacenamiento de energía 10b, que en cada caso disponen de una corriente de energía nominal y/o al menos una fuente de energía externa y/o al menos un receptor de energía externo 16, se ha previsto al menos un circuito de control 50 que tiene al menos un actuador de refuerzo 24 que comprende al menos un interruptor electrónico 30 y/o un actuador de refuerzo 22. El receptor de energía 16 se alimenta con una corriente de energía del primer acumulador de energía 10a en caso de una corriente de energía requerida superior a la corriente de energía nominal del segundo acumulador de energía 10b, mientras que el segundo acumulador de energía 10b suministra una corriente de energía nula o una corriente de energía constante que corresponde como máximo a la corriente de energía nominal del segundo acumulador de energía 10b. Se suprimen los fenómenos de retroalimentación del interruptor electrónico 30 y/o las corrientes de retorno de energía que fluyen a través del interruptor electrónico 30, desde el primer dispositivo de almacenamiento de energía 10a al segundo dispositivo de almacenamiento de energía 10b.

Los fenómenos de co-acoplamiento son principalmente eventos de conmutación de alta frecuencia que pueden conducir a la destrucción del circuito de desacoplamiento 20, como la destrucción del transistor utilizado para este propósito ejemplar, como un OR-MOSFET. Un transistor como un MOSFET u "OR-MOS" como interruptor 30 no es un componente ideal y, como cualquier otro componente, tiene propiedades parasitarias. Utilizando una descripción del modelo de un MOSFET como interruptor 30 según la Fig. 4, la razón principal es la capacitancia de unión del diodo parásito (DSDideal) o la capacitancia diferencial drenaje-fuente (CDSdiff) del transistor, dependiendo de la operación de conmutación. Esta capacitancia forma una resonancia en el contexto de la corriente de libre circulación del inductor del convertidor elevador. La unión decae lentamente al inicio de la fase de estado activado y se acumula en la fase de estado desactivado. Este proceso no se produce de forma brusca, especialmente a bajas corrientes de avance. La resistencia paralela RD-Son del conmutador 30, situada en la dirección de avance de la capacitancia parásita, provoca una caída de tensión que a su vez influye en el circuito de desacoplamiento 20. Es decir, además de la corriente continua a través del interruptor 30, se añade una componente de corriente alterna superpuesta de la causa de resonancia mencionada. Dado que las semiondas negativas superpuestas de la amplitud de resonancia, cuando la componente de CC es baja, dan al circuito de desacoplamiento 20 y, por tanto, al circuito de control 50 una corriente aparente que fluye hacia atrás y las semiondas positivas de la amplitud de resonancia dan una corriente adicional que fluye hacia delante, la lógica de control comienza a conmutar el interruptor 30 a la frecuencia de resonancia (normalmente en el rango de los MHz). Estos eventos de conmutación de alta frecuencia, referidos aquí como conmutación de avance, conducen a la destrucción del OR-MOS y por lo tanto son prevenidos o desacoplados por el integrador 46. En combinación, esto resulta en una capacidad de conmutación muy rápida entre los dispositivos de almacenamiento de energía 10a, 10b sin ningún fenómeno de retroalimentación positiva.

A medida que las corrientes de carga del dispositivo de almacenamiento de energía 10a disminuyen, el tiempo de encendido del PWM del interruptor 30 disminuye hasta que cae por debajo de la frecuencia del circuito de desacoplamiento 20. A partir de este punto, el circuito de desacoplamiento ya no permite que las corrientes pasen por el interruptor 30 hacia el dispositivo de almacenamiento de energía 10a y sólo actúa entonces el diodo parásito interno del interruptor 30. No obstante, para evitar las operaciones de conmutación innecesarias del circuito de desacoplamiento que puedan producirse y para mejorar la eficiencia en el caso, es posible desactivar el circuito de desacoplamiento con el microcontrolador 26 a través del acoplador de datos aislado 58.

Se entenderá que esta descripción puede estar sujeta a diversas modificaciones, cambios y adaptaciones, que están dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

Lista de referencias

10a	primer dispositivo de almacenamiento de energía
10b	segundo almacenamiento de energía
12	registro del valor medido
14	interruptor de puente
16	receptor de energía
20	circuito de desacoplamiento
22	convertidor reductor
24	convertidor elevador
26	microcontrolador
28	convertidor digital/ analógico
30	interruptor

	32	convertidor reductor con modulador de ancho de pulso
	34	convertidor elevador con modulador de ancho de pulso
	36	interruptor de control
	38	puerta AND
5	40	comparador
	42	limitador
	44	elemento proporcional
	46	integrador
	48	conductor de la puerta
10	50	circuito de control
	52	generador de señales de bloqueo
	54	gestión de carga
	56	dispositivo de control
	58	acoplador de datos aislado
15	60	discriminador del sentido de la corriente
	62	actuador
	100	sistema híbrido de almacenamiento de energía

REIVINDICACIONES

1. Un sistema híbrido de almacenamiento de energía que comprende
 - al menos dos dispositivos de almacenamiento de energía, que comprenden un primer dispositivo de almacenamiento de energía (10a) y un segundo dispositivo de almacenamiento de energía (10b), en cada caso con una corriente de energía nominal,
 - al menos un controlador de impulso (24) que presenta al menos un interruptor electrónico (30),
 - al menos un convertidor reductor (22),
 - un circuito de control (50), por medio del cual los almacenes de energía (10a, 10b) intercambian energía eléctrica entre sí y con al menos un receptor de energía (16) externo y, opcionalmente, con al menos una fuente de energía externa mediante corrientes de energía electrofísica en al menos una dirección,
 - en el que el circuito de control (50) presenta un microcontrolador (26) y, por medio del al menos un convertidor de refuerzo (24) y del al menos un convertidor reductor (22), controla el receptor de energía (16) en caso de que se requiera una corriente de energía del receptor de energía (16), superior a la corriente de energía nominal del segundo acumulador de energía (10b), con una corriente de energía del primer acumulador de energía (10a), mientras que el segundo acumulador de energía (10b) suministra una corriente de energía nula o una corriente de energía constante que corresponde como máximo a la corriente de energía nominal del segundo acumulador de energía (10b),
 - en el que el circuito de control (50) presenta al menos un circuito de desacoplamiento (20) para suprimir los fenómenos de retroalimentación positiva del interruptor electrónico (30) y para bloquear las corrientes de energía inversa que fluyen a través del interruptor electrónico (30) desde el primer dispositivo de almacenamiento de energía (10a) hacia el segundo dispositivo de almacenamiento de energía (10b), mientras el interruptor electrónico (30) comprende al menos un transistor MOSFET,
 - en el que el circuito de desacoplamiento es un circuito analógico y comprende al menos un limitador (42), al menos un comparador (40), habiéndose dispuesto el limitador (42) dispuesto a la entrada del comparador (40), limitando la tensión del mismo, y al menos una puerta AND (38) para desconectar el interruptor electrónico (30) cuando el convertidor elevador (24) está desconectado, en el que el limitador (42), el comparador (40) y la puerta AND (38) están conectados en serie, por lo que se produce una supresión de los fenómenos de retroalimentación positiva y un bloqueo de las corrientes de retorno de energía desde el primer almacén de energía (10a) al segundo almacén de energía (10b),
 - en el que el microcontrolador (26) está conectado al circuito de desacoplamiento (20) a través de un acoplador de datos (58) que aísla los diferentes potenciales de los dispositivos de almacenamiento de energía (10a, 10b) para que el circuito de desacoplamiento (20) no funcione.
2. Sistema híbrido de almacenamiento de energía de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el primer dispositivo de almacenamiento de energía (10a) presenta al menos la misma tensión nominal que el segundo dispositivo de almacenamiento de energía (10b).
3. Sistema híbrido de almacenamiento de energía de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el primer almacenamiento de energía (10a) presenta al menos la misma corriente nominal que el segundo almacenamiento de energía (10b).
4. Sistema híbrido de almacenamiento de energía de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el circuito de desacoplamiento analógico presenta al menos uno de los siguientes elementos que comprende al menos un elemento proporcional (44) y al menos un elemento integrador (46).
5. Sistema híbrido de almacenamiento de energía de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque el elemento proporcional (44) comprende al menos una resistencia que limita la corriente en el comparador (40).
6. Sistema híbrido de almacenamiento de energía de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque el elemento integrador (46) comprende al menos un condensador que suprime los fenómenos de retroalimentación positiva del interruptor (30).
7. Sistema híbrido de almacenamiento de energía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el circuito de control (50) dispone de al menos una detección de valores de medición (12) para detectar valores de medición de al menos uno de los elementos que componen los almacenes de energía (10a, 10b), la fuente de energía, el receptor de energía.
8. Procedimiento para controlar al menos una corriente de energía electrofísica en al menos una dirección entre al menos dos dispositivos de almacenamiento de energía, que comprende un primer dispositivo de almacenamiento de energía (10a) y un segundo dispositivo de almacenamiento de energía (10b), con en cada caso una corriente de energía nominal y al menos un receptor de energía externo (16) y opcionalmente al menos una fuente de energía externa,
 - con un circuito de control (50) con un microcontrolador (26) y con al menos un convertidor elevador (24), que tiene al menos un interruptor electrónico (30), y al menos un convertidor reductor (22), en el que el receptor de energía (16), en el caso de una corriente de energía requerida, tiene una corriente de energía nominal que es superior a la corriente de energía nominal, superior a la corriente de energía nominal del segundo acumulador de energía (10b), estando el

receptor de energía (16) servido por una corriente de energía del primer acumulador de energía (10a), mientras que el segundo acumulador de energía (10b) suministra una corriente de energía nula o una corriente de energía constante correspondiente como máximo a la corriente de energía nominal del segundo acumulador de energía (10b),

5 en el que el interruptor electrónico (30) es un transistor MOSFET, cuya retroalimentación positiva está suprimida, en el que se suprimen las corrientes de retorno de energía que fluyen a través del transistor MOSFET desde el primer al segundo dispositivo de almacenamiento de energía (10a, 10b),

10 en el que un circuito de desacoplamiento analógico que comprende al menos un limitador (42), al menos un comparador (40), estando dicho limitador (42) dispuesto a la entrada de dicho comparador (40) y limitando la tensión del mismo, y al menos una puerta AND (38), estando dicho limitador (42), dicho comparador (40) y dicha puerta AND (38) conectados en serie,

en la que la compuerta AND apaga el interruptor electrónico (30) cuando el convertidor elevador (24) se apaga, para suprimir los fenómenos de coacople y para interconectar las corrientes inversas de energía desde el primer dispositivo de almacenamiento de energía (10a) al segundo dispositivo de almacenamiento de energía (10b), y

15 en el que el microcontrolador (26) está conectado al circuito de desacoplamiento (20) a través de un acoplador de datos (58) que aísla diferentes potenciales de los dispositivos de almacenamiento de energía (10a, 10b) para desactivar el circuito de desacoplamiento (20).

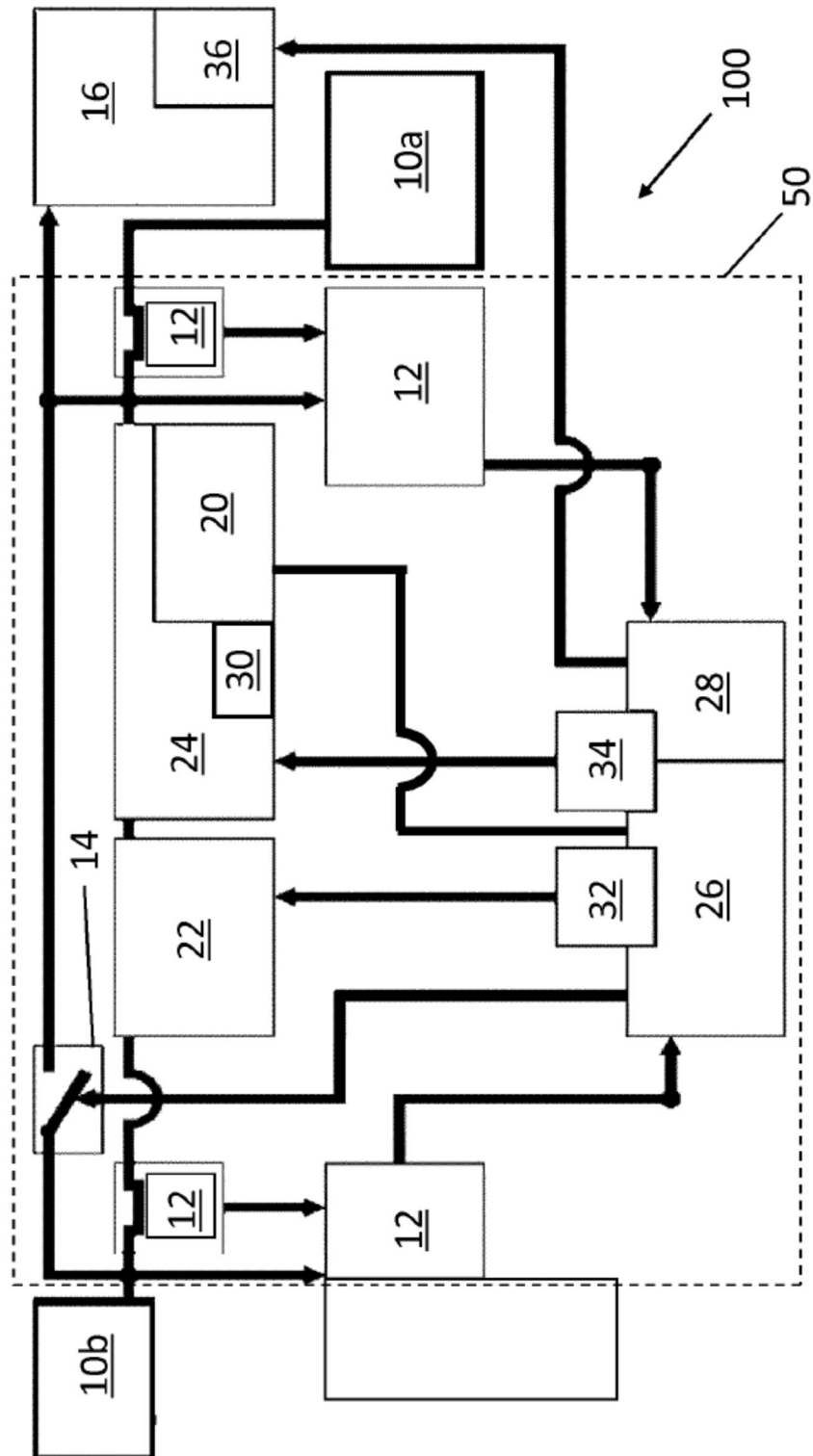


Fig. 1

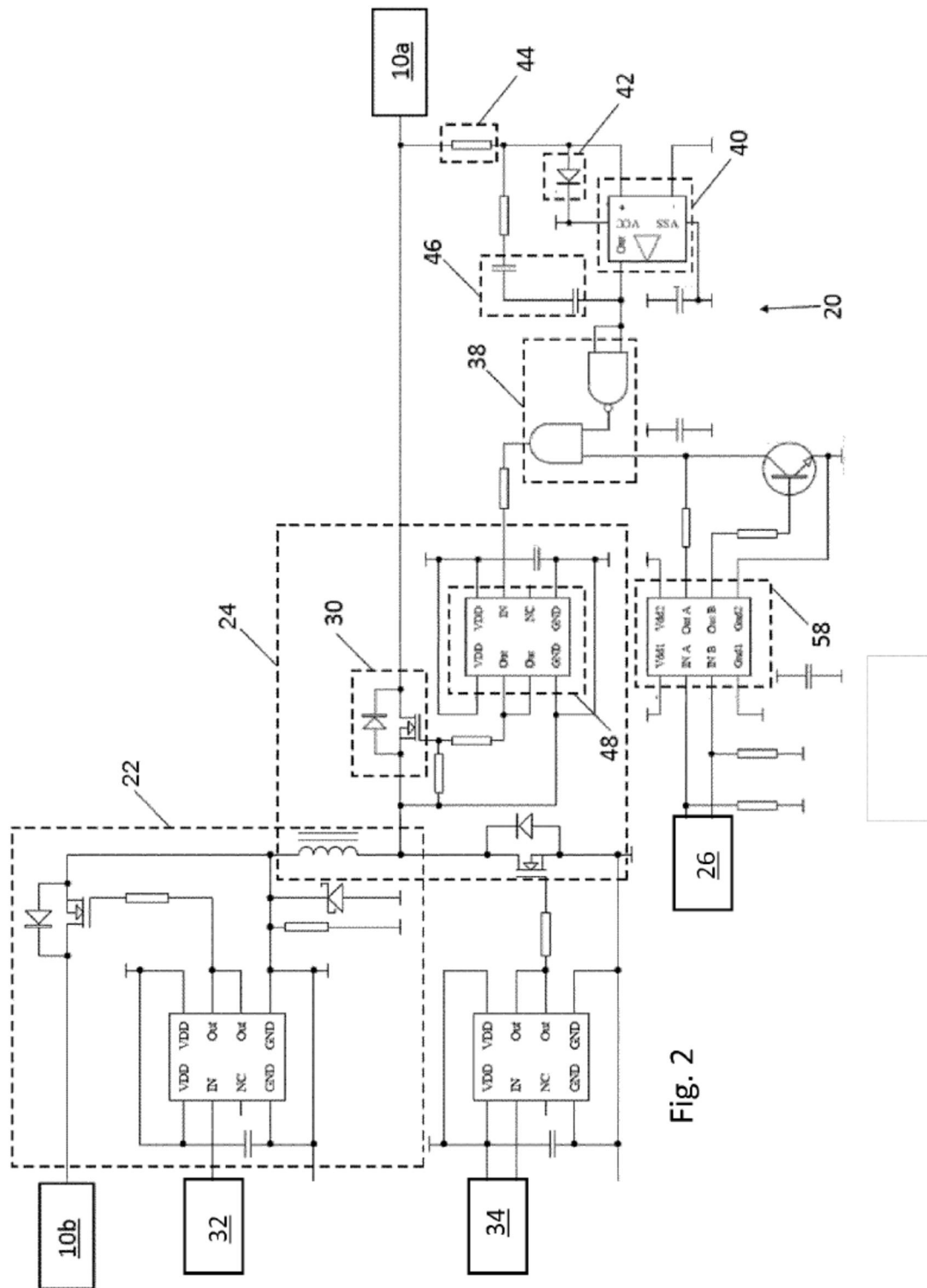


Fig. 2

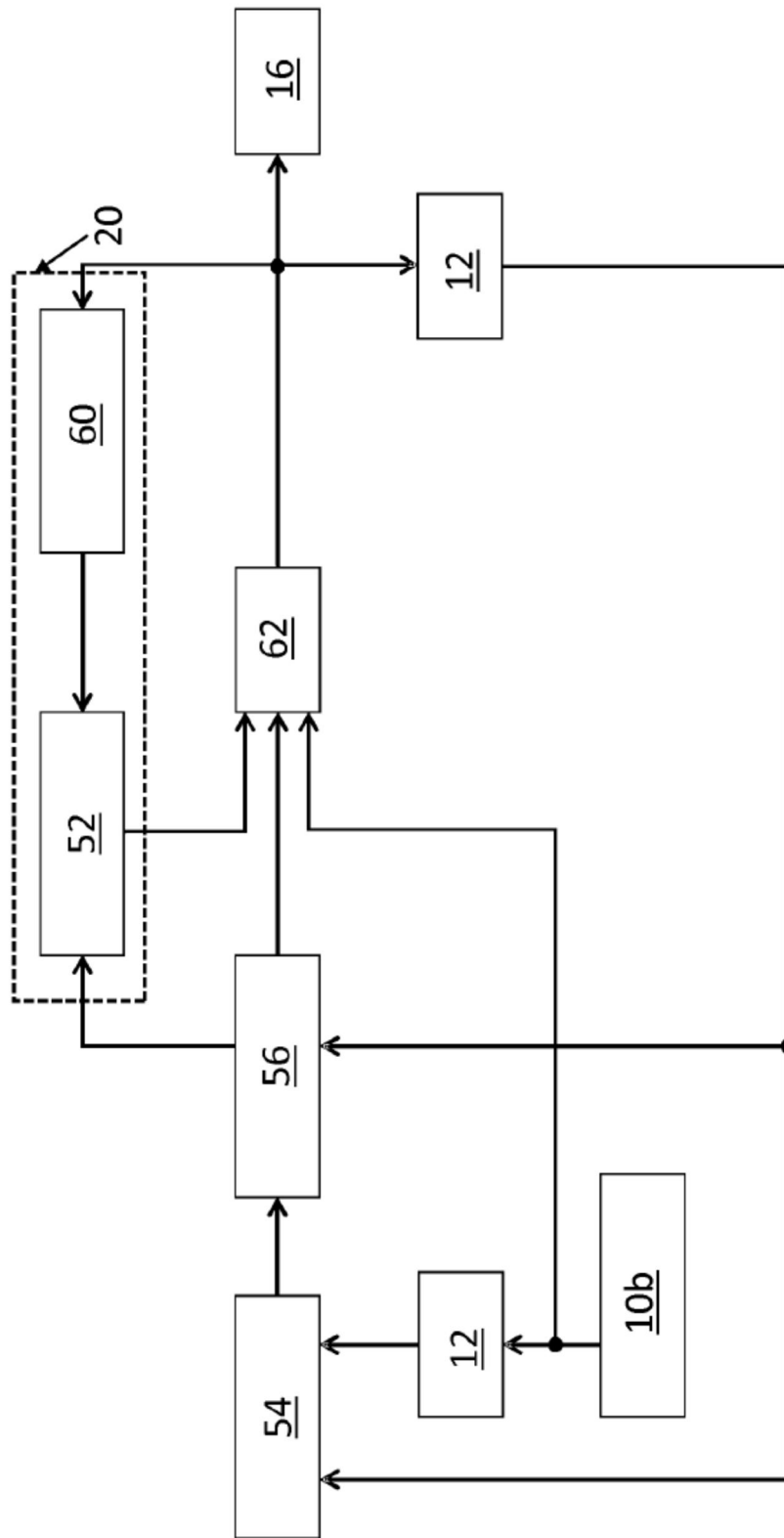


Fig. 3

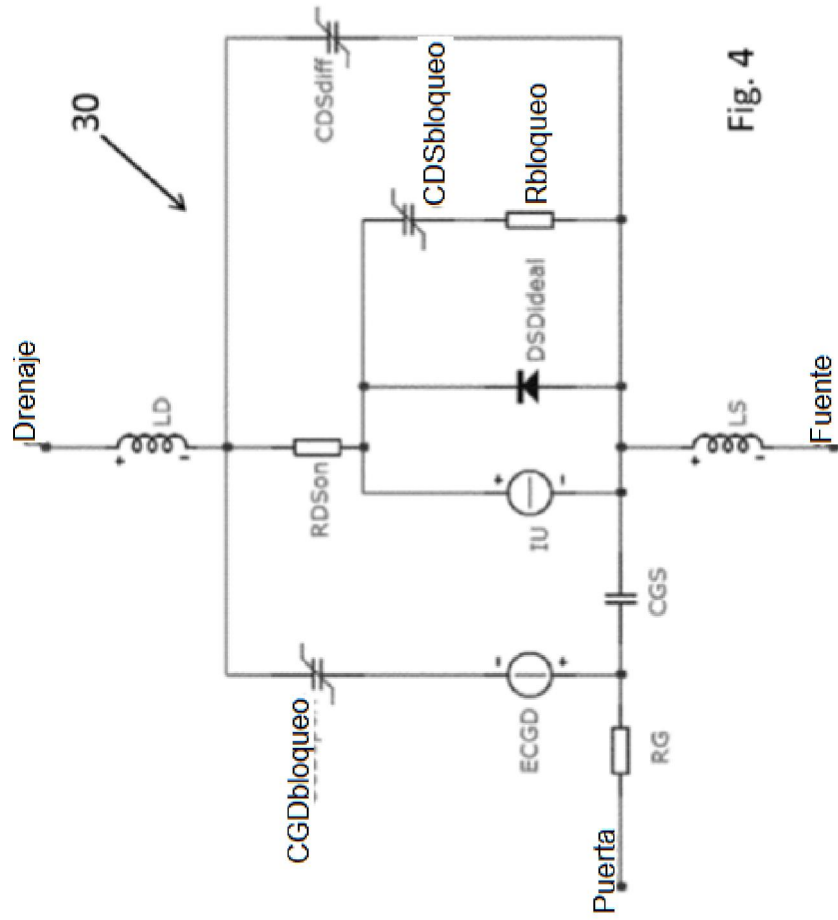


Fig. 4