

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 897**

51 Int. Cl.:

**H01M 10/44** (2006.01)

**H01M 10/48** (2006.01)

**B60L 11/18** (2006.01)

**H02J 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.04.2012 PCT/EP2012/057499**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.11.2012 WO12152582**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2012 E 12716428 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2018 EP 2705564**

54 Título: **Procedimiento para controlar una batería así como una batería para llevar a cabo el procedimiento**

30 Prioridad:

**06.05.2011 DE 102011075376**

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

**23.05.2018**

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (50.0%)**

**Postfach 30 02 02**

**70442 Stuttgart, DE y**

**SAMSUNG SDI CO., LTD. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**SCHMIDT, RALPH;**

**BUTZMANN, STEFAN y**

**FINK, HOLGER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 668 897 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

Procedimiento para controlar una batería así como una batería para llevar a cabo el procedimiento

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento para controlar una batería con al menos un ramal de módulos de batería, en el que un módulo de batería en el ramal de módulos de batería comprende una unidad de acoplamiento. La invención hace referencia en particular a un procedimiento para controlar una batería, en la que unos grupos de módulos de batería pueden entregar de forma redundante la misma tensión de salida y la selección de módulos de batería se realiza para la conducción de corriente en función de las características de las baterías.

Estado de la técnica

10 Se vislumbra que en el futuro se emplearán cada vez más sistemas de baterías, tanto en aplicaciones inmóviles como en vehículos como vehículos híbridos o eléctricos. Para poder cumplir con los requisitos dados para una aplicación respectiva en cuanto a tensión y a la potencia que puede ponerse a disposición se conecta un gran número de celdas de batería en serie. Debido a que la corriente puesta a disposición por una batería de este tipo tiene que fluir por todas las celdas de batería y una celda de batería solo puede conducir una corriente limitada, se conectan con frecuencia adicionalmente unas celdas de batería en paralelo para aumentar la corriente máxima. Esto  
15 puede producirse ya sea previendo varias cubiertas de celdas dentro de una carcasa de celdas de batería o bien mediante una interconexión externa de celdas de batería. A este respecto es problemático, sin embargo, que a causa de unas capacidades y tensiones de celda no exactamente idénticas pueda alcanzarse a unas corrientes de balance entre las celdas de batería conectadas en paralelo.

20 En la figura 1 se ha representado el esquema de conexiones de principio de un sistema de accionamiento eléctrico habitual, como el que se emplea por ejemplo en vehículos eléctricos e híbridos o también en aplicaciones estacionarias como en el caso de la regulación de las palas del rotor en las centrales eólicas. Una batería 10 está conectada a un circuito intermedio de tensión continua, el cual se regula mediante un condensador 11. Al circuito intermedio de tensión continua está conectado un inversor de pulso 12 que, a través de respectivamente dos válvulas semiconductoras conmutables y dos diodos, pone a disposición en tres salidas unas corrientes sinusoidales desplazadas mutuamente en fase para la operativa de un motor de accionamiento eléctrico 13. La capacidad del condensador 11 tiene que ser suficientemente grande para estabilizar la tensión en el circuito intermedio de tensión continua durante un periodo de tiempo, en el que se interconecta una de las válvulas semiconductoras conmutables. En una aplicación práctica, como un vehículo eléctrico, se obtiene una gran capacidad en un rango de mF. A causa de la tensión habitualmente bastante alta del circuito intermedio de tensión continua, una capacidad tan grande sólo  
25 puede obtenerse con unos costes elevados y con una elevada necesidad de espacio.

30 La figura 2 muestra la batería 10 de la figura 1 en un esquema de conexiones en bloques detallado. Se ha conectado una pluralidad de celdas de batería en serie y opcionalmente en paralelo, para conseguir una tensión de salida y una capacidad de batería elevadas deseadas para una aplicación respectiva. Entre el polo positivo de las celdas de batería y un terminal de batería positivo 14 se ha conectado un dispositivo de carga y separación 16. Opcionalmente puede conectarse además un dispositivo de separación 17 entre el polo negativo de las celdas de batería y un terminal de batería negativo 15. El dispositivo de separación y carga 16 y el dispositivo de separación 17 comprenden respectivamente un contactor 18 ó 19, que están previstos para separar las celdas de batería de los terminales de batería, para conectar los terminales de batería sin tensión. A causa de la elevada tensión continua de las celdas de batería conectadas en serie se produce en cambio un considerable potencial de riesgo para el personal de mantenimiento, etc. En el dispositivo de carga y separación 16 está prevista además un contactor de carga 20 con una resistencia de carga 21 conectada en serie respecto al contactor de carga 20. La resistencia de carga 21 limita una corriente de carga para el condensador 11, cuando la batería se conecta al circuito intermedio de tensión continua. Para ello en primer lugar se deja abierto el contactor 18 y solo se cierra el contactor de carga 20. Si la tensión en el terminal de batería positivo 14 alcanza la tensión de las celdas de batería, el contactor 19 puede cerrarse y dado el caso abrirse el contactor de carga 20. Los contactores 18, 19 y el contactor de carga 20 aumentan los costes para una batería 10 de forma nada despreciable, ya que se imponen unos elevados requisitos a su fiabilidad y a las corrientes a conducir desde las mismas.

35 El documento DE 10 2009 027833 A1 describe un intercambiador de energía para un sistema de baterías, en donde el intercambiador de energía comprende un primer y un segundo convertidor CC/CC primario respectivamente con dos entradas y dos salidas. Las entradas están configuradas para la conexión de un módulo de batería y el primer y el segundo convertidor CC/CC primario están conectados en serie en el lado de salida. El intercambiador de energía posee al menos un primer convertidor CC/CC primario con dos entradas, que están unidas a las salidas del primer convertidor CC/CC primario, y con una primera salida unida a una de las salidas del primer convertidor CC/CC primario. Se produce un balance del estado de carga entre módulos de batería del sistema de baterías en base a los  
40 estados de carga de los módulos de batería.

En las baterías descritas del estado de la técnica existe el inconveniente de que por las celdas o los módulos de batería contenida(o)s en el sistema fluye la misma corriente y, de este modo, no es necesario que se activen

individualmente. Por ello no existe ninguna posibilidad de influir en diferentes estados de celdas de batería individuales.

Descripción de la invención

5 Conforme a la invención se expone por ello un procedimiento para controlar una batería, que comprende al menos un ramal de módulos de batería formado por una pluralidad de módulos de batería acoplados unos a otros, en donde un módulo de batería presenta una unidad de acoplamiento, que está configurada de tal manera que el módulo de batería pueda entregar una tensión positiva del módulo de batería y una tensión de 0 V. De este modo se aumenta ventajosamente la posibilidad de selección para un ajuste escalonado de la tensión.

10 El procedimiento comprende a este respecto en primer lugar el paso del requerimiento de una tensión de salida de la batería o de una tensión de salida del ramal de batería, que debe ponerse a disposición, y de la determinación de un número de módulos de batería, que sea necesario para poner a disposición la tensión de salida requerida. A continuación se presenta una selección de módulos de batería, hasta que se alcanza el número necesario de módulos de batería, en función de al menos una de las variables características de la batería: del estado de la batería, en donde se seleccionan módulos de batería con un estado de carga alto con una mayor probabilidad que los módulos de batería con un estado de carga bajo, si la corriente que sale de la batería o del ramal de batería presenta un valor superior a cero, o se seleccionan módulos de batería con un estado de carga bajo con una mayor probabilidad que los módulos de batería con un estado de carga alto, si la corriente que sale de la batería o del ramal de batería presenta un valor inferior a cero; de la temperatura, en donde se seleccionan módulos de batería con una temperatura baja con una mayor probabilidad que los módulos de batería con una temperatura elevada, en donde por ejemplo en primer lugar se determina una secuencia de los módulos de batería en función de la temperatura y los mismos se seleccionan después en una secuencia creciente, lo que influye ventajosamente de forma positiva en el desarrollo de la temperatura en la batería; del envejecimiento, en donde se seleccionan módulos de batería (50) con un alto estado de salud (del inglés state of-health (SOH)) con una mayor probabilidad que los módulos de batería (50) con un bajo estado de salud (SOH), y de vida útil. Finalmente se pone a disposición la tensión de salida de la batería o la tensión de salida del ramal de batería requerida.

La unidad de acoplamiento comprende de forma preferida una primera entrada, una segunda entrada, una primera salida y una segunda salida así como un primer, un segundo, un tercer y un cuarto conmutador, en donde el primer conmutador está conectado entre la primera entrada y la primera salida, el segundo conmutador entre la segunda entrada y la segunda salida, el tercer conmutador entre la primera entrada y la segunda salida y el cuarto conmutador entre la segunda entrada y la primera salida. La misma está configurada para, en un primer estado de conmutación y en respuesta a una primera señal de control, unir la primera entrada a la primera salida a través del primer conmutador y la segunda entrada a la segunda salida a través del tercer conmutador, o bien la primera entrada a la segunda salida a través del tercer conmutador y la segunda entrada a la primera salida a través del cuarto conmutador y, en un segundo estado de conmutación y en respuesta a una segunda señal de control, unir la primera salida a la segunda salida. Mediante las unidades de acoplamiento la tensión de salida puede ajustarse escalonadamente. A este respecto las unidades de acoplamiento son capaces de entregar ya sea la tensión 0 V o la tensión de módulo positiva  $U_{mod}$ .

40 Los sistemas de baterías que pueden entregar una tensión de  $U_{mod}$  y 0 V, de forma preferida con las citadas unidades de acoplamiento, ofrecen ventajosamente la posibilidad de ajustar una tensión de salida deseada a través de varias combinaciones de módulos de batería o combinaciones de conmutación redundantes de las unidades de acoplamiento que participan en el sistema. En otras palabras, existen varias combinaciones redundantes de tensiones de salida de los módulos de batería, con las que puede alcanzarse la tensión de salida de batería requerida. A este respecto puede hacerse uso de este grado de libertad, para influir en diferentes estados de los módulos de batería individuales. De esta forma es posible influir específicamente en estados de los módulos de batería como estado de carga, temperatura, envejecimiento y vida útil. Esto puede realizarse tanto para toda la batería con varios ramales de batería como para cada ramal de batería individual.

50 Por lo tanto, para poner a disposición una tensión de salida de batería o de ramal de batería, que sea menor que la máxima tensión de salida de batería o de ramal de batería disponible, son posibles varias combinaciones diferentes de las unidades de acoplamiento participantes en el sistema, pero equivalentes para el comportamiento en los bornes hacia fuera, que comprendan de forma preferida conmutadores semiconductores. Por todos los módulos de batería contenidos en el sistema ya no fluye la misma corriente, como es el caso en la solución representada en la figura 1, que representa el estado actual de la técnica. Mediante estas diferentes combinaciones de conmutación equivalentes de las unidades de acoplamiento se obtienen en el procedimiento de control diferentes posibilidades para optimizar diferentes estados de la batería.

55 De forma preferida en el paso de la selección de módulos de batería se seleccionan los módulos de batería necesarios secuencialmente en el tiempo. De esta manera puede seleccionarse un módulo de batería tras el otro de forma correspondiente a los criterios elegidos.

El paso de la selección de módulos de batería en función del estado de carga comprende a este respecto de forma preferida los pasos siguientes. Determinación del número de módulos necesario para conseguir la tensión de salida de batería requerida y, si la corriente que sale de la batería o del ramal de batería presenta un valor superior a cero, la selección se realiza según el estado de carga decreciente. Por ejemplo primero se selecciona el módulo de batería con el máximo estado de carga, después el módulo de batería con el segundo estado de carga más alto, etc. En el caso de una corriente inferior a cero, la selección se realiza de forma todavía más preferida según el estado de carga creciente. Por ejemplo se selecciona después en primer lugar el módulo de batería con el estado de carga más bajo, después el módulo de batería con el segundo estado de carga más bajo, etc. Sin embargo, también pueden predeterminarse unos rangos de estado de carga y asignarse a estos rangos de estado de carga determinadas probabilidades de selección. En particular puede asignarse a un rango de estado de carga alto una mayor probabilidad de selección que a un rango de estado de carga bajo, y viceversa. Después las baterías con un estado de carga alto participan con más frecuencia en la conducción de corriente que las que tienen un estado de carga bajo, y no es necesario determinar una secuencia de los módulos de batería según el estado de carga.

En el paso de la selección de módulos de batería en función de la temperatura, sin embargo, también pueden predeterminarse rangos de temperatura y asignarse a estos rangos de temperatura determinadas probabilidades de selección. En particular puede asignarse a un rango de temperatura bajo una mayor probabilidad de selección que a un rango de temperatura alto. Después las baterías con una temperatura elevada participan con menos frecuencia en la conducción de corriente y no es necesario determinar siempre una secuencia.

En el paso de la selección de módulos de batería según su estado de salud o state-of-health (del inglés) pueden seleccionarse de forma preferida módulos de batería, en particular en una secuencia que se corresponda con la disposición de los módulos de batería según su estado de salud decreciente. Sin embargo, también pueden predeterminarse unos rangos de estado de salud y asignarse a estos rangos de estado de salud determinadas probabilidades de selección. En particular puede asignarse a un rango de estado de salud una mayor probabilidad de selección que a un rango de estado de salud bajo. Después las baterías con un estado de estado de salud alto participan con más frecuencia en la conducción de corriente que las que tienen un estado de salud bajo, y no es necesario determinar una secuencia de los módulos de batería según su estado de salud. Al mismo tiempo se influye positivamente en el envejecimiento de los módulos de batería.

El paso de la determinación del número de módulos de batería comprende de forma preferida el paso de la determinación de combinaciones de estados de conmutación de las unidades de acoplamiento de los módulos de batería, con los que puede alcanzarse la tensión de salida de batería requerida. El paso de la selección de módulos de batería comprende después el paso de la selección de una combinación entre las combinaciones determinadas previamente de estados de conmutación de las unidades de acoplamiento de módulos de batería, que se realiza en función de al menos unas de las variables características de batería citadas. La puesta a disposición de la tensión de salida se realiza después tras la emisión de las señales de control correspondientes a las unidades de acoplamiento.

En el paso de la selección de los módulos de batería puede elegirse el número de módulos de batería seleccionados, de tal manera que sea mínimo. También con ello puede influirse positivamente en el envejecimiento de la batería.

En un segundo ejemplo de realización la unidad de acoplamiento está configurada además para, en un tercer estado de conmutación y en respuesta a una tercera señal de control, unir la primera entrada a la segunda salida y la segunda entrada a la primera salida. De este modo puede conmutarse hacia fuera también la tensión de salida de módulo negativa  $-U_{\text{mod}}$ , adicionalmente a la tensión de salida de módulo positiva  $+U_{\text{mod}}$  y a la tensión 0 V. Después el paso de la selección de los módulos de batería comprende además, si en el al menos un ramal de batería fluye una corriente superior a cero y se necesita una tensión de salida de ramal positiva, la selección de los módulos de batería con un estado de carga alto con una mayor probabilidad que los módulos de batería con un estado de carga bajo. Si en el al menos un ramal de batería fluye una corriente inferior a cero y se necesita una tensión de salida de ramal positiva, se produce la selección de los módulos de batería con un estado de carga bajo con una mayor probabilidad que los módulos de batería con un estado de carga alto. Si en el al menos un ramal de batería se necesita una tensión de salida de ramal negativa y fluye una corriente inferior a cero, se produce la selección de los módulos de batería con un estado de carga alto con una mayor probabilidad que los módulos de batería con un estado de carga bajo. Sin embargo, si en el al menos un ramal de batería se necesita una tensión de salida de ramal negativa y fluye una corriente superior a cero, se produce la selección de los módulos de batería con un estado de carga bajo con una mayor probabilidad que de los módulos de batería con un estado de carga alto.

La batería puede comprender una pluralidad de ramales de módulos de batería, en donde la diferencia de los ramales de módulos de batería entre dos ramales define la tensión de salida de batería requerida. La selección de la diferencia entre los ramales de módulos de batería puede realizarse después en función de al menos una de las variables características de batería citadas, como se ha descrito antes. También las diferencias entre los ramales de módulos de batería forman un grupo redundante. La redundancia puede seleccionarse para influir específicamente en las variables características de batería de los módulos de batería.

Conforme a la invención se expone además una batería, que comprende al menos un ramal de módulos de batería formada por una pluralidad de módulos de batería acoplados unos a otros. Un módulo de batería presenta a este respecto una unidad de acoplamiento, y la unidad de acoplamiento comprende una primera entrada, una segunda entrada, una primera salida y una segunda salida así como un primer, un segundo, un tercer y un cuarto conmutador, en donde el primer conmutador está conectado entre la primera entrada y la primera salida, el segundo conmutador entre la segunda entrada y la segunda salida, el tercer conmutador entre la primera entrada y la segunda salida y el cuarto conmutador entre la segunda entrada y la primera salida. La unidad de acoplamiento está configurada para unir en un primer estado de conmutación, en respuesta a una primera señal de control, la primera entrada a la primera salida a través del primer conmutador y la segunda entrada a la segunda salida a través del tercer conmutador, o bien la primera entrada a la segunda salida a través del tercer conmutador y la segunda entrada a la primera salida a través del cuarto conmutador y, en un segundo estado de conmutación y en respuesta a una segunda señal de control, la primera salida a la segunda salida. Además de esto la batería está configurada para llevar a cabo el procedimiento conforme a la invención. La unidad de acoplamiento puede estar configurada además para, en un tercer estado de conmutación y en respuesta a una tercera señal de control, unir la primera entrada a la segunda salida y la segunda entrada a la primera salida.

Se exponen además un vehículo de motor con un motor de accionamiento eléctrico para propulsar el vehículo de motor y una batería conforme a la invención, unida al motor de accionamiento eléctrico.

La batería es de forma preferida una celda de batería de iones de litio.

#### Dibujos

Se explican con más detalle unos ejemplos de realización de la invención en base a los dibujos y a la siguiente descripción, en donde los símbolos de referencia iguales designan componentes iguales o funcionalmente del mismo tipo. Aquí muestran:

la figura 1 un sistema de accionamiento eléctrico conforme al estado de la técnica,

la figura 2 un esquema de conexiones en bloques conforme al estado de la técnica,

la figura 3 una unidad de acoplamiento conforme a la invención en un primer ejemplo de realización,

la figura 4 una primera forma de realización de la unidad de acoplamiento,

la figura 5 una segunda forma de realización de la unidad de acoplamiento,

la figura 6 una tercera forma de realización de la unidad de acoplamiento,

la figura 7 una forma de realización del módulo de batería conforme a la invención, y

La figura 8 un sistema de accionamiento con otra forma de realización de la batería conforme a la invención.

#### Formas de realización de la invención

La figura 3 muestra una unidad de acoplamiento 30 conforme a la invención. La unidad de acoplamiento 30 posee dos entradas 31 y 32 así como dos salidas 33 y 34. Está configurada para unir ya sea la primera entrada 31 a la primera salida 33 y la segunda entrada 32 a la segunda salida 34 o bien la primera entrada 31 a la segunda salida 34 y la segunda entrada 32 a la primera salida 33. En determinadas formas de realización de la unidad de acoplamiento, la misma puede estar configurada además para unir entre sí las dos salidas 33, 34, para generar una tensión de salida de 0 V. De este modo puede ajustarse por ejemplo también una tensión de salida aproximadamente sinusoidal de la batería.

La figura 4 muestra una posible aplicación técnica de conmutación de la forma de realización de la unidad de acoplamiento 30 en un primer ejemplo de realización, en la que están previstos un primer, un segundo y un tercer conmutador 35, 36 y 37. El primer conmutador 35 está conectado entre la primera entrada 31 y la primera salida 33, el segundo conmutador 36 está conectado entre la segunda entrada 32 y la segunda salida 34 y el tercer conmutador 37 entre la primera salida 33 y la segunda salida 34. Esta forma de realización ofrece la ventaja que los conmutadores 35, 36 y 37 pueden materializarse fácilmente como conmutadores semiconductores, como p.ej. MOSFETs o IGBTs. Los conmutadores semiconductores tienen la ventaja de un precio favorable y una elevada velocidad de conmutación, de tal manera que la unidad de acoplamiento 30 puede reaccionar en un breve espacio de tiempo a una señal de control o a una variación de la señal de control y pueden alcanzarse unas elevadas velocidades de conmutación.

La unidad de acoplamiento 30 está configurada para unir, ya sea la primera entrada 31 a la primera salida 33 a través del primer conmutador 35 o la segunda entrada 32 a la segunda salida 34 a través del segundo conmutador 36 (y desacoplar la primera salida 33 de la segunda salida 34 mediante la apertura del tercer conmutador 37), o también unir la primera salida 33 a la segunda salida 34 mediante el cierre del tercer conmutador 37 (y con ello desacoplar las entradas 31 y 32 mediante la apertura del primer y del segundo conmutador 35 y 36). La unidad de acoplamiento 30 puede estar configurada además para separar las dos entradas 31, 32 de las salidas 33, 34 y también para desacoplar la primera salida 33 de la segunda salida 34. Sin embargo, no está previsto unir la primera entrada 31 a la segunda entrada 32.

Para la conmutación se utilizan unas señales de control correspondientes. En respuesta a una primera señal de control se alcanza un primer estado de conmutación, en el que la primera entrada 31 está unida a la primera salida 33 a través del conmutador 35 así como la segunda entrada 32 a la segunda salida 34 a través del conmutador 36. En respuesta a una segunda señal de control se une la primera salida 33 a la segunda salida 34. A continuación se alcanzan los estados de conmutación de las unidades de acoplamiento siempre mediante unas señales de control correspondientes. Las señales de control pueden enviarse a este respecto desde un sistema de gestión de baterías.

La figura 5 muestra una segunda forma de realización de la unidad de acoplamiento 30, en la que están previstos un primer, un segundo, un tercer y un cuarto conmutador 35, 36, 37 y 38. El primer conmutador 35 está conectado entre la primera entrada 31 y la primera salida 33, el segundo conmutador 36 está conectado entre la segunda entrada 32 y la segunda salida 34, el tercer conmutador 37 entre la primera entrada 31 y la segunda salida 34, y el cuarto conmutador 38 entre la segunda entrada 32 y la primera salida 33. Esta forma de realización ofrece también la ventaja que los conmutadores 35, 36, 37 y 38 pueden materializarse fácilmente como conmutadores semiconductores.

La unidad de acoplamiento 30 está configurada para unir, ya sea la primera entrada 31 a la primera salida 33 a través del conmutador 35 y la segunda entrada 32 a la segunda salida 34 a través del conmutador 36, o bien para unir la primera entrada 31 a la segunda salida 34 a través del conmutador 37 y la segunda entrada 32 a la primera salida 22 a través del conmutador 38. Además de esto las dos salidas 33, 34 pueden unirse entre sí a través de los conmutadores 38 y 36, para generar una tensión de salida de 0 V.

La figura 6 muestra una tercera forma de realización de la unidad de acoplamiento 30, la cual posee un primer conmutador inversor 39 y un segundo conmutador inversor 40. También son concebibles unas formas de realización, en las que está previsto solo uno de los dos conmutadores inversores 39, 40 y el otro es sustituido por los conmutadores 35 y 38 ó 37 y 36. Los conmutadores inversores 39, 40 poseen la característica principal de poder interconectar solo una de sus entradas respectivas a su salida, mientras que se desacopla la entrada respectivamente restante. Esto ofrece la ventaja de que, incluso en el caso de un mal funcionamiento del conmutador o de la unidad de control empleado(a), la primera entrada 31 de la unidad de acoplamiento 30 no se une nunca a la segunda entrada 32 de la unidad de acoplamiento 30 y, de esta manera, pueden cortocircuitarse las celdas de batería conectadas. Los conmutadores inversores 39, 40 pueden materializarse de forma particularmente sencilla como conmutadores electromecánicos.

La figura 7 muestra una forma de realización del módulo de batería 50 conforme a la invención. Está conectada en serie una pluralidad de celdas de batería 51 entre las entradas de una unidad de acoplamiento 30. Sin embargo la invención no está limitada a un conexionado en serie de este tipo de celdas de batería, sino que puede estar también prevista una única celda de batería o bien un conexionado en paralelo o conexionado mixto serie-paralelo de celdas de batería. La primera salida de la unidad de acoplamiento 30 está unida a un primer terminal 52 y la segunda salida de la unidad de acoplamiento 30 a un segundo terminal 53. Como ya se ha explicado, el módulo de batería 50 según el segundo ejemplo de realización ofrece la ventaja de que las celdas de batería 51 pueden unirse mediante la unidad de acoplamiento 30 en una polaridad seleccionable a los terminales 52, 53, de tal manera que puede generarse una tensión de salida con diferente signo. También puede ser posible unir los terminales 52 y 53 entre ellos de forma conductora y generar una tensión de salida de 0 V, por ejemplo mediante el cierre de los conmutadores 36 y 38 y la apertura simultánea de los conmutadores 35 y 37 (o también mediante la apertura de los conmutadores 36 y 38 y el cierre de los conmutadores 35 y 37).

La figura 8 muestra un sistema de accionamiento con otra forma de realización de la batería conforme a la invención. En el ejemplo mostrado la batería posee tres ramales de módulos de batería 60-1, 60-2 y 60-3, que están conectados respectivamente directamente a una entrada de un motor de accionamiento 13. Debido a que la mayoría de los motores eléctricos disponibles están diseñados para operar con tres fases, la batería de la invención posee de forma preferida exactamente tres ramales de módulos de batería. La batería de la invención posee la ventaja adicional de que la funcionalidad de un inversor de pulso ya está integrada en la batería. Por medio de que una unidad de control de la batería activa un número variables de módulos de batería 50 de un ramal de módulos de batería 60 con polaridad alternante y desactiva los restantes módulos de batería 50 del ramal de módulos de batería 60 (es decir, prefija una tensión de salida de 0 V), pueden ponerse a disposición unas señales de tensión apropiadas (de forma preferida aproximadamente sinusoidales) para el accionamiento del motor de accionamiento 13.

A continuación se describe el procedimiento para controlar la batería, para poner a disposición una tensión de salida de ramal de batería o de batería requerida.

5 Todas estas baterías descritas anteriormente con unidades de acoplamiento 30 tienen en común la siguiente característica: para poner a disposición una tensión de salida requerida, que sea inferior a la máxima tensión de salida disponible, son posibles varias combinaciones de conmutación diferentes de los conmutadores semiconductores que participan en el sistema, pero equivalentes para el comportamiento en los bornes hacia fuera. A este respecto no por todos los módulos de batería 50 contenidos en el sistema fluye ya la misma corriente. Mediante estas diferentes combinaciones de conmutación equivalentes se obtienen en el procedimiento de control diferentes posibilidades de optimizar diferentes estados de la batería.

10 En la figura 8 se muestra a modo de ejemplo un sistema de accionamiento con un sistema de baterías con convertidor integrado, con tres ramales 60-1, 60-2, 60-3 y varios módulos 50 por ramal. En un primer ejemplo de realización del procedimiento se parte de la base de que los módulos de batería 50 están configurados de tal manera, que pueden entregar la tensión 0 V y  $+U_{mod}$ . La tensión de salida en un ramal 60-1, 60-2 y 60-3 puede ajustarse después en pasos de la tensión de módulo  $U_{mod}$ . La máxima tensión de salida de módulo es un múltiplo de la tensión de módulo individual  $U_{mod}$ . De este modo, en el caso de cuatro módulos de batería por ramal 60-1, 60-2, 60-3 la tensión de ramal de batería  $U_{Str}$  puede variar escalonadamente entre los valores 0 V y  $4xU_{mod}$ . A este respecto puede obtenerse una etapa de la tensión de salida con el siguiente número de diferentes estados de conmutación, equivalentes o redundantes:

$U_{Str} = 0:$	1 (todos los módulos de acoplamiento desconectados).
$U_{Str} = U_{mod}:$	4 (un módulo de acoplamiento conectado, 3 módulos de acoplamiento desconectados).
$U_{Str} = 2 U_{mod}:$	6 (2 módulos de acoplamiento conectado, 2 módulos de acoplamiento desconectados).
$U_{Str} = 3 U_{mod}:$	4 (3 módulos de acoplamiento conectado, 1 módulo de acoplamiento desconectado).
$U_{Str} = 4 U_{mod}:$	1 (todos los módulos de acoplamiento conectados).

20 En otras palabras, para la puesta a disposición de la tensión de salida de un ramal de batería  $U_{Str} = U_{mod}$  se dispone de cuatro posibles estados de conmutación: en cada caso solo un módulo de batería 50 de los cuatro módulos de batería del ramal 50 está conmutado de tal manera mediante la unidad de acoplamiento 30, que entrega la tensión de salida  $U_{mod}$ , mientras que los otros tres módulos de batería del ramal 50 están conmutados de tal manera mediante sus unidades de acoplamiento 30, que conducen hacia fuera la tensión 0 V, es decir, que sus dos salidas 33, 34 están unidas.

25 De esta manera están disponibles además, con las tensiones de salida 0 V y  $4 U_{mod}$ , respectivamente varios estados de conmutación equivalentes para dejar fluir la corriente  $I_{str}$ , que fluye hacia fuera del ramal o hacia dentro del mismo, a través de determinados módulos de batería 50.

30 La diferencia de potencial entre las conexiones del inversor se obtiene a partir de las tensiones de salida de los ramales 60-1, 60-2, 60-3 individuales. También aquí pueden conseguirse de forma redundante las mismas diferencias de potencial mediante diferentes tensiones de salida en los ramales 60-1, 60-2, 60-3. Si el estado de conmutación de todo el convertidor se describe mediante un triplete de números, en donde el primer número describe el estado de conmutación del primer ramal 60-1, el segundo número el del segundo ramal 60-2 y el tercer número el del tercer ramal 60-3 y los números indican qué múltiplo de la tensión de módulo  $U_{mod}$  está aplicado a los bornes del respectivo ramal 60-1, 60-2, 60-3, los siguientes estados tienen una diferencia de potencia idéntica: 100, 211, 322 y 433. A través de la selección de uno de los estados de conmutación equivalentes del convertidor puede distribuirse a su vez el flujo de corriente en este ramal entre determinados módulos.

35 Según en cuál de los estados de los módulos de batería 50 queramos influir se obtiene una prescripción de selección, según la cual los diferentes módulos de batería participan en la conducción de corriente. A continuación se pretende describir en primer lugar una influencia en el estado de carga. La selección de los módulos de batería 40 50 depende de la dirección del flujo de corriente en el ramal 60-1, 60-2, 60-3 y del estado de carga SOC. El estado de carga SOC de un módulo 50 puede o bien derivarse directamente de su tensión o puede acudirse a procedimientos conocidos para determinar el SOC. El sentido de la corriente se conoce a este respecto del ajuste del convertidor. Si el sentido de la corriente es tal que para la corriente en el ramal se aplica  $I_{str} > 0$ , en la conducción de la corriente participan los módulos 50 que tienen momentáneamente el máximo estado de carga. Si el sentido de la corriente es tal que para la corriente en el ramal se aplica  $I_{str} < 0$ , en la conducción de la corriente participan los 45 módulos 50 que tienen momentáneamente el mínimo estado de carga.

- Por ejemplo los módulos de batería 50 se seleccionan secuencialmente. Después de selecciona en primer lugar el módulo de batería 50 con el mínimo estado de carga SOC, después el módulo de batería 50 con el segundo estado de carga SOC más bajo, etc. Sin embargo, también pueden predeterminarse rangos del estado de carga y asignarse a estos rangos del estado de carga determinadas probabilidades de selección. En particular a un rango del estado de carga alto puede asignarse una mayor probabilidad de selección que a un rango del estado de carga bajo, y viceversa, según el sentido de la corriente deseado. Después participan las baterías con un estado de carga alto con más frecuencia en la conducción de corriente que las que tienen un estado de carga más bajo y no es necesario determinar una secuencia de los módulos de batería 50 según el estado de carga. En cualquier caso mediante este control se impide que el estado de carga de los diferentes módulos de batería 50 se diferencien mucho.
- 5
- 10 Un control de este tipo según la secuencia y el valor de una determinada variable característica de la batería o según las probabilidades de selección para rangos de valores de las variables características de la batería es a este respecto común a las siguientes variables características de la batería y a continuación no se describe explícitamente de nuevo para cada variable característica.
- 15 También puede influirse en la temperatura de los módulos de batería 50 y con ello en toda la batería. La temperatura de las celdas de batería se mide por motivos de seguridad y por ello es conocida. El sentido de la corriente no tiene importancia para el desarrollo de la temperatura. De forma preferida, conforme a la invención en la conducción de la corriente participan con más frecuencia los módulos 50 que tienen la temperatura mínima. En la conducción de la corriente participan con menos frecuencia los módulos que tienen la temperatura máxima.
- 20 Para influir en el envejecimiento pueden participar en la conducción de la corriente los módulos 50, si a partir de unos procedimientos conocidos se determina un estado de salud SOH para los módulos de batería 50, en función del mismo. De forma preferida en la conducción de la corriente participan con más frecuencia los módulos 50 con el SOH máximo. En la conducción de la corriente participan con menos frecuencia los módulos 50 que tienen el SOH mínimo. Si no se conoce ningún SOH para los módulos 50, puede realizarse la distribución de las duraciones de la conducción de corriente homogéneamente entre los módulos, de tal manera que se obtiene un envejecimiento homogéneo.
- 25
- Mediante el procedimiento conforme a la invención puede influirse también en la vida útil de los módulos de batería. A este respecto se determina la vida útil de las celdas de batería mediante los ciclos de carga y descarga. Para obtener el menor número de ciclos posible para un módulo, se seleccionan siempre aquellos estados de conmutación en los que se consigue el estado deseado con un número mínimo de módulos participantes en la
- 30 conducción de la corriente.
- Puede influirse respectivamente de forma individual en los estados de los módulos de batería. Sin embargo, también puede influirse en varios estados o en todos ellos. Si de las diferentes reglas se obtienen unos requisitos contradictorios para la selección de los módulos 50, esto puede resolverse a través de una priorización de las variables características individuales. Otra posibilidad de resolver este conflicto consiste en poner a disposición de
- 35 cada estado un determinado periodo de tiempo, en el que se seleccionan los módulos 50 según la regla correspondiente y después influyen reiteradamente en las variables características individuales.
- 40 En otro ejemplo de realización de la invención se emplean a continuación los módulos de batería 50 de la figura 5, que pueden entregar por lo tanto tres valores de tensión:  $+U_{mod}$ ,  $0\text{ V}$  y  $-U_{mod}$ . De este modo la tensión de salida en los ramales 60-1, 60-2 y 60-3 puede ajustarse en pasos de la tensión de módulo  $U_{mod}$  desde  $U_{Str'} = -4xU_{mod}$  a  $4xU_{mod}$ . A este respecto puede obtenerse una etapa de la tensión de salida con el siguiente número de diferentes estados de conmutación.

$$U_{Str'} = -4 U_{mod} \Rightarrow 1 \text{ (todos los módulos de batería entregan } -U_{mod}\text{).}$$

$$U_{Str'} = -3 U_{mod} \Rightarrow 4 \text{ (tres módulos } -U_{mod}\text{, un módulo } 0V\text{)}$$

$$U_{Str'} = -2 U_{mod} \Rightarrow 10$$

$$U_{Str'} = -U_{mod} \Rightarrow 16$$

$$U_{Str'} = 0V \Rightarrow 19$$

$$U_{Str'} = U_{mod} \Rightarrow 16$$

$$U_{Str'} = 2 U_{mod} \Rightarrow 10$$

## ES 2 668 897 T3

$U_{Str} = 3 U_{mod} \Rightarrow$  4 (tres módulos  $-U_{mod}$ , un módulo 0V)

$U_{Str} = 4 U_{mod} \Rightarrow$  1 (todos los módulos de batería entregan  $+U_{mod}$ ).

De este modo se obtienen, por ejemplo para la tensión de salida de ramal de batería de  $2xU_{mod}$  con las tensiones de módulo individuales de  $U_{mod}$  (+),  $-U_{mod}$  (-) y 0V (0), diez posibles combinaciones:

Módulo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	+	+	0	+	0	0	+	+	+	-
2	+	0	+	0	+	0	+	+	-	+
3	0	+	+	0	0	+	+	-	+	+
4	0	0	0	+	+	+	-	+	+	+

5 De este modo están disponibles, excepto con las tensiones de salida  $-4 U_{mod}$  y  $4 U_{mod}$ , respectivamente varios estados equivalentes redundantes, para dejar fluir la corriente I, que fluye hacia fuera del ramal 60-1, 60-2, 60-3 o hacia dentro del mismo, a través de determinados módulos 50.

10 La diferencia de potencial entre las conexiones del inversor se obtiene a partir de las tensiones de salida de los ramales 60-1, 60-2, 60-3 individuales. También aquí pueden conseguirse de forma redundante las mismas diferencias de potencial mediante diferentes tensiones de salida en los ramales 60-1, 60-2, 60-3. Si el estado de conmutación de todo el convertidor se describe mediante un triplete de números, en donde el primer número describe el estado de conmutación del primer ramal 60-1, el segundo número el del segundo ramal 60-2 y el tercer número el del tercer ramal 60-3 y los números indican qué múltiplo de la tensión de módulo  $U_{mod}$  está aplicado a los bornes del respectivo ramal 60-1, 60-2, 60-3, los siguientes estados tienen una diferencia de potencia idéntica: 344 y 233 y 122 y 011 así como -100 y 2-1-1 y 3-2-2 y 4-3-3. A través de la selección de uno de los estados de conmutación equivalentes del convertidor puede distribuirse a su vez el flujo de corriente en este ramal entre determinados módulos.

15 Para influir en los estados de la batería se aplican las mismas reglas que se han descrito en el primer ejemplo de realización. Solo se modifica la regla para influir en el estado de carga.

20 La selección de los módulos 50 depende del sentido del flujo de la corriente en el ramal 60-1, 60-2, 60-3, del estado de carga SOC y de la tensión de salida de módulo  $-U_{mod}$  y  $+U_{mod}$ . El sentido de la corriente y la tensión de salida de módulo requerida se conocen de la regulación del convertidor.

A continuación se aplica:

$I_{str} > 0$  y  $U_{str} > 0$ , en la conducción de la corriente participan los módulos 50 que tienen momentáneamente el máximo estado de carga, es decir con un estado de carga decreciente;

25  $I_{str} < 0$  y  $U_{str} > 0$ , en la conducción de la corriente participan los módulos 50 que tienen momentáneamente el mínimo estado de carga, es decir con un estado de carga creciente;

$I_{str} < 0$  y  $U_{str} < 0$ , en la conducción de la corriente participan los módulos 50 que tienen momentáneamente el máximo estado de carga, es decir con un estado de carga decreciente;

30  $I_{str} > 0$  y  $U_{str} < 0$ , en la conducción de la corriente participan los módulos 50 que tienen momentáneamente el mínimo estado de carga, es decir con un estado de carga creciente.

A este respecto se empieza solo de forma preferida y no limitativa con el mínimo o máximo estado de carga. Como se menciona en el primer ejemplo de realización, también pueden definirse rangos del estado de carga y asignarse a

estos rangos una determinada probabilidad de selección. Después no es necesario determinar cada vez la secuencia de los módulos de batería 50 según el estado de carga.

Todas las otras variables características de la batería pueden seleccionarse como en el primer ejemplo de realización.

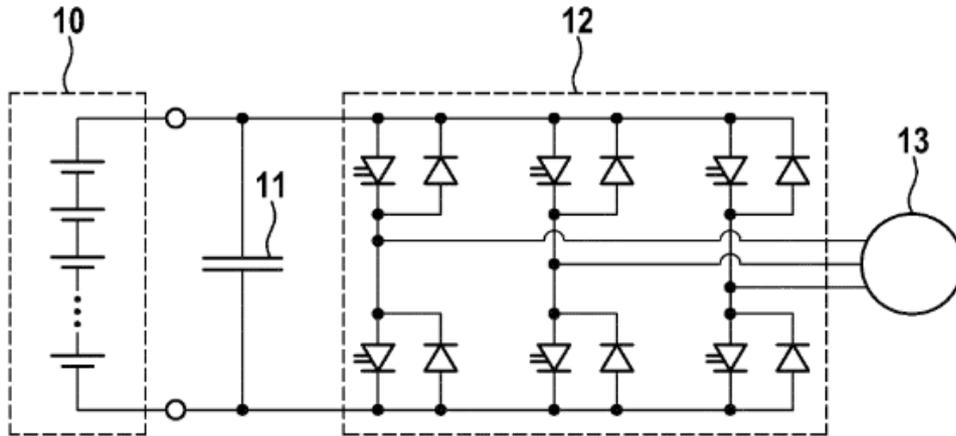
**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para controlar una batería que comprende al menos un ramal de módulos de batería (60) formado por una pluralidad de módulos de batería (50) acoplados unos a otros, en donde un módulo de batería (50) presenta una unidad de acoplamiento (30) que está configurada de tal manera que pueden entregarse a elección una tensión del módulo de batería ( $U_{mod}$ ) positiva y una tensión de 0 V procedente del módulo de batería (50), en donde el procedimiento comprende los pasos siguientes:
- requerimiento de una tensión de salida de la batería o del ramal de batería (S1) que debe ponerse a disposición;
  - determinación de un número de módulos de batería (50), que es necesario para poner a disposición la tensión de salida requerida (S2);
  - 10 - selección de módulos de batería (50) hasta que se alcanza el número necesario de módulos de batería (50), en función de al menos una de las siguientes variables características de la batería (S3):
    - del estado de la batería (S3.1), en donde se seleccionan módulos de batería (50) con un estado de carga (SOC) alto con una mayor probabilidad que los módulos de batería (50) con un estado de carga (SOC) bajo, si la corriente que sale de la batería o del ramal de batería presenta un valor superior a cero, o se seleccionan módulos de batería (50) con un estado de carga (SOC) bajo con una mayor probabilidad que los módulos de batería con un estado de carga (SOC) alto, si la corriente que sale de la batería o del ramal de batería presenta un valor inferior a cero,
    - 15 - de la temperatura (S3.2), en donde se seleccionan módulos de batería (50) con una temperatura baja con una mayor probabilidad que los módulos de batería (50) con una temperatura elevada,
    - 20 - del envejecimiento (S3.3), en donde se seleccionan módulos de batería (50) con un alto estado de salud (del inglés state of-health (SOH)) con una mayor probabilidad que los módulos de batería (50) con un bajo estado de salud (SOH),
    - de la vida útil (S3.4);
    - puesta a disposición de la tensión de salida de la batería o la tensión de salida del ramal de batería requerida (S4);
- en donde una (30) comprende una primera entrada (31), una segunda entrada (32), una primera salida (33) y una segunda salida (34) así como un primer, un segundo, un tercer y un cuarto conmutador (35, 36, 37, 38), en donde el primer conmutador (35) está conectado entre la primera entrada (31) y la primera salida (33), el segundo conmutador (36) entre la segunda entrada (32) y la segunda salida (34), el tercer conmutador (37) entre la primera entrada (31) y la segunda salida (34) y el cuarto conmutador (38) entre la segunda entrada (32) y la primera salida (33), en donde la unidad de acoplamiento (30) está configurada para unir en un primer estado de conmutación, en respuesta a una primera señal de control, la primera entrada (31) a la primera salida (33) a través del primer conmutador (35) y la segunda entrada (32) a la segunda salida (34) a través del tercer conmutador (37), o bien la primera entrada (31) a la segunda salida (34) a través del tercer conmutador (37) y la segunda entrada (32) a la primera salida (33) a través del cuarto conmutador (38) y, en un segundo estado de conmutación y en respuesta a una segunda señal de control, la primera salida (33) a la segunda salida (34).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde en el paso (S3) de la selección de módulos de batería (50) se seleccionan los módulos de batería (50) necesarios secuencialmente en el tiempo.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en donde el paso (S2) de la determinación del número de módulos de batería (50) comprende el paso de la determinación de combinaciones de estados de conmutación de las unidades de acoplamiento (30) de los módulos de batería (50), con los que puede alcanzarse la tensión de salida de batería requerida, y el paso (S3) de la selección de módulos de batería (50) el paso de la selección de una combinación entre las combinaciones determinadas previamente de estados de conmutación de las unidades de acoplamiento (30) de módulos de batería (50), en función de al menos unas de las variables características de batería citadas.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde en el paso (S3) de la selección de los módulos de batería (50) es mínimo el número de módulos de batería (50) seleccionados.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde un módulo de batería (50) presenta una unidad de acoplamiento (30), que está configurada de tal manera que pueden entregarse una tensión de módulo de batería positiva ( $+U_{mod}$ ), una tensión de salida de módulo de batería negativa ( $-U_{mod}$ ) y una tensión de 0 V

procedente del módulo de batería (50), y el paso (S3) de la selección de los módulos de batería (50) comprende además:

- 5 - si la corriente que sale de la batería o del al menos un ramal de módulos de batería (60) presenta un valor superior a cero, para conseguir una tensión de salida de batería o ramal positiva ( $U_{str}$ ), selección de los módulos de batería (50) con un estado de carga (SOC) alto con una mayor probabilidad que los módulos de batería (50) con un estado de carga bajo,
- 10 - si la corriente que sale de la batería o del al menos un ramal de módulos de batería (60) presenta un valor inferior a cero, para conseguir una tensión de salida de batería o ramal positiva ( $U_{str}$ ), selección de los módulos de batería (50) con un estado de carga (SOC) bajo con una mayor probabilidad que los módulos de batería (50) con un estado de carga alto,
- 15 - si la corriente que sale de la batería o del al menos un ramal de módulos de batería (60) presenta un valor inferior a cero, para conseguir una tensión de salida de batería o ramal negativa ( $U_{str}$ ), selección de los módulos de batería (50) con un estado de carga (SOC) bajo con una mayor probabilidad que los módulos de batería (50) con un estado de carga bajo,
- 20 6. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la batería puede comprender una pluralidad de ramales de módulos de batería (60), y la diferencia de los ramales de módulos de batería (60) entre dos ramales define la tensión de salida de batería requerida, y la selección de la diferencia entre los ramales de módulos de batería (60) puede realizarse en función de al menos una de las variables características de batería citadas,
- 25 7. Batería que comprende al menos un ramal de módulos de batería (60), formado por una pluralidad de módulos de batería (50) acoplados unos a otros, en donde cada módulo de batería (50) presenta una unidad de acoplamiento (30), y cada unidad de acoplamiento (30) está configurada de tal manera que pueden entregarse una tensión de salida de módulo de batería positiva ( $+U_{mod}$ ), una tensión de salida de módulo de batería negativa ( $-U_{mod}$ ) y una tensión de 0 V, o una tensión de módulo de batería positiva ( $+U_{mod}$ ) y una tensión de 0 V procedente del módulo de batería (50), en donde la batería está configurada para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6.
- 30 8. Un vehículo de motor con un motor de accionamiento eléctrico (13) para propulsar el vehículo de motor y una batería unida al motor de accionamiento eléctrico (13), conforme a la reivindicación 7.

**Fig. 1**



**Fig. 2**

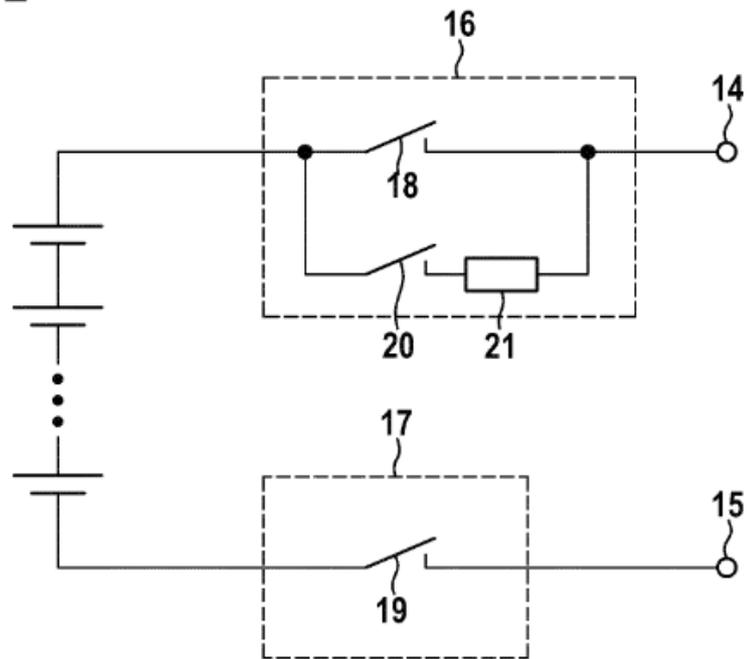


Fig. 3

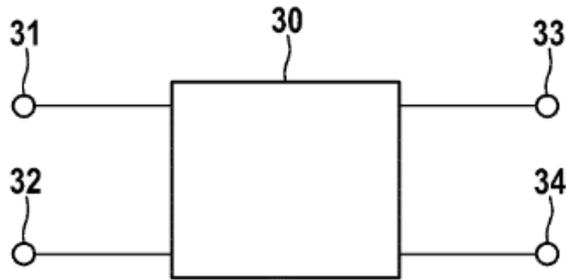


Fig. 4

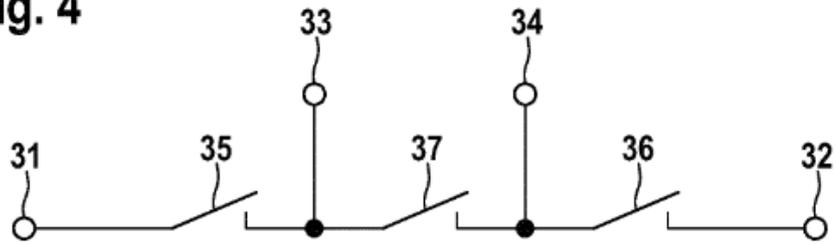
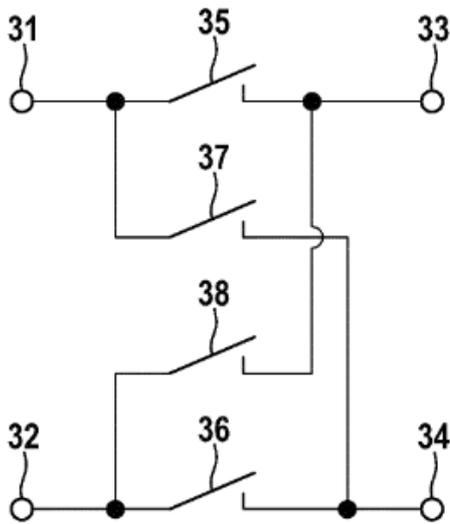
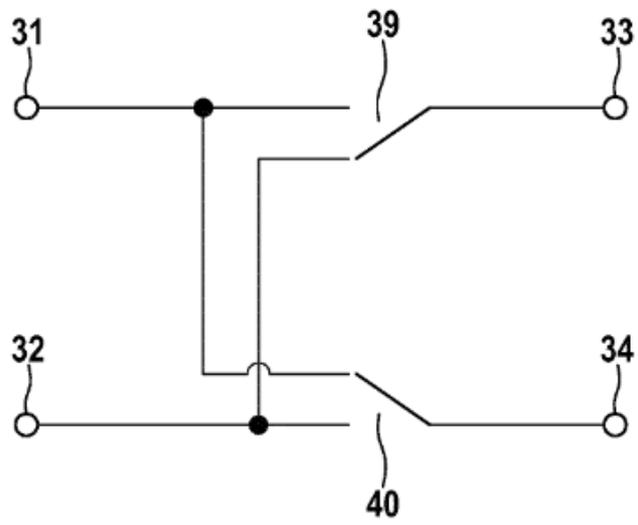


Fig. 5



**Fig. 6**



**Fig. 7**

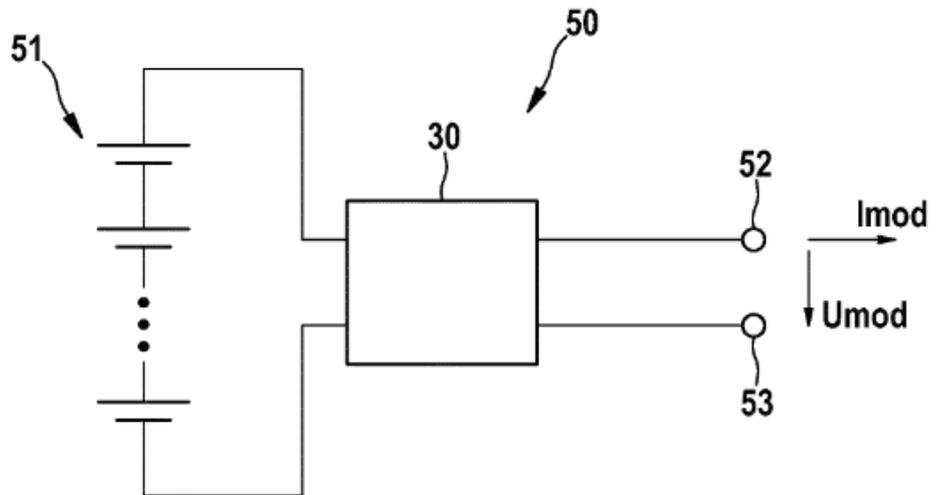


Fig. 8

