

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 055**

51 Int. Cl.:

B60L 11/18 (2006.01)

H01M 10/44 (2006.01)

H02J 7/14 (2006.01)

H01M 16/00 (2006.01)

H02M 7/483 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.08.2011 PCT/EP2011/064642**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.03.2012 WO12038188**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2011 E 11761023 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 2619842**

54 Título: **Red de suministro de energía y procedimiento para cargar al menos una célula acumuladora de energía que sirva como acumulador de energía para un circuito intermedio de corriente continua en una red de suministro de energía**

30 Prioridad:

20.09.2010 DE 102010041040

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

18.09.2018

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**FEUERSTACK, PETER;
WEISENBORN, ERIK y
KESSLER, MARTIN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 682 055 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

Red de suministro de energía y procedimiento para cargar al menos una célula acumuladora de energía que sirva como acumulador de energía para un circuito intermedio de corriente continua en una red de suministro de energía

5 La invención se relaciona con una red eléctrica y un procedimiento para cargar al menos una célula acumuladora de energía que sirva como acumulador de energía para un circuito intermedio de corriente continua en una red eléctrica.

Estado actual de la técnica

10 Todo indica que, en el futuro, tanto en aplicaciones estacionarias, como por ejemplo centrales eólicas, como también en vehículos, como los híbridos o eléctricos, se emplearán cada vez más los sistemas electrónicos, que combinan las nuevas tecnologías de almacenamiento de energía con la tecnología del accionamiento eléctrico. En las aplicaciones convencionales, una máquina eléctrica, diseñada por ejemplo como máquina de inducción, se controla a través de un convertidor en forma de inversor. Característico de estos sistemas es un llamado circuito intermedio de corriente continua, a través del cual un acumulador de energía, generalmente una batería, se conecta al lado de tensión continua del inversor. Para poder satisfacer los requisitos de potencia y energía de cada aplicación respectiva, se conectan en serie varias células de batería. Como la corriente proporcionada por dicho acumulador de energía tiene que fluir a través de todas las células de batería y una célula de batería sólo puede conducir una corriente limitada, a menudo se conectan adicionalmente células de batería en paralelo, para aumentar la corriente máxima. La conexión en serie de varias células de batería conlleva, además de una alta tensión total, el problema de que todo el almacenamiento de energía falla cuando falle una única célula de batería, porque entonces no podrá fluir ninguna corriente de batería. Un fallo tal del acumulador de energía puede conducir a un fallo del sistema global. En un vehículo, un fallo de la batería de accionamiento puede ocasionar que el vehículo se "atasque". En otras aplicaciones, como por ejemplo el ajuste del paso de la paleta de la turbina eólica, pueden provocarse en condiciones desfavorables, como vientos fuertes, incluso situaciones que amenacen la seguridad. Por lo tanto, siempre es deseable una alta fiabilidad del acumulador de energía, donde con "fiabilidad" se designa la capacidad de un sistema de trabajar sin errores durante un tiempo determinado.

15 En las anteriores solicitudes DE 10 2010 027 857 A1 y DE 10 2010 027 861 A1 se describen baterías con varias cadenas de módulos de batería, que pueden conectarse directamente a una máquina eléctrica. Las cadenas de módulos de batería tienen además una pluralidad de módulos de batería conectados en serie, donde cada módulo de batería presenta al menos una célula de batería y una unidad de acoplamiento controlable asignada, que permite, en función de señales de control, interrumpir la respectiva cadena de módulos de batería o puentear la al menos una célula de batería en cada caso asignada o conectar la al menos una célula de batería en cada caso asignada a la respectiva cadena de módulos de batería. Mediante el control apropiado de las unidades de acoplamiento, por ejemplo, con la ayuda de la modulación por ancho de pulso, pueden proporcionarse también señales de fase apropiadas para controlar la máquina eléctrica, de forma que pueda prescindirse de un inversor de pulsos separado. El inversor de pulsos necesario para controlar la máquina eléctrica está integrado, por así decirlo, en la batería.

20 En contraste con los sistemas convencionales, en los que una máquina eléctrica se controla a través de un inversor y es alimentada de energía eléctrica a través de un acumulador de energía eléctrica separado, en las baterías descritas en las anteriores solicitudes DE 10 2010 027 857 A1 y DE 10 2010 027 861 A1 no hay disponible ninguna tensión continua constante, por lo que estas baterías no se pueden integrar sin más en las redes eléctricas convencionales, como por ejemplo las redes de a-bordo de un vehículo eléctrico o híbrido.

25 La publicación WO 2006/112512 A1 muestra un dispositivo de batería con varios módulos de batería, que presentan en cada caso un gran número de células de batería en una conexión en serie. El dispositivo de batería tiene además varios circuitos de compensación de la tensión, corresponden a los respectivos módulos de batería y equilibran sus tensiones de salida.

45 Revelación de la invención

La presente invención proporciona una red eléctrica, que presenta un acumulador de energía controlable, que sirve para controlar y suministrar energía eléctrica a una máquina eléctrica n-fásica, con $n \geq 1$. Además, el acumulador de energía controlable comprende n ramales de suministro de energía paralelos, que presentan en cada caso al menos dos módulos acumuladores de energía conectados en serie, que incluyen en cada caso al menos una célula acumuladora de energía eléctrica con una unidad de acoplamiento controlable asignada. Los ramales de suministro de energía pueden conectarse, por un lado, con un potencial de referencia, - en lo sucesivo denominado como rai de referencia - y, por otro lado, con en cada caso una fase de la máquina eléctrica. En función de las señales de control, las unidades de acoplamiento o bien puentean las células acumuladoras de energía asignadas en cada caso o conmutan las células acumuladoras de energía asignadas en cada caso al ramal de suministro de energía. En al menos uno de los ramales de suministro de energía, las células acumuladoras de energía del módulo acumulador de

energía conectado directamente con el raíl de referencia se conectan directamente al raíl de referencia. Estas células acumuladoras de energía se usan conforme a la invención como acumulador de energía para un circuito intermedio de corriente continua, desde el cual se puede alimentar tensión continua a los consumidores eléctricos.

5 La presente invención proporciona también un procedimiento para cargar al menos una célula acumuladora de energía que sirve como acumulador de energía para un circuito intermedio de corriente continua en una red eléctrica conforme a la invención. Además, en una fase de operación de la máquina eléctrica, en la que la corriente fluye desde la máquina eléctrica al acumulador de energía controlable, todas las unidades de acoplamiento, asignadas a las células acumuladoras de energía que sirven como acumuladores de energía para un circuito intermedio de corriente continua, se controlan de tal manera que las células acumuladoras de energía asignadas se conmuten al respectivo ramal de suministro de energía.
10

Ventajas de la invención

15 El acumulador de energía controlable suministra, durante una operación del motor de la máquina eléctrica del lado de salida una tensión alterna para controlar la máquina eléctrica. En comparación con los sistemas convencionales, en los que una máquina eléctrica se controla a través de un inverso y se abastece de energía eléctrica a través de un acumulador de energía eléctrico separado, no hay sin embargo ninguna tensión continua disponible para el suministro energético directo de los consumidores eléctricos, como, por ejemplo, consumidores de alto voltaje en una red de-a-bordo de un vehículo, o como magnitud de entrada para un convertidor de tensión continua.

20 La invención se basa en la idea fundamental de, al menos en uno de los ramales de suministro de energía, configurar el módulo acumulador de energía directamente conectado con el raíl de referencia de tal manera que las células acumuladoras de energía de este módulo acumulador de energía estén directamente conectadas al raíl de referencia. Es decir, con otras palabras, que la unidad de acoplamiento asignada esté configurada de tal manera, que, aunque pueda puentear las células acumuladoras de energía o conmutarlas al ramal de suministro de energía, sin embargo, no puede interrumpir la conexión eléctrica de las células acumuladoras de energía al raíl de referencia. Las células acumuladoras de energía así interconectadas pueden emplearse entonces directamente como acumuladores de energía para un circuito intermedio de corriente continua allí a conectar. De este modo puede generarse la tensión continua necesaria para el suministro de los consumidores eléctricos con un costo de hardware extremadamente bajo.
25

30 La carga de las células acumuladoras de energía que sirven como acumuladores de energía para el circuito intermedio de corriente continua puede realizarse durante la operación de la máquina eléctrica. Para este propósito, las células acumuladoras de energía se conmutan fácilmente durante una fase de operación, en la que la corriente se retroalimenta desde la máquina eléctrica al acumulador de energía controlable, al respectivo ramal de suministro de energía. La tensión en los terminales reducida de este modo para la máquina eléctrica puede compensarse a través de un correspondiente ajuste del respectivo vector espacial.

35 Para elevar la seguridad contra fallos y la capacidad total del acumulador de energía para el circuito intermedio de corriente continua se prevé, conforme a un modo de operación de la invención, en todos los ramales de suministro de energía, conectar las células acumuladoras de energía de los módulos acumuladores de energía directamente conectados con el raíl de referencia directamente al raíl de referencia y utilizar todas estas células acumuladoras de energía como acumuladores de energía conectados en paralelo para el circuito intermedio de corriente continua.

40 Según un modo de operación de la invención, las células acumuladoras de energía que sirven como acumuladores de energía para el circuito intermedio de corriente continua se conectan además en cada caso a través de al menos un diodo con el circuito intermedio de corriente continua. De este modo se logra que en cada caso se cargue automáticamente el módulo acumulador de energía más fuerte, es decir, aquel módulo acumulador de energía, cuyas células acumuladoras de energía tengan actualmente la mayor carga.

45 Para evitar picos de corriente, las células acumuladoras de energía que sirven como acumuladores de energía para el circuito intermedio de corriente continua pueden conectarse con el circuito intermedio de corriente continua a través de al menos una inductancia.

50 Otro modo de operación de la invención prevé que una tensión total de las células acumuladoras de energía que sirven como acumuladores de energía para el circuito intermedio de corriente continua sea menor que o igual a 60 voltios, de forma que no tenga que tomarse ninguna medida adicional de protección, por ejemplo, en lo que se refiere a una protección contra contactos.

Conforme a un modo de operación de la invención, el circuito intermedio de corriente continua presenta un condensador de circuito intermedio, que está conectado eléctricamente, por un lado, con el raíl de referencia y, por otro lado, con una conexión opuesta al raíl de referencia de las células acumuladoras de energía que sirven como acumuladores de energía. Mediante el contacto directo con las células acumuladoras de energía, se evita de manera

segura una influencia de la función de las células acumuladoras de energía como acumuladores de energía para el circuito intermedio de corriente continua mediante la unidad de acoplamiento asignada a las células acumuladoras de energía sin ningún esfuerzo adicional.

5 Alternativamente, el condensador de circuito intermedio puede, sin embargo, también estar conectado, por un lado, con el raíl de referencia y, por el otro lado, con una salida del módulo acumulador de energía opuesta al raíl de referencia, que comprenda las células acumuladoras de energía que sirven como acumuladores de energía.

Con la ayuda de un primer convertidor de tensión continua, que se le conecta aguas abajo al condensador de circuito intermedio, puede ajustarse un primer nivel de tensión del condensador de circuito intermedio a un segundo nivel de tensión de otro acumulador de energía. De este modo se puede realizar una red eléctrica de dos tensiones.

10 Alternativa o adicionalmente, también es posible pre-conectar al condensador de circuito intermedio un segundo convertidor de tensión continua, que ajuste una tensión total de las células acumuladoras de energía que sirven como acumuladores de energía para el circuito intermedio de corriente continua a un primer nivel de tensión del condensador de circuito intermedio.

15 Otras características y ventajas de los modos de operación de la invención se deducen de la siguiente descripción con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

Muestran:

Fig. 1 una representación esquemática de un primer modo de operación de una red eléctrica conforme a la invención,

20 Fig. 2 una representación esquemática de un segundo modo de operación de una red eléctrica conforme a la invención y

Fig. 3 una representación esquemática de un tercer modo de operación de una red eléctrica conforme a la invención.

Modos de operación de la invención

25 La Figura 1 muestra esquemáticamente un modo de operación de una red eléctrica conforme a la invención. A una máquina eléctrica trifásica 1 se le conecta un primer acumulador de energía 2 controlable. El primer acumulador de energía 2 controlable comprende tres ramales de suministro de energía 3-1, 3-2 y 3-3, que están conectados, por un lado, con un potencial de referencia T- (raíl de referencia), que en el ejemplo de ejecución representado conlleva un bajo potencial, y, por otro lado, en cada caso con fases individuales U, V, W de la máquina eléctrica 1. Cada uno de los ramales de suministro de energía 3-1, 3-2 y 3-3 presenta m módulos acumuladores de energía conectados en serie 4-11 a 4-1m y/o 4-21 a 4-2m y/o 4-31 a 4-3m, donde $m \geq 2$. Los módulos acumuladores de energía 4 comprenden de nuevo en cada caso varias células acumuladoras de energía eléctrica conectadas en serie 5-11 a 5-1m y/o 5-21 a 5-2m y/o 5-31 a 5-3m. Los módulos acumuladores de energía 4 incluyen además en cada caso una unidad de acoplamiento 6-11 a 6-1m, 6-21 a 6-2m y 6-31 a 6-3m, que está asignada a las células acumuladoras de energía 5-11 a 5-1m y/o 5-21 a 5-2m y/o 5-31 a 5-3m del respectivo módulo acumulador de energía 4. En la variante de ejecución representada, las unidades de acoplamiento 6 están formadas en cada caso por dos elementos de conmutación controlables, que, por motivos de simplicidad, están provistas únicamente en el circuito de suministro de energía 3-3 de los símbolos de referencia 7-311 y 7-312 a 7-3m1 y 7-3m2. Los elementos de conmutación pueden estar diseñados además como interruptores semiconductores de potencia, por ejemplo, en forma de IGBTs (transistores bipolares de puerta aislada o Insulated Gate Bipolar Transistors) o como MOSFETs (transistores de efecto de campo de semiconductor de óxido metálico o Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistors).

45 Las unidades de acoplamiento 6 posibilitan interrumpir el respectivo ramal de suministro de energía 3, mediante apertura de ambos elementos de conmutación 7 de una unidad de acoplamiento 6. Alternativamente, pueden las células acumuladoras de energía 5, cerrando o bien puenteando en cada caso uno de los elementos de conmutación 7 de una unidad de acoplamiento 6, por ejemplo, cerrar el conmutador 7-311, o conmutar al respectivo ramal de suministro de energía 3, por ejemplo, cerrar el conmutador 7-312.

50 Las tensiones de salida totales de los ramales de suministro de energía 3-1 a 3-3 se determinan mediante el respectivo estado de conmutación de los elementos de conmutación controlables 7 de las unidades de acoplamiento 6 y pueden ajustarse por etapas. La graduación se origina además en función de la tensión de los módulos acumuladores de energía 4 individuales. Si se parte del modo de operación preferido de módulos acumuladores de

energía 4 configurados idénticos, así se origina una tensión de salida total máxima posible a partir de la tensión de un módulo acumulador de energía 4 individual por el número m de módulos acumuladores de energía 4 conectados en serie por ramal de suministro de energía.

5 Las unidades de acoplamiento 6 permiten con ello conmutar las fases U, V, W de la máquina eléctrica 1 hacia o bien un potencial de referencia alto o un potencial de referencia bajo y pueden cumplir en este sentido también la función de un inversor convencional. De este modo pueden controlarse la potencia y el modo de funcionamiento de la máquina eléctrica 1 con un control adecuado de las unidades de acoplamiento 6 mediante el primer acumulador de energía 2 controlable. El primer acumulador de energía 2 controlable cumple por consiguiente en este sentido una
10 doble función, pues sirve, por un lado, para suministrar la energía eléctrica, aunque por otro lado también para controlar la máquina eléctrica 1.

La máquina eléctrica 1 está diseñada en el ejemplo de ejecución ilustrado como máquina trifásica, pero también puede tener menos o más de tres fases. Del número de fases de la máquina eléctrica dependerá naturalmente también el número de ramales de suministro de energía 3 en el primer acumulador de energía 2 controlable.

15 En el ejemplo de ejecución representado, cada módulo acumulador de energía 4 presenta en cada caso varias células acumuladoras de energía 5 conectadas en serie. Los módulos acumuladores de energía 4 pueden tener sin embargo alternativamente también en cada caso sólo una única célula acumuladora de energía o también células acumuladoras de energía conectadas en paralelo.

20 En el ejemplo de ejecución representado, las unidades de acoplamiento 6 están formadas, en cada caso, por dos elementos de conmutación 7 controlables. Las unidades de acoplamiento 6 pueden estar, sin embargo, también formadas por elementos de conmutación más o menos controlables, mientras puedan realizarse las funciones necesarias (interrumpir el ramal de suministro de energía, puentear las células acumuladoras de energía y conmutar las células acumuladoras de energía en el ramal de suministro de energía). Para ejemplificar, ordenaciones alternativas de una unidad de acoplamiento se deducen de las anteriores solicitudes DE 10 2010 027 857 A1 y DE
25 10 2010 027 861 A1. Por otra parte, resulta sin embargo también concebible, que las unidades de acoplamiento tengan elementos de conmutación en circuito de puente completo, lo que brinda la posibilidad adicional de una inversión de tensión a la salida del módulo acumulador de energía.

30 El primer acumulador de energía 2 controlable suministra durante una operación del motor de la máquina eléctrica 1 del lado de salida una tensión alterna para el accionamiento de la máquina eléctrica 1. En comparación con los sistemas convencionales, en los que una máquina eléctrica es controlada por un inversor y se alimenta de energía eléctrica a través de un acumulador de energía eléctrica separado de éste, no hay, sin embargo, ninguna tensión continua disponible para el suministro inmediato de energía a los consumidores eléctricos, como por ejemplo consumidores de alto voltaje en una red de a bordo de un vehículo, o como magnitud de entrada para un convertidor de tensión continua.

35 Por lo tanto, los módulos acumuladores de energía 4-1m, 4-2m y 4-3m, que están directamente conectados, es decir sin inter de otros módulos acumuladores de energía 4, al raíl de referencia T-, están configurados de tal manera que las células acumuladoras de energía 5-1m y/o 5-2m y/o 5-3m de estos módulos acumuladores de energía 4-1m, 4-2m y 4-3m estén conectadas, por un lado, directamente al raíl de referencia. Concretamente, esto se realiza disponiendo los correspondientes elementos de conmutación 7 de las unidades de acoplamiento 6 asignadas, por ejemplo, el elemento de conmutación 7-3m2 de la unidad de acoplamiento 6-3m, no entre las células acumuladoras de energía 5
40 de energía 5 y el raíl de referencia T-, sino en la línea de conexión de las células acumuladoras de energía 5 opuesta al raíl de referencia. Las células acumuladoras de energía de un módulo acumulador de energía, en el ejemplo de ejecución representado, las células acumuladoras de energía 5-3m del módulo acumulador de energía 4-3m, tienen, por el otro lado, es decir, por el lado opuesto al raíl de referencia T- de las células acumuladoras de energía 5-3m, una conexión A3 para un circuito intermedio de corriente continua 8. Cabe señalar que es, por
45 supuesto, suficiente para la aplicabilidad de la invención, que los módulos acumuladores de energía 4 estén diseñados de la manera descrita, que se conecten a un circuito intermedio de corriente continua 8.

Alternativamente al modo de operación representado, sin embargo, la conexión A3 puede disponerse también en una salida del módulo acumulador de energía 4-3m opuesta al raíl de referencia T-, que comprenda las células acumuladoras de energía 5-3m que sirven como acumuladores de energía.

50 El circuito intermedio de corriente continua 8 comprende un condensador de circuito intermedio 9, que está conectado, por un lado, con el raíl de referencia T- y, por otro lado, a través de una inductancia 10, que debería evitar los picos de corriente, con la conexión A3 de las células acumuladoras de energía 5-3m. las células acumuladoras de energía 5-3m sirven, por tanto, como acumuladores de energía para el circuito intermedio de corriente continua 8, desde el que puede alimentarse tensión continua a los consumidores eléctricos 11.

5 Al condensador de circuito intermedio 9 se le conecta aguas abajo un primer convertidor de tensión continua 12, que ajusta un primer nivel de tensión del condensador de circuito intermedio 9 a un segundo nivel de tensión de otro acumulador de energía 13, desde el que pueden alimentarse los consumidores eléctricos 14 con tensión continua al segundo nivel de tensión. El otro acumulador de energía puede además estar configurado, por ejemplo, como batería o también como supercapacitor. En función del nivel de tensión concreto, el primer convertidor de tensión continua 12 puede diseñarse con o sin separación galvánica. Si el nivel de tensión del circuito intermedio de corriente continua 8 para el suministro de todo el consumo eléctrico ya fuera suficiente, podría prescindirse claramente también del convertidor de tensión continua 12.

10 La Figura 2 muestra un segundo modo de operación de una red eléctrica conforme a la invención. Este modo de operación se distingue del primer modo de operación en que los módulos acumuladores de energía 5-1m, 5-2m y 5-3m conectados directamente con el raíl de referencia T- de todos los ramales de suministro de energía 3-1 y/o 3-2 y/o 3-3 presentan una conexión A1 y/o A2 y/o A3, a través de las que están conectadas las células de suministro de energía en paralelo con el circuito intermedio de corriente continua 8. De este modo se eleva la seguridad contra fallos, así como la capacidad total del acumulador de energía del circuito intermedio de corriente continua 8. Para el desacoplamiento mutuo, a las células acumuladoras de energía 5-1m, 5-2m y 5-3m se les conectan en serie en cada caso diodos 20-1 y/o 20-2 y/o 20-3. De este modo, se carga automáticamente siempre el módulo acumulador de energía 4, cuyas células acumuladoras de energía 5 tengan actualmente la mayor carga. También en este caso pueden disponerse las conexiones A1, A2 y A3, alternativamente al modo de operación representado, en la salida opuesta al raíl de referencia T- de los respectivos módulos acumuladores de energía 4-1m y/o 4-2m y/o 4-3m.

20 035] Si en el circuito intermedio de corriente continua 8 fuera necesario un nivel de tensión superior a la tensión total de las células acumuladoras de energía 5-1m, 5-2m, 5-3m que sirven como acumuladores de energía para el circuito intermedio de corriente continua 8, así podría conectarse en serie al condensador de circuito intermedio 9 también un segundo convertidor de tensión continua 30 (ver Figura 3). Este podría ajustar entonces la tensión total de las células acumuladoras de energía 5-1m, 5-2m, 5-3m que sirven como acumuladores de energía para el circuito intermedio de corriente continua 8 a un primer nivel de tensión del condensador de circuito intermedio 9, que puede hallarse, por ejemplo, en el rango de alto voltaje. Desde el circuito intermedio de corriente continua 8 pueden entonces alimentarse de energía, por ejemplo, los consumidores de alto voltaje 31. En función del nivel de tensión concreto, pueden diseñarse los convertidores de tensión continua 12 y 30 con o sin separación galvánica. Debe observarse que el primer convertidor de tensión continua 12 puede también claramente suprimirse en función del requisito específico para la red eléctrica.

35 La carga de las células acumuladoras de energía 5-1m, 5-2m, 5-3m que sirven como acumuladores de energía para el circuito intermedio de corriente continua 8 puede realizarse durante la operación de la máquina eléctrica 1. Para este propósito, las células acumuladoras de energía 5-1m, 5-2m, 5-3m se conmutan al respectivo ramal de suministro de energía 3-1 y/o 3-2 y/o 3-3 mediante el correspondiente control de las unidades de acoplamiento 6-1m y/o 6-2m y/o 6-3m asignadas durante una fase de operación, en que la corriente se retroalimenta desde la máquina eléctrica 1 en el acumulador de energía controlable 2. La tensión en los terminales reducida de este modo para la máquina eléctrica 1 puede compensarse a través de un correspondiente ajuste del respectivo vector espacial.

REIVINDICACIONES

1. Red eléctrica con un acumulador de energía (2) controlable, que sirva para el control y el suministro de energía eléctrica a una máquina eléctrica n-fásica (1), con $n \geq 1$, donde

- el acumulador de energía controlable (2) presenta n ramales de suministro de energía paralelos (3-1, 3-2, 3-3), que

- 5 ▪ presentan en cada caso al menos dos módulos acumuladores de energía (4) conectados en serie, que comprenden en cada caso al menos una célula acumuladora de energía (5) eléctrica con una unidad de acoplamiento (6) controlable asignada,
- pueden conectarse, por un lado, con un raíl de referencia (T-) y
- 10 ▪ pueden conectarse, por otro lado, con en cada caso una fase (U, V, W) de la máquina eléctrica (1),

donde las unidades de acoplamiento (6), en función de señales de control, puentean las células acumuladoras de energía (5) asignadas en cada caso o conectan las células acumuladoras de energía (5) asignadas en cada caso en el respectivo ramal de suministro de energía (3-1, 3-2; 3-3), y

15 - en al menos uno de los ramales de suministro de energía (3-3) las células acumuladoras de energía (5) del módulo acumulador de energía (4-3m) conectado directamente con el raíl de referencia (T-) se conectan directamente al raíl de referencia (T-) y sirven como acumuladores de energía para un circuito intermedio de corriente continua (8).

2. Red eléctrica según la reivindicación 1, donde en todos los ramales de suministro de energía (3-1, 3-2, 3-3) las células acumuladoras de energía (5-1m, 5-2m, 5-3m) de los módulos acumuladores de energía (4-1m, 4-2m, 4-3m) directamente conectados con el raíl de referencia (T-) están directamente conectados al raíl de referencia (T-) y sirven como acumuladores de energía conectados en paralelo para el circuito intermedio de corriente continua (8).

3. Red eléctrica según la reivindicación 2, donde las células acumuladoras de energía (5-1m, 5-2m, 5-3m) que sirven como acumuladores de energía para el circuito intermedio de corriente continua (8) están conectadas en cada caso a través de al menos un diodo (20-1, 20-2, 20-3) con el circuito intermedio de corriente continua (8).

25 4. Red eléctrica según una de las reivindicaciones 1 a 3, donde las células acumuladoras de energía (5-1m, 5-2m, 5-3m) que sirven como acumuladores de energía para el circuito intermedio de corriente continua (8) están conectadas a través de al menos una inductancia (10) con el circuito intermedio de corriente continua (8).

5. Red eléctrica según una de las anteriores reivindicaciones, donde una tensión total de las células acumuladoras de energía (5-1m, 5-2m, 5-3m) que sirven como acumuladores de energía para el circuito intermedio de corriente continua (8) es menor o igual a 60 voltios.

30 6. Red eléctrica según una de las anteriores reivindicaciones, donde el circuito intermedio de corriente continua (8) presenta un condensador de circuito intermedio (9), que está conectado eléctricamente, por un lado, con el raíl de referencia (T-) y, por otro lado, con una al raíl de referencia (T-) opuesta conexión (A1, A2, A3) de las células acumuladoras de energía (5-1m, 5-2m, 5-3m) que sirven como acumuladores de energía .

35 7. Red eléctrica según una de las reivindicaciones 1 a 5, donde el circuito intermedio de corriente continua (8) presenta un condensador de circuito intermedio (9), que está conectado eléctricamente, por un lado, con el raíl de referencia (T-) y, por otro lado, con una conexión (A1, A2, A3) en una salida de los módulos acumuladores de energía (4-1m, 4-2m, 4-3m) opuesta al raíl de referencia (T-), que comprenden las células acumuladoras de energía (5-1m, 5-2m, 5-3m) que sirven como acumuladores de energía .

40 8. Red eléctrica según una de las reivindicaciones 6 ó 7, donde al condensador de circuito intermedio (9) se le conecta aguas abajo un primer convertidor de tensión continua (12), que ajusta un primer nivel de tensión del condensador de circuito intermedio (9) a un segundo nivel de tensión de otro acumulador de energía (13).

45 9. Red eléctrica según una de las reivindicaciones 6 a 8, donde al condensador de circuito intermedio (9) se le conecta en serie un convertidor de tensión continua (30), que ajusta una tensión total de las células acumuladoras de energía (5-1m, 5-2m, 5-3m) que sirven como acumuladores de energía para el circuito intermedio de corriente continua (8) a un primer nivel de tensión del condensador de circuito intermedio (9).

10. Procedimiento para cargar al menos una célula acumuladora de energía (5-1m; 5-2m; 5-3m) que sirva como acumulador de energía para un circuito intermedio de corriente continua (8) en una red eléctrica según una de las

5 reivindicaciones 1 a 9, en el que en una fase de operación de la máquina eléctrica (1), en la que fluye corriente de la máquina eléctrica (1) en el acumulador de energía (2) controlable, todas las unidades de acoplamiento (6-1m, 6-2m, 6-3m), asignadas a las células acumuladoras de energía (5-1m, 5-2m, 5-3m) que sirven como acumuladores de energía para un circuito intermedio de corriente continua (8), se controlan de tal manera que las células acumuladoras de energía (5-1m, 5-2m, 5-3m) asignadas se conecten en el respectivo ramal de suministro de energía (3-1; 3-2; 3-3).

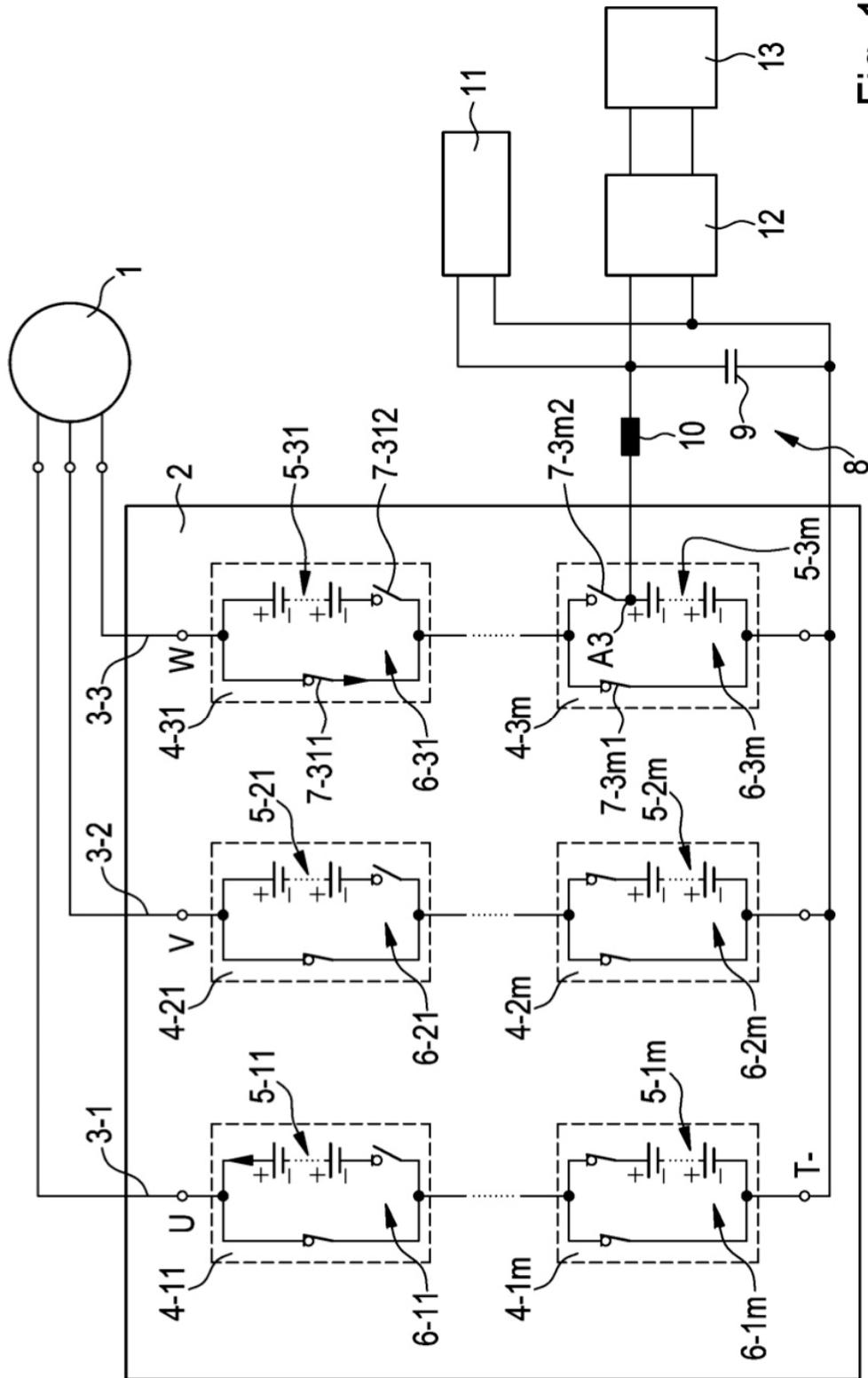


Fig. 1

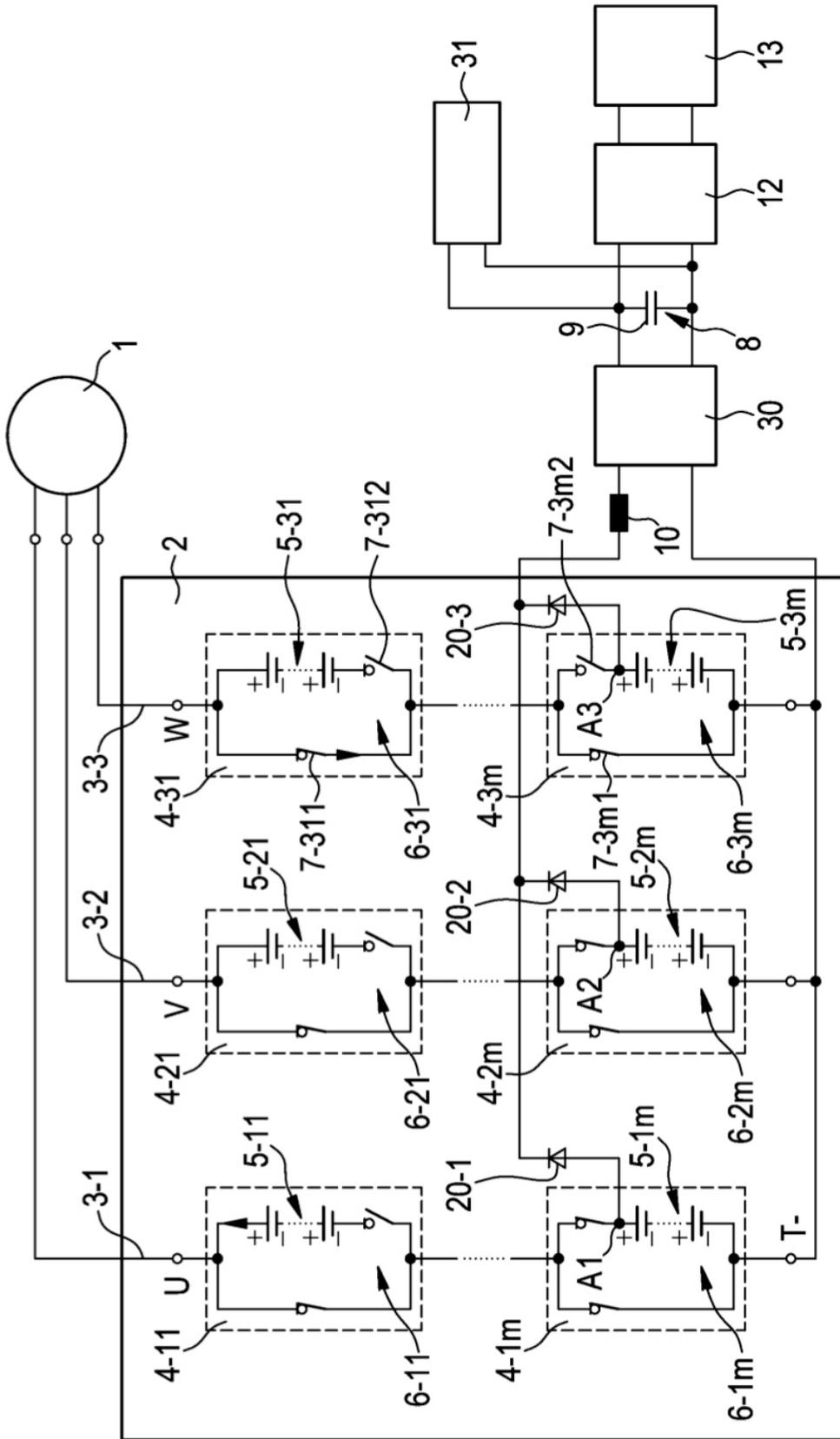


Fig. 3