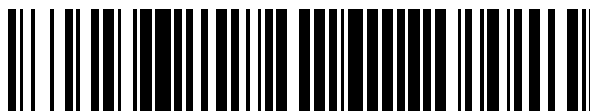


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 487**

51 Int. Cl.:

H02H 7/125 (2006.01)
H02H 7/06 (2006.01)
H02M 1/32 (2007.01)
H02M 7/219 (2006.01)
B60L 11/18 (2006.01)
B60L 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.01.2017 PCT/EP2017/050511**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **21.09.2017 WO17157539**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2017 E 17700330 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 3400639**

54 Título: **Procedimiento para hacer funcionar un rectificador de puente activo en un automóvil y medios para su realización**

30 Prioridad:

15.03.2016 DE 102016204224

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

14.02.2020

73 Titular/es:

**SEG AUTOMOTIVE GERMANY GMBH (100.0%)
Lotterbergstrasse 30
70499 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**OTTE, CHRISTOPHER y
MEHRINGER, PAUL**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 742 487 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 hacer funcionar un rectificador de puente activo en un automóvil y medios para su realización

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar un rectificador de puente activo según el preámbulo de la reivindicación 1 así como a medios para su realización.

Estado de la técnica

10 Para la alimentación de sistemas de corriente continua a partir de sistemas de corriente trifásica (por ejemplo, a partir de la red pública de corriente trifásica) típicamente se usan rectificadores con estructura de conexión en puente. De elemento rectificador sirven diodos convencionales. Los rectificadores correspondientes también se denominan rectificadores (de puente) pasivos. Los diodos de un rectificador de puente pasivo no requieren ningún circuito de control, ya que pasan automáticamente en el momento correcto al estado de conducción o de cierre.

15 En automóviles, típicamente, por medio de una máquina eléctrica se genera corriente trifásica. A este respecto, pueden emplearse por ejemplo generadores de polos de garra. Simplificando, en lo sucesivo, una máquina eléctrica correspondiente también se designa como generador, aunque también puede estar previsto un funcionamiento por motor, por ejemplo, en un llamado generador de arranque. La invención resulta adecuada por ejemplo para generadores del modo de construcción de polos de garra, pero también para máquinas eléctricas de otro tipo de construcción.

20 Convencionalmente, también a una máquina eléctrica en un automóvil está asignado un rectificador de puente pasivo. Según el número de fases de la máquina eléctrica correspondiente, este está previsto por ejemplo en versión de seis o de diez pulsos. La presente invención explícitamente no está limitada a números de fases determinados.

Los rectificadores pasivos tienen una considerable potencia perdida que está determinada por los diodos y la corriente de salida. Mediante medidas de técnica de conexión (por ejemplo, la conexión en paralelo de diodos), esta se puede reducir sólo insignificadamente. En lugar de un rectificador de puente pasivo puede emplearse por tanto para la reducción de la potencia perdida un rectificador de puente activo. En este, los diodos están sustituidos por conmutadores activos (por ejemplo, transistores MOS). Los rectificadores de puente (controlables) activos son generalmente conocidos y pueden estar provistos de diferentes elementos de conmutación controlables. En lo sucesivo, los elementos de conmutación rectificadores de un rectificador de puente activo correspondiente se designan de manera simplificada como válvulas de corriente de semiconductor, entendiéndose que dichas válvulas de corriente de semiconductor son controlables, es decir que por una señal de control pueden hacerse pasar de un estado no conductor a un estado conductor y viceversa. En las válvulas de corriente de semiconductor se trata especialmente de transistores, por ejemplo, de transistores MOS. La presente invención se refiere a mejoras en el funcionamiento de rectificadores de puente activos correspondientes. Por lo tanto, cuando en lo sucesivo se habla de manera simplificada de un rectificador, se refiere a un rectificador de puente activo.

40 Dado que los generadores del tipo descrito frecuentemente tienen una alta inductividad en el campo de excitación y por tanto una alta constante de tiempo en la regulación, es preciso emplear estrategias de protección que en caso de descargas o desconexiones de carga (en lo sucesivo, para ambos casos se usa el término descarga, en inglés "load dump") evita efectos negativos. Una descarga es un suceso en el que en el caso de una máquina altamente excitada y una corriente emitida correspondiente alta, la carga en el generador o en el rectificador perteneciente disminuye bruscamente y no puede ser recogida por elementos de acción capacitiva en la red de a bordo, por ejemplo por una batería.

50 A causa de la inductividad del campo de excitación, la corriente de salida de generador cambia más lentamente que la corriente de carga, de manera que el generador suministra durante una duración de hasta aprox. 300 a 500 milisegundos más energía a la red de a bordo de la que esta es capaz de tomar. El exceso de energía puede convertirse en un rectificador de puente (pasivo), de tal forma que componentes eléctricos conectados al generador o al rectificador correspondiente quedan protegidos contra daños por sobretensión.

55 Los rectificadores de puente pasivos convencionales están provistos para este fin generalmente de diodos Zener de potencia como elementos rectificadores que son capaces de convertir el exceso de energía en calor bloqueando sobretensiones originadas. Los diodos correspondientes ofrecen una técnica de construcción y de unión suficientemente buena con un acoplamiento térmico de cobertura total. Dado que según el estado de la técnica actual, la conversión de la energía perdida en calor en válvulas de corriente de semiconductor tales como transistores MOS no es posible en la medida como en los diodos mencionados, para dominar descargas en rectificadores de puente activos han de tomarse otras medidas, a fin de limitar la potencia de generador excesiva y limitar sobretensiones para evitar daños.

65 Después de una descarga, todas las válvulas de corriente de semiconductor de una rama de rectificador pueden cortocircuitarse. De esta manera, se cortocircuitan las fases de generador que están unidas a las válvulas de corriente de semiconductor correspondiente. Por lo tanto, en lo sucesivo, esta medida o este estado se designan

también como cortocircuito de fases. Los cortocircuitos de fase correspondientes convencionalmente se conmutan de tal forma que la tensión de salida del rectificador no abandona una banda de tensión definida. Dicho de otra manera, en caso de excederse un valor umbral de tensión superior se inicia un cortocircuito de fase mediante la activación simultánea de las válvulas de corriente de semiconductor de la rama correspondiente y en caso de rebasarse por defecto un valor umbral de tensión inferior se vuelve a anular mediante la finalización del control simultáneo y el paso a la rectificación regular. Una solución de este tipo se describe por ejemplo en el documento US2014/0055894A1.

Para evitar una activación y desactivación no deseadas del cortocircuito de fase, por ejemplo a causa de picos de tensión positivos y negativos temporales en las salidas de tensión continua del rectificador, habitualmente, en el marco de un procedimiento correspondiente, se usa un filtrado o un elemento de tiempo muerto. Por lo tanto, los cortocircuitos de fase se inician o se anulan sólo cuando la tensión de salida del rectificador es durante un tiempo predeterminado superior al valor umbral superior o inferior al valor umbral inferior. A continuación, un procedimiento correspondiente se describe de tal forma que se usa un tiempo muerto o de filtrado. La realización concreta, por ejemplo, por medio de tiempos muertos o el uso de filtros parametrizados correspondientemente, no es relevante. Sin embargo, en determinados casos de descargas, un procedimiento de este tipo puede resultar desventajoso, como también se describe aún más adelante.

Por lo tanto, la presente tiene el objetivo de mejorar los procedimientos conocidos del estado de la técnica para dominar descargas y, por tanto, para activar rectificadores de puente activos.

Exposición de la invención

Según la invención, se proponen un procedimiento para hacer funcionar un rectificador de puente activo así como medios para su realización, con las características de las reivindicaciones dependientes. Realizaciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones subordinadas así como de la siguiente descripción.

Ventajas de la invención

Como también se va a describir todavía en detalle con referencia a la figura 2, una descarga puede producirse por una interrupción de un cable en la o cerca de la conexión de tensión continua del rectificador (lo que en lo sucesivo se designa también como rotura de cable o caso A) o por una desconexión de un consumidor o una interrupción correspondiente a cierta distancia con respecto al rectificador (lo que en lo sucesivo se denomina también como caso B). En el primer caso, típicamente a la conexión de tensión continua del rectificador ya no están acopladas capacidades o están acopladas ya sólo reducidas capacidades, por ejemplo en forma de cables, mientras que en el último caso sí.

En caso de una rotura de caso, es decir, del caso A, la tensión en la conexión de tensión continua positiva aumenta fuertemente de forma muy rápida a causa de la falta de capacidades significativas, como también se describirá con referencia a la figura 3A. Si en el marco de la evaluación de tensión descrita al principio se usa un tiempo muerto o de filtrado, durante este aún no se inicia el cortocircuito de fase. Por lo tanto, hasta la iniciación del cortocircuito de fase, la tensión debe limitarse mediante un bloqueo lineal adicional o la ruptura de las válvulas de corriente de semiconductor del rectificador activo (estas presentan típicamente un comportamiento correspondiente) con altas pérdidas de potencia. El uso de un tiempo muerto o de filtrado correspondiente por lo tanto resulta desventajoso en este caso.

Típicamente, a las conexiones de tensión continua positiva y negativa del rectificador están conectados respectivamente tramos de línea de por ejemplo aprox. 1,5 metros y una sección transversal de cable de por ejemplo aprox. 25 milímetros cuadrados. Dichos tramos de línea están conectados respectivamente a las conexiones de un capacitor en un punto de apoyo de arranque externo. Si ahora se produce una desconexión de carga más allá del tramo de línea en la conexión de tensión continua, es decir, si existe el caso B y este se responde mediante cortocircuitos de fase repetitivos en el rectificador, en este tramo de línea se producen variaciones de corriente rápidas, ya que la corriente de generador se emite alternando a masa o en dirección hacia el capacitor en el punto de apoyo de arranque externo. Estas variaciones de corriente generan en el tramo de línea tensiones inducidas a causa de la inductividad del mismo. Por lo tanto, se producen picos de tensión positivos y negativos correspondientes en la tensión en las conexiones de tensión continua del rectificador. En el caso B, el uso de un tiempo muerto o de un filtro resulta menos desventajoso en comparación con el caso A, ya que la tensión sube de forma más lenta a causa de las capacidades aún existentes en este caso antes de la iniciación del primer cortocircuito de fase.

Básicamente, es posible diferenciar entre el caso A y el caso B y reducir el tiempo muerto de forma continua en caso de la detección del caso A o adaptar los parámetros de filtro. La diferenciación de casos puede hacerse por ejemplo a base de una evaluación de la pendiente de la subida de tensión (que como se ha mencionado se diferencia entre el caso A y el caso B). Sin embargo, en caso de un procedimiento de este tipo, durante la primera aparición de una sobretensión correspondiente aún no está adaptado el tiempo de filtro. Por lo tanto, en este caso, se debe convertir la misma energía que sin una medida de este tipo, lo que ya puede destruir las válvulas de corriente de

semiconductor. Una diferenciación de los dos casos con la ayuda de la pendiente de tensión además es difícil de detectar, ya que los picos de tensión inductivos mencionados (véase también la figura 3B adjunta) apenas presentan menores pendientes que el aumento de tensión en el caso A.

5 Un aspecto esencial del procedimiento propuesto en el marco de la presente invención consiste por tanto en usar, adicionalmente a los valores umbrales que ya se han mencionado (el valor umbral superior con el que se inicia un cortocircuito de fase, que en lo sucesivo se designa como primer valor umbral, y el valor umbral inferior con el que se vuelve a anular el cortocircuito de fase, que en lo sucesivo se designa también como segundo valor umbral), uno, preferentemente dos, valores umbrales adicionales, y evaluar de manera correspondiente la tensión presente entre
10 las conexiones de tensión continua del rectificador. Esta evaluación se efectúa en el marco de la presente invención en un intervalo de tiempo predefinido, directamente después de la activación o desactivación de un cortocircuito de fase. Dado que la forma de un pulso de tensión o el curso de tensión directamente después de la iniciación o anulación de un cortocircuito de fase son claramente diferentes en el caso A y el caso B, de esta manera es posible un tratamiento diferente en el sentido de un uso de tiempos de filtrado más cortos.

15 La presente invención propone por tanto un procedimiento para hacer funcionar un rectificador de puente activo que a través de conexiones de fase está conectado a una máquina eléctrica que se puede hacer funcionar por generador, en una red de a bordo de un automóvil y que presenta conexiones de tensión continua. Durante un funcionamiento por generador de la máquina eléctrica, por medio del rectificador de puente, en momentos de
20 iniciación en los que existen condiciones de iniciación, entre las conexiones de fase se inician cortocircuitos de fase y se vuelven a anular respectivamente sólo en momentos de anulación en los que existen condiciones de anulación. Para determinar los momentos de iniciación y de anulación, de una manera conocida básicamente del estado de la técnica, una tensión entre las conexiones de tensión continua se compara con un (primer) valor umbral superior y un segundo valor umbral que es inferior al primer valor umbral. Según la invención, está previsto que la tensión para la
25 determinación de los momentos de iniciación se compara además con un tercer valor umbral superior al primer valor umbral. De esta manera, en el marco de la presente invención es posible tratar el caso A y el caso B de maneras diferentes y mantener lo más breve posible en el caso A un bloqueo de tensión por el rectificador o las válvulas de corriente de semiconductor de este.

30 En el marco del procedimiento según la invención está previsto que la iniciación de los cortocircuitos de fase se realiza respectivamente más temprano, cuando se detecta que dentro de un intervalo de tiempo predefinido después del momento de anulación la tensión ha excedido el tercer valor umbral al menos durante un período de tiempo mínimo de exceso. De esta manera, se reducen las solicitudes correspondientes.

35 Especialmente, puede estar previsto que la iniciación de los cortocircuitos de fase se realice respectivamente inmediatamente al detectarse que la tensión ha excedido dentro del intervalo de tiempo predefinido, después del momento de anulación, el tercer valor umbral al menos durante el período de tiempo mínimo de exceso. Al contrario del estado de la técnica, aquí por tanto, además del exceso del primer valor umbral se define un criterio adicional que conduce a una iniciación directa más rápida de un cortocircuito de fase y que se aplica en el caso A descrito
40 anteriormente.

Si no se produce un exceso correspondiente del tercer valor umbral, se realiza una comprobación convencional de un exceso del primer valor umbral. Por lo tanto, está previsto que si se detecta respectivamente que dentro del
45 intervalo de tiempo predefinido, después del momento de anulación, la tensión no ha excedido el tercer valor umbral o no lo ha excedido al menos durante el período de tiempo mínimo de exceso, los cortocircuitos de fase se inician sólo si después la tensión ha excedido el primer valor umbral durante más de un período de tiempo mínimo de exceso. De esta manera es tratado por la presente invención el caso B descrito anteriormente.

Una variante del procedimiento según la invención prevé que para determinar los momentos de anulación, la tensión se compara con un cuarto valor umbral que es inferior al segundo valor umbral. De esta manera, también para la
50 anulación de los cortocircuitos de fase se puede realizar una diferenciación ventajosa entre el caso A y el caso B, como se explica a continuación.

En el marco del procedimiento según la invención se usa de manera ventajosa un rectificador de puente con
55 válvulas de corriente de semiconductor controlables con una tensión disruptiva, siendo el tercer valor umbral inferior a la tensión disruptiva. De manera ventajosa, el primer valor umbral y el segundo valor umbral son superiores a una tensión de funcionamiento regular de la red de a bordo.

Una unidad de cómputo según la invención, por ejemplo, un aparato de control de un rectificador de puente, está
60 concebido, especialmente programado, para realizar un procedimiento según la invención.

También resulta ventajosa la implementación del procedimiento en forma de un programa de ordenador, ya que esto produce costes especialmente reducidos, especialmente si un aparato de control que lo ejecuta se utiliza además
65 para otras tareas y, por tanto, está presente de por sí. Los soportes de datos apropiados para poner a disposición del programa de ordenador son especialmente las memorias magnéticas, ópticas y eléctricas como, por ejemplo, discos duros, memorias flash, EEPROM, DVD y otros. También es posible la descarga de un programa a través de

redes informáticas (Internet, Intranet etc.).

Más ventajas y realizaciones de la invención resultan de la descripción y del dibujo adjunto.

- 5 La invención está representada esquemáticamente en el dibujo con la ayuda de un ejemplo de realización y se describe a continuación haciendo referencia al dibujo.

Breve descripción de los dibujos

- 10 La figura 1 muestra esquemáticamente un generador con un rectificador de puente.

La figura 2 muestra esquemáticamente un esquema equivalente de una red de a bordo.

- 15 Las figuras 3A y 3B muestran cursos de tensión esquemáticos en caso de descarga.

La figura 4 muestra cursos de tensión esquemáticos en caso de descarga.

Las figuras 5A y 5B ilustran formas de realización de la invención.

- 20 Forma(s) de realización de la invención

En las figuras, los elementos que se corresponden unos a otros llevan signos de referencia idénticos y, para mayor claridad, no se vuelven a explicar.

- 25 En la figura 1 se ilustra esquemáticamente una disposición 100 convencional con un rectificador de puente 10 de diez pulsos y con un generador 20 de cinco fases. Como se ha mencionado, la invención resulta adecuada también para rectificadores de puente y generadores con otros números de pulsos y de fases.

- 30 El rectificador de puente 10 presenta cinco semipuentes A a E que están conectados, respectivamente a través de una toma central 11, a las fases de generador o las conexiones de fase U a Y correspondientes del generador 20. Los semipuentes están conectados, por sus extremos, respectivamente a conexiones de tensión continua B+ y B-, por ejemplo, líneas de alimentación 201 y 202 de una red de a bordo 200, tal como se muestra en la figura 2. La conexión B- también puede estar puesta a masa. También el generador 20 puede presentar una conexión correspondiente a la conexión de tensión continua B-, por ejemplo, un cable de masa 21.

- 35 Los semipuentes A a E presentan respectivamente válvulas de corriente de semiconductor 12 y 13 controlables que aquí están ilustradas como transistores e integradas respectivamente en una rama superior H ("Highside" / lado alto) y una rama inferior L ("Lowside" / lado bajo) de los distintos semipuentes A a E. Las válvulas de corriente de semiconductor 12 y 13 pueden estar realizadas de forma idéntica o distinta una respecto a otra.

- 40 La conexión de las válvulas de corriente de semiconductor 12 y 13 se realiza a través de sus respectivas conexiones de compuerta G por medio de un dispositivo de control 14, por ejemplo, un control de rectificador, a través de líneas de control no representadas. Puede estar previsto un dispositivo de control 14 de forma conjunta para todos los semipuentes A a E. Alternativamente, también es posible que cada uno de los semipuentes A a E presente un dispositivo de control individual (no está representado).

- 45 Una descarga puede detectarse en la disposición 100 a base de una tensión presente entre las conexiones de tensión continua B+ y B-. Para ello, el dispositivo de control 14 está conectado, a través de una línea 15, a la conexión de tensión continua B+. Si el dispositivo de control 14 detecta que un valor umbral de tensión superior definido (aquí, designado como primer valor umbral) se ha excedido al menos durante un período de tiempo mínimo de exceso predeterminado, el dispositivo de control 14 convencionalmente detecta una descarga.

- 50 La activación del rectificador 10 en caso de una descarga detectada puede comprender el cortocircuitado de las conexiones de fase U a Y. Como consecuencia, la corriente alimentada, a través de las conexiones de tensión continua B+ y B-, a la red de a bordo conectada cae hasta cero, la tensión detectada a través de la línea 15 baja. Convencionalmente, el cortocircuito de fase se mantiene hasta que la tensión presente entre las conexiones de tensión continua B+ y B- baje, al menos durante un período de tiempo mínimo de exceso predefinido, por debajo de un valor umbral de tensión adicional (aquí, designado como segundo valor umbral). Un cortocircuito de fase correspondiente puede realizarse mediante el control simultáneo y, por tanto, la conmutación al estado conductor, de las válvulas de corriente de semiconductor 12, por una parte, o 13, por otra parte, es decir, de las válvulas de corriente de semiconductor de una rama de rectificador H o L. Es típico un cortocircuito de fase mediante el control de las válvulas de corriente de semiconductor 13.

- 55 En la figura 2 está representado y designado por 200 en su conjunto, un esquema equivalente de una red de a bordo de un automóvil. En este, igualmente están representados un generador 20 y un rectificador 10, por ejemplo como en la figura 1.

5 En el generador 20 con el rectificador 10 está presente una tensión UB, como está ilustrado por una flecha designada correspondientemente. Dicha tensión corresponde a la tensión presente entre las conexiones de tensión continua B+ y B-. La conexión B- está representada aquí en el generador 10, ya que el generador 10 y el rectificador 20 pueden presentar un potencial de referencial conjunto en forma de esta conexión de tensión continua B-, por ejemplo, masa. Los capacitores C1 y C2 así como los resistores de carga RL1 y RL3 representan capacitores o consumidores de una red de a bordo.

10 El capacitor C1 corresponde a un capacitor en un punto de apoyo de arranque externo de la red de a bordo 200. Las conexiones F1 y F2 están previstas como ayuda de arranque. El capacitor C1 está previsto para amortiguar fluctuaciones de tensión en la red de a bordo. La tensión que cae a través del capacitor C1 igualmente está ilustrada con una flecha y designada por UF.

15 Entre la conexión de tensión continua B+ y la conexión F1 y entre la conexión de tensión continua B- y la conexión F2 están incorporados respectivamente líneas o tramos de línea 201 y 201 con una longitud de típicamente 1,5 a 2 metros y una sección transversal de por ejemplo 25 milímetros cuadrados. Estos forman en el esquema eléctrico equivalente de la figura 2 sustancialmente inductividades, por ejemplo con un valor de 2 microhenrios.

20 Los conmutadores S1 y S2 ilustran los casos A y B de descargas que se han explicado varias veces. En caso de una descarga cerca de o directamente en la conexión de tensión continua B+ (corresponde a la apertura del conmutador S1) existe el caso A, en caso de una desconexión de un consumidor en la red de a bordo 200 (corresponde a la apertura del conmutador S2) existe el caso B. En el caso A sigue existiendo la capacidad de la línea entre la conexión de tensión continua B+ y la conexión F1, en el caso B, esta falta en parte o en su totalidad.

25 Los efectos resultantes se ilustran haciendo referencia a las figuras 3A y 3B, ilustrando la figura 3A el caso A explicado y la figura 3B el caso B explicado. En las figuras 3A y 3B están representados respectivamente cursos de tensión de la tensión presente entre las conexiones de tensión continua B+ y B-, en voltios en la ordenada con respecto a un tiempo en la abscisa, estando designados por UA en la figura 3A y por UB en la figura 3B. Estas designaciones son válidas también para las figuras siguientes.

30 Según la figura 3A, la tensión UA corresponde hasta un momento 301 al valor normal regulado en la red de a bordo, por ejemplo, 14 voltios. En el momento 301 se produce un suceso de descarga, a causa del cual la tensión UA sube fuertemente de manera brusca a causa de la falta de capacidades. En un momento 302, la tensión UA alcanza un valor con el que se activa por ejemplo una función de bloqueo o se alcanza la tensión disruptiva de las válvulas de corriente de semiconductor empleadas. Al mismo tiempo, la tensión ha excedido un (primer) valor umbral 1 superior, de manera que con un retardo correspondiente a causa de un tiempo muerto o de filtrado se inicia un cortocircuito de fase. Dado que la subida de tensión en el caso A o según la figura 3A es de flanco muy empinado, el tiempo muerto o de filtrado influyen en la duración del período de tiempo en el que la tensión de salida del generador está limitada sólo por un bloqueo de tensión con una pérdida de potencia muy elevada. En la representación según la figura 3A, este período de tiempo está comprendido entre el momento 302 y un momento 303.

40 Tras iniciarse un cortocircuito de fase en el momento 303 o justo antes baja la tensión hasta alcanzar, en un momento 304, un (segundo) valor umbral 2 inferior correspondiente. A su vez con un retardo correspondiente a causa de un tiempo muerto o de filtrado, en concreto, sólo en un momento 305, se vuelve a anular el cortocircuito de fase. El momento 305 corresponde al momento 301, y por tanto, el procedimiento continúa de la manera descrita, hasta que se haya producido una desexcitación suficiente del generador o se haya regulado la tensión y por tanto ya no se alcance el (primer) valor umbral 1 superior.

50 Según la figura 3B, hasta un momento 306, la tensión UB igualmente corresponde al valor normal regulado, por ejemplo, 14 voltios. En el momento 306 se produce un suceso de descarga, a causa del cual, sin embargo, la tensión ahora sube más lentamente a causa de las capacidades existentes (al contrario del caso A o la figura 3A). En un momento 307, alcanza el (primer) valor umbral 1 superior. Dado que en el caso B o según la figura 3B, la subida de tensión es relativamente plana, el tiempo muerto o de filtrado apenas influye en la duración del período de tiempo durante el que la tensión de salida del generador está limitada sólo por un bloqueo de tensión con una pérdida de potencia muy elevada, o ya no existe un período de tiempo correspondiente.

60 Si ahora, según la figura 3B, poco tiempo después del momento 307 (con un retardo por el tiempo muerto o de filtrado) se inicia un cortocircuito de fase, se produce un pico de tensión negativo a causa de las inductividades existentes. Este rebasa por defecto el (segundo) valor umbral 2 inferior. Pero debido a que existe un tiempo muerto o de filtrado correspondiente, esto se suprime porque el rebase por defecto del valor umbral es demasiado breve. Después del pico de tensión negativo, la tensión baja de forma relativamente lenta y, en un momento 308, alcanza el (segundo) valor umbral 2 inferior. Por lo tanto, el cortocircuito de fase se vuelve a anular poco tiempo después. Debido a ello se produce un pico de tensión positivo. Este excede el (primer) valor umbral 1 superior, pero igualmente se suprime. Después del pico de tensión positivo, la tensión sube de forma relativamente lenta hasta volver a alcanzar, en un momento 309, el (primer) valor umbral 1 superior. El momento 309 corresponde al momento 307, y por tanto, el procedimiento continúa de la manera descrita hasta que se haya producido una desexcitación

suficiente del generador o se haya regulado la tensión y, por tanto, ya no se alcance el (primer) valor umbral 1 superior.

5 En la figura 3B se puede ver por qué en el caso B se debe usar un tiempo muerto o un filtro correspondiente, a saber, para evitar que por los picos de tensión negativos y positivos mostrados (y el rebase por defecto o por exceso de los valores umbrales 1 y 2) se produzca una iniciación o anulación anticipadas de los cortocircuitos de fase. Unos tiempos muertos o funciones de filtrado correspondientes, sin embargo, resultan muy desventajosos en el caso A, como se ha mencionado varias veces.

10 El tiempo de filtrado o muerto, por una parte, debe elegirse tan grande que en el caso B los picos de tensión no conduzcan a una activación errónea del cortocircuito de fase, pero por otra parte, debe ser lo más reducido posible para mantener en un nivel mínimo la energía disipada durante el bloqueo de tensión en el caso A. También el pico de tensión negativo que en el caso B se produce durante la activación del cortocircuito de fase, debe suprimirse con un tiempo de filtrado o muerto correspondiente, para no disparar una desactivación anticipada del cortocircuito de fase. Sin embargo, en el caso A, debido a la descarga claramente más rápida del nodo de alimentación en comparación con el caso B, esto tiene como consecuencia eventualmente subtensiones que pueden conllevar o un reseteo o una intervención no deseable del regulador de generador.

20 El ancho Δt de los picos de tensión aparecidos en el caso B puede estimarse a través de $\Delta t = L (i_o / u_L)$, siendo L la inductividad del tramo de línea discutido anteriormente, siendo u_L la caída de tensión a través de L y siendo i_o el cambio de corriente que se ha producido en el tiempo Δt . El cambio de corriente i_o depende de la intensidad de la corriente conmutada por el cortocircuito de fase y de la velocidad a la que se conmutan las válvulas de corriente de semiconductor del rectificador activo. Si este pico de tensión debe ser filtrado por un filtro de tiempo con un tiempo t_F determinado, debe cumplirse la condición $\Delta t < t_F$. De esta ecuación resulta que la duración del pico de tensión puede reducirse mediante un aumento de u_L . La invención aprovecha este hecho.

30 Para resolver el conflicto del objetivo mencionado, la presente invención propone evaluar umbrales de tensión adicionales, lo que se deduce haciendo referencia a la figura 4. En la figura 4 se muestran los cursos de tensión UA o UB (véanse las figuras 3A y 3B) en un diagrama conjunto en voltios en la ordenada frente a un eje de tiempo conjunto. Estos todavía no corresponden a la invención, sino que sirven para ilustrar la invención.

35 El más elevado de los valores umbrales adicionales (aquí, designado por tercer valor umbral y, en la figura 4 y las figuras siguientes, ilustrado con 3) que es superior al primer valor umbral, sirve, durante un tiempo determinado posterior a la anulación del cortocircuito de fase, de criterio para la reactivación del cortocircuito de fase con un tiempo muerto o de filtrado claramente más corto. Esto se ilustra en una zona 41 de la figura 4 con referencia a la tensión UA. Aquí, el tercer valor umbral 3 ha sido excedido por la tensión UA durante un período de tiempo mínimo de exceso FH e inmediatamente antes se disparó un cortocircuito de fase. Por la tensión UB, en cambio, el tercer valor umbral 3 habría sido excedido sólo muy brevemente, es decir, durante menos que el período de tiempo mínimo de exceso FH. Por lo tanto, a base del exceso del tercer valor umbral 3 durante al menos el período de tiempo mínimo de exceso FH se puede detectar que existe el caso A, que no hay que esperar ningún pico de tensión negativo que tuviera a suprimirse y, por tanto, que se puede usar un tiempo de filtrado más corto.

45 El más bajo de los valores umbrales adicionales (aquí designado por cuarto valor umbral y, en la figura 4, ilustrado con TH4) que es inferior al segundo valor umbral, sirve, durante un tiempo determinado posterior a la activación del cortocircuito de fase, de criterio para la desactivación del cortocircuito de fase con un tiempo muerto o de filtrado más corto. Esto se ilustra en una zona 42 de la figura 4 con referencia a la tensión UB. Aquí, el cuarto valor umbral 4 es rebasado por defecto por la tensión UB e inmediatamente antes se inició un cortocircuito de fase. Por la tensión UA, el cuarto valor umbral 4 no habría sido rebasado por defecto. Por lo tanto, a base del rebase por defecto del cuarto valor umbral 4 se puede detectar que existe el caso B y se pueden tomar medidas adecuadas.

50 En una variante, los dos valores umbrales 3 y 4 adicionales o uno de los mismos pueden emplearse además sin limitación de tiempo de forma duradera paralelamente a los valores umbrales 1 y 2 existentes, para la activación o desactivación del cortocircuito de fase. En caso de esta realización, en una evaluación adicional se puede diferenciar directamente entre el caso A y el caso B y el control de las válvulas de corriente de semiconductor puede adaptarse a los dos casos con una reducción adicional de la aportación de potencia perdida en el caso A (mediante una conmutación más rápida del cortocircuito de fase de lo que conviene en el caso B debido a la inductividad de alimentación).

60 Con flechas están ilustrados en la figura 4 respectivamente los tiempos en los que a pesar del rebase por exceso o por defecto del primer y segundo valor umbral 1,2 todavía no se inicia o se anula ningún cortocircuito de fase, es decir, los tiempos muertos o de filtrado correspondientes. Si se refieren a excesos de valores umbrales correspondientes, aquí del primer y tercer valor umbral 1,3, están designados por FH. Si se refieren a rebases por defecto de valores umbrales correspondientes, aquí del segundo y cuarto valor umbral 2, 4, están designados por FL.

65 En el procedimiento ilustrado en la figura 4, en el que estos períodos corresponden todavía al estado de la técnica,

pueden aparecer algunas desventajas. Se puede ver que los tiempos de supresión representados conllevan, además de la supresión de los picos de tensión, algunos efectos secundarios negativos. Por ejemplo, en el caso A, durante el período de tiempo FH, la corriente de salida del generador es absorbida por un bloqueo de tensión con una alta pérdida de potencia. También en el caso B, antes de la activación del cortocircuito de fase, la tensión de la red de a bordo sube más allá del primer valor umbral 1, en concreto, tanto más, cuanto más largo es el tiempo muerto o de filtrado FL empleado, lo que se debe tener en cuenta al ajustar el primer valor umbral 1.

En las figuras 5A y 5B están ilustradas las medidas según otra forma de realización ventajosa, propuestas en el marco de la presente invención, correspondiendo la figura 5A a su vez al caso A y correspondiendo la figura 5B a su vez al caso B de una descarga. La designación de las tensiones y de los valores umbrales y su representación son idénticas a las figuras anteriores. Para ilustrar, con la ayuda de un nivel de señales S (no necesariamente empleado en la práctica) está representado respectivamente si está activo (en caso de un alto nivel de señales) o inactivo (en caso de un bajo nivel de señales) un cortocircuito de fase.

En la figura 5A, la tensión UA rebasa por defecto el segundo valor umbral 2 en un momento 501 a causa de un cortocircuito de fase (véase el nivel de señales S). Comienza un primer tiempo muerto que está ilustrado con FL y que define el período de tiempo mínimo de exceso que debe ser rebasado por defecto por la tensión como mínimo hasta que se pueda anular un cortocircuito de fase correspondiente. Por lo tanto, el cortocircuito de fase sólo se anula cuando durante el período completo indicado con FL se rebasa por defecto el segundo valor umbral 2. De manera correspondiente, el tiempo FL también puede definirse a través de una función de filtrado o un tiempo de filtrado. Cuando se alcanza un momento 502 (y en este todavía está siendo rebasado por defecto el segundo valor umbral 2), se anula el cortocircuito de fase (véase el nivel de señales S), de manera que la tensión UA sube fuertemente de manera rápida. Como está ilustrado con P, ahora se espera hasta que la tensión UA exceda el tercer valor umbral 3 durante más de un período de tiempo mínimo de exceso FH predefinido. El tiempo de espera máximo o un intervalo de tiempo correspondiente está designado por D1. Dado que la tensión UA ha excedido el tercer valor umbral durante un tiempo correspondiente ya antes del tiempo de espera D1 máximo, este tiempo de espera D1 está representado aquí con líneas discontinuas.

El período de tiempo mínimo de exceso FH es más corto que un período de tiempo mínimo de exceso regular en un procedimiento conocido. Define aquí el tiempo, a partir del que se puede volver a iniciar como muy pronto un cortocircuito de fase a partir de un exceso del tercer valor umbral 3. El cortocircuito de fase se inicia, cuando durante el tiempo total, indicado con FH, se ha excedido el tercer valor umbral 3. Este es el caso en un momento 503.

Después de haberse iniciado el cortocircuito de fase en el momento 503, baja la tensión UA y, como está ilustrado con P, se espera si la tensión UA rebasa por defecto el cuarto valor umbral. El tiempo de espera máximo o un intervalo de tiempo correspondiente para ello están designados por D2. Dado que la tensión UA no rebasa por defecto el cuarto valor umbral 4 durante este tiempo de espera D2, como está ilustrado con P, sin iniciar más medidas, a partir de un momento 504 se vuelve a esperar si la tensión UA rebasa por defecto el segundo valor umbral. Este es el caso en un momento 505 que corresponde básicamente al momento 501 y a partir del que el procedimiento continúa de la manera descrita anteriormente.

También en la figura 5B, la tensión UB rebasa por defecto el segundo valor umbral 2 a causa de un cortocircuito de fase (véase el nivel de señales S), en un momento que aquí está designado por 506. Comienza a transcurrir el primer tiempo muerto FL. Para más detalles, se remite a la figura 5A.

Cuando se alcanza un momento 507, se anula el cortocircuito de fase (véase el nivel de señales S), de manera que sube la tensión UB. La tensión B está ilustrada aquí de forma filtrada, lo que corresponde al curso real con más exactitud que la representación esquemática en las figuras 3B y 4. Las presentes inductividades de la red de a bordo en combinación con las capacidades existentes forman un filtro, de manera que se aplanan el pico de tensión positivo ilustrado en las figuras 3B y 4. En un momento 508, la tensión UB alcanza el tercer valor umbral 3 y lo excede. Sin embargo, debido a que la duración del exceso es más corta que el período de tiempo FH, no se anula el cortocircuito de fase. Durante el período de tiempo D1 completo este no es el caso, de manera que a continuación se realiza una comprobación correspondiente de un exceso del primer valor umbral 1, de la manera conocida de por sí.

Después de haberse iniciado a continuación el cortocircuito de fase en un momento 509, baja la tensión UB y, como está ilustrado con P, se espera si la tensión UB rebasa por defecto el cuarto valor umbral 4. El tiempo de espera máximo para ello está designado por D2. Dado que la tensión UA rebasa por defecto el cuarto valor umbral 4 durante este tiempo de espera D2, se reduce el período de tiempo FL, de manera que tampoco aquí se producen efectos negativos. El momento 510 corresponde sustancialmente al momento 506.

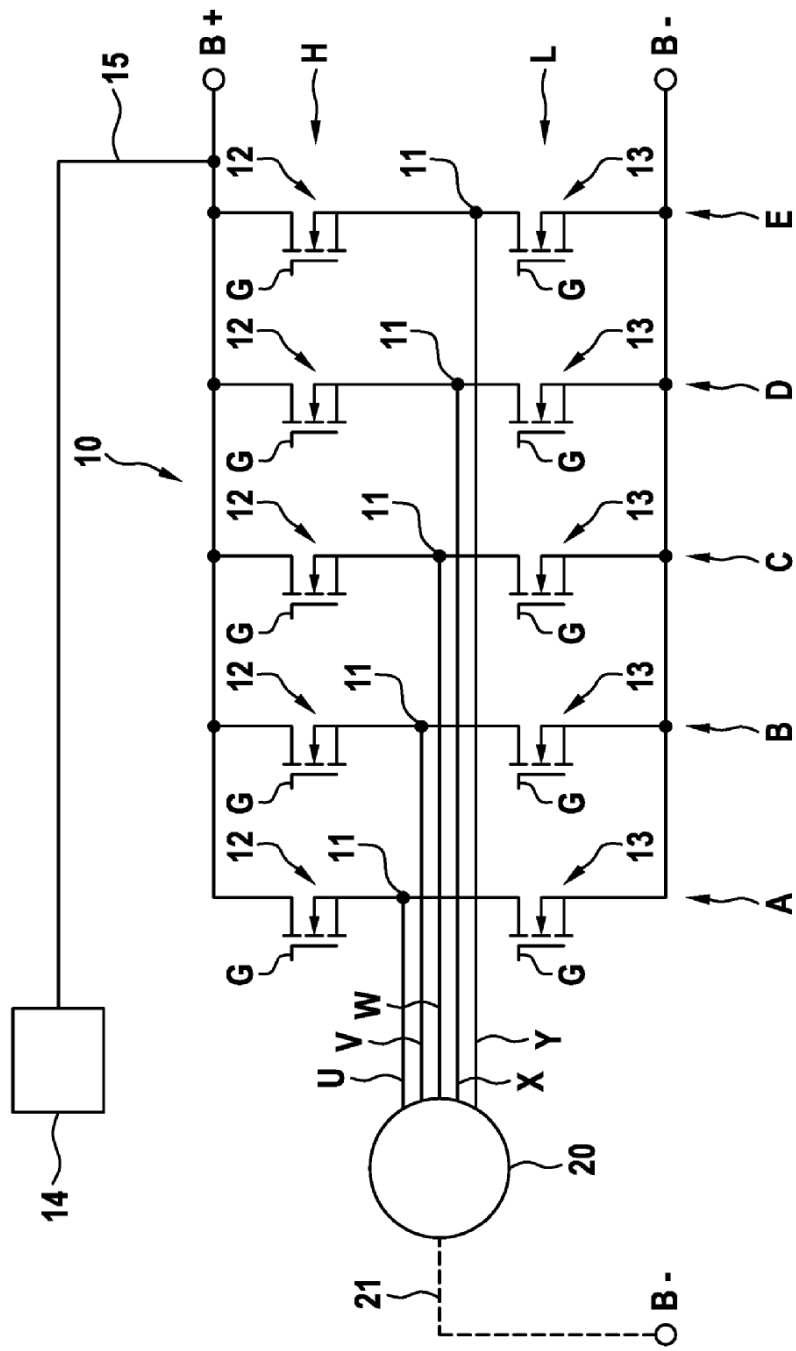
Para garantizar una detección correcta del caso B en caso del umbral de tensión 1 correcto, el valor umbral 3 es evaluado sólo de forma limitada en el tiempo, en concreto, para el intervalo de tiempo D1 después del cambio del estado cortocircuito de fase activo a cortocircuito de fase inactivo. Hay que tener en cuenta que para el caso B se elige de forma cuidadosa el tiempo D1 para asegurar en todas las variaciones de parámetros por una parte la activación de los cortocircuitos en caso del umbral de tensión 1 correcto y garantizar, por otra parte, la supresión de los picos de tensión inductivos mediante un D1 suficientemente largo.

- 5 En sistemas en los que en el caso A se produce una descarga muy rápida de las capacidades locales en el generador, el umbral 4 puede utilizarse para conseguir una rápida desactivación del cortocircuito de fase para evitar una subtensión y un reseteo, mientras que al mismo tiempo, en el caso B, las caídas de tensión inductiva tras la activación del cortocircuito de fase no provocan una desconexión del cortocircuito de fase. El procedimiento coincide con el comportamiento en caso de picos de tensión positivos, y en lugar de 2, tras la activación del cortocircuito de fase para D2 se evalúa un umbral de tensión 3 adicional para poder minimizar FL.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para hacer funcionar un rectificador de puente (10) activo que a través de conexiones de fase (U a Y) está conectado a una máquina eléctrica (20), que puede hacerse funcionar por generador, en una red de a bordo (200) de un automóvil y que presenta conexiones de tensión continua (B+, B-), en el cual durante un funcionamiento por generador de la máquina eléctrica (20), por medio del rectificador de puente (10), en momentos de iniciación en los que existen condiciones de iniciación, se inician cortocircuitos de fase entre las conexiones de fase (U a Y) y se vuelven a anular respectivamente sólo en momentos de anulación en los que existen condiciones de anulación, y en el cual para la determinación de los momentos de iniciación y de anulación, una tensión (UA, UB) entre las conexiones de tensión continua (B+, B-) se compara con un primer valor umbral (1) y con un segundo valor umbral (2) que es inferior al primer valor umbral (1), y en el cual para la determinación de los momentos de iniciación, la tensión (UA, UB) se compara además con un tercer valor umbral (3) que es superior al primer valor umbral (1), **caracterizado porque** la iniciación de los cortocircuitos de fase se realiza respectivamente de forma más temprana, cuando se detecta que, dentro de un intervalo de tiempo (D1) predefinido, posterior al momento de anulación, la tensión (UA) ha excedido el tercer valor umbral (3) al menos durante un período de tiempo mínimo de exceso (FH).
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la iniciación de los cortocircuitos de fase se realiza respectivamente inmediatamente al detectarse que la tensión (UA) ha excedido dentro del intervalo de tiempo (D1) predefinido, posterior al momento de anulación, el tercer valor umbral (3) al menos durante el período de tiempo mínimo de exceso (FH).
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que, cuando se detecta respectivamente que, dentro del intervalo de tiempo (D1) predefinido, posterior al momento de anulación, la tensión (UA) no ha excedido o no ha excedido al menos durante el período de tiempo mínimo de exceso (FH) el tercer valor umbral (3), los cortocircuitos de fase se inician sólo si a continuación la tensión (UA, UB) ha excedido el primer valor umbral (1) durante más de un período de tiempo mínimo de exceso (FH).
- 20 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que, para la determinación de los momentos de anulación, la tensión (UA, UB) se compara con un cuarto valor umbral (4) que es inferior al segundo valor umbral (2).
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se usa un rectificador de puente (10) con válvulas de corriente de semiconductor (12, 13) controlables, con una tensión disruptiva, siendo el tercer valor umbral (3) inferior a la tensión disruptiva.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer valor umbral (1) y el segundo valor umbral (2) son superiores a una tensión de funcionamiento regular de la red de a bordo (100).
- 35 7. Unidad de cómputo que está concebida para realizar un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores.
- 40 8. Programa de ordenador que hace que una unidad de cómputo realice un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, cuando es ejecutado en una unidad de cómputo.
- 45 9. Medio de almacenamiento legible por máquina con un programa de ordenador almacenado en este, según la reivindicación 8.

Fig. 1



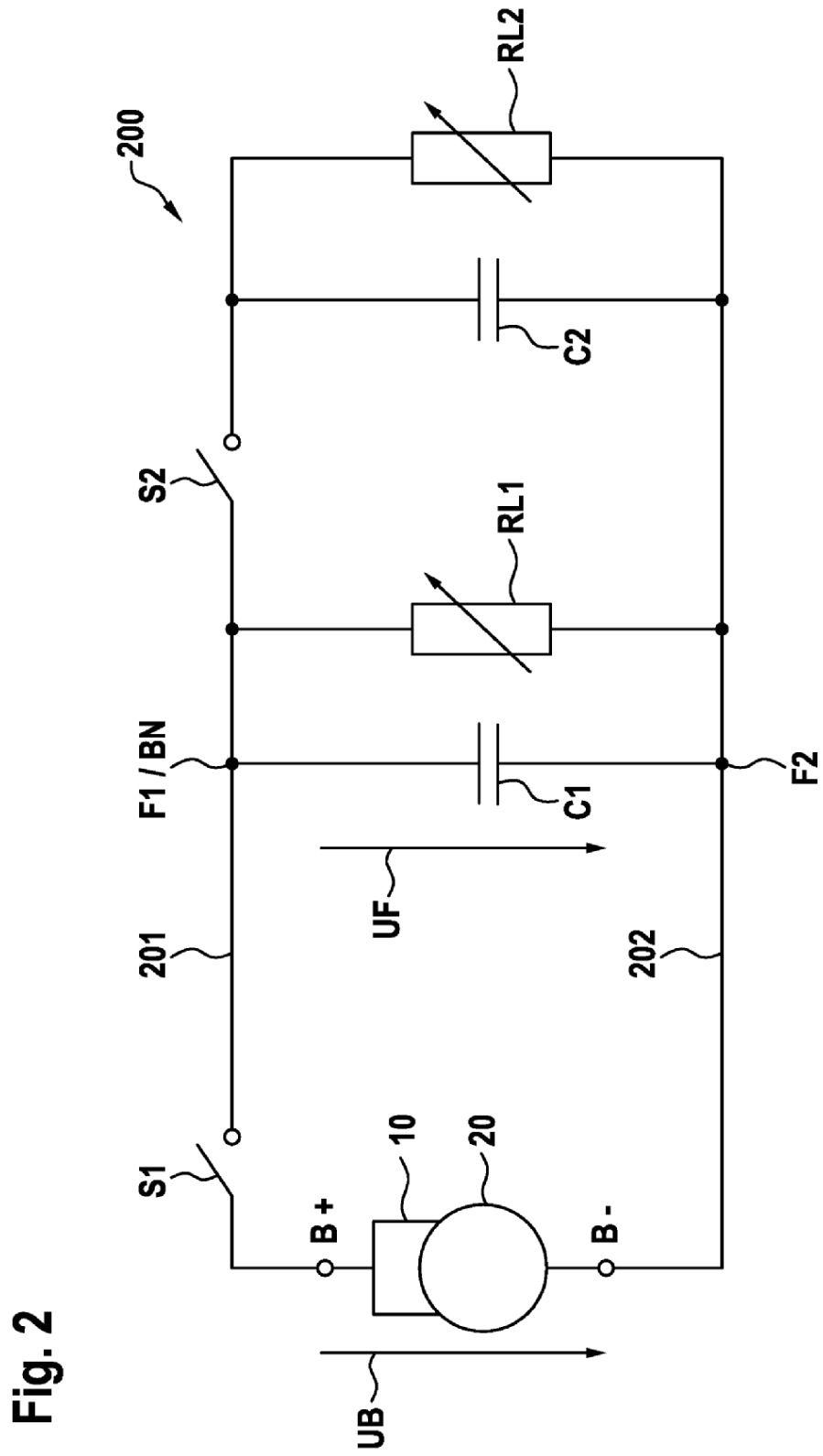


Fig. 2

Fig. 3A

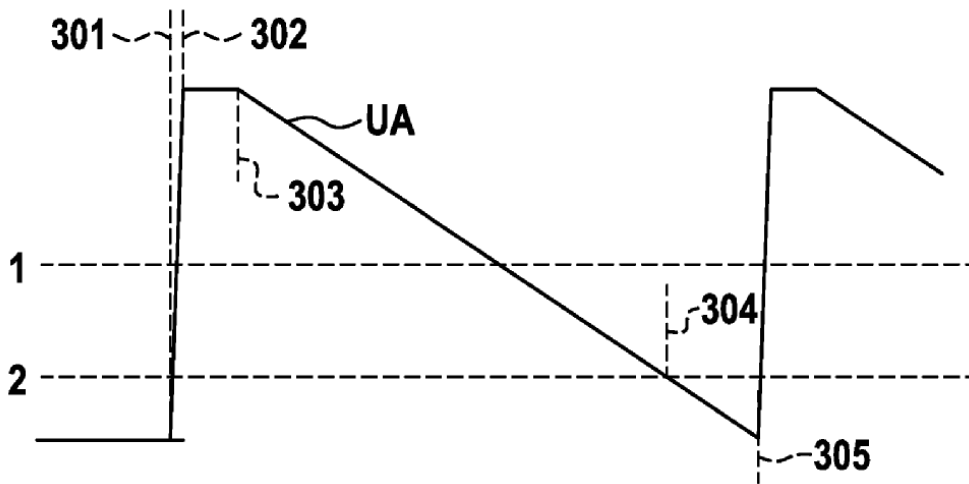


Fig. 3B

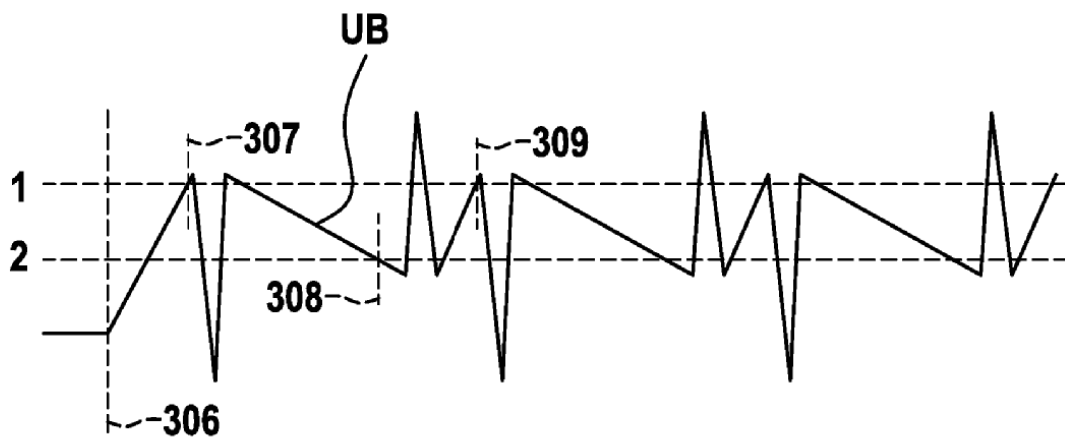


Fig. 4

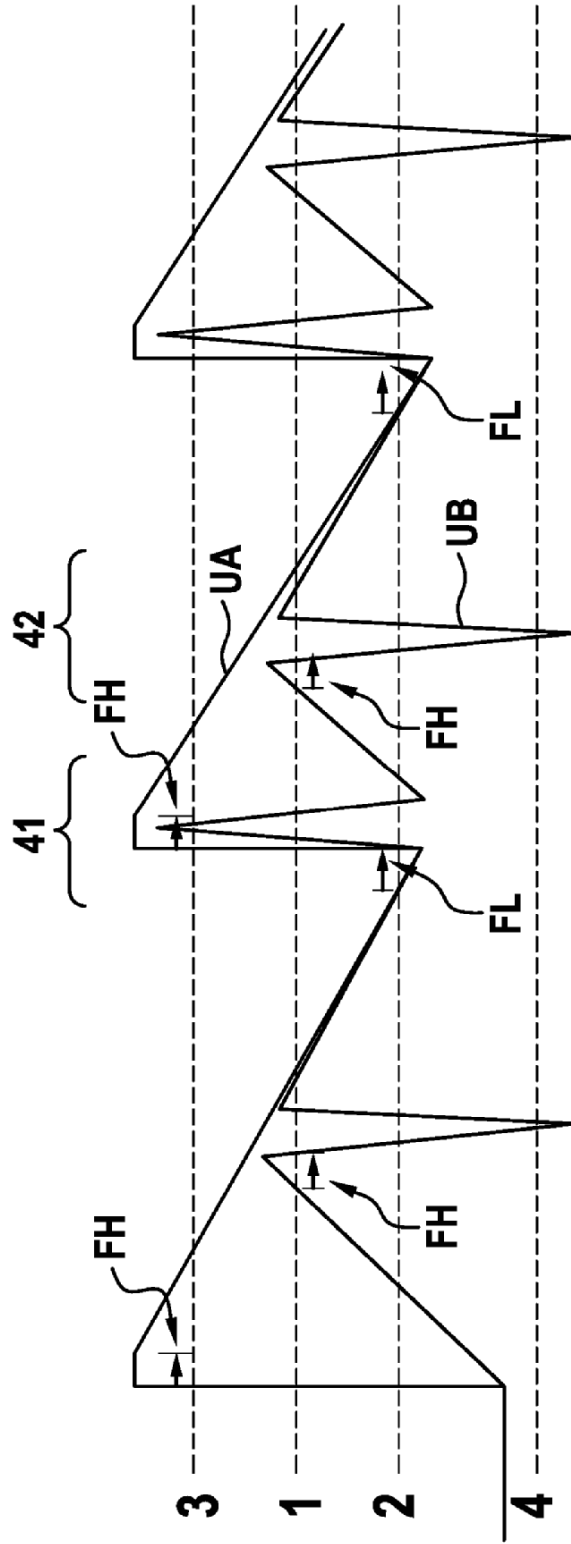


Fig. 5A

