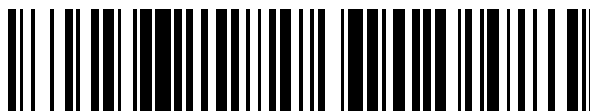


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 651**

51 Int. Cl.:

B60R 16/03	(2006.01)
H02P 9/14	(2006.01)
H02P 29/024	(2006.01)
H02P 25/22	(2006.01)
H02M 1/084	(2006.01)
H02M 1/32	(2007.01)
H02M 7/219	(2006.01)
H02M 7/217	(2006.01)
H02P 9/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.07.2014 PCT/EP2014/066134**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2015 WO15028222**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2014 E 14744113 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 3039761**

54 Título: **Protección contra sobretensión para rectificadores activos en caso de deslastre de carga**

30 Prioridad:

27.08.2013 DE 102013217023
06.09.2013 DE 102013217896

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.05.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SCHUELER, HARALD;
SAUTTER, SIEGBERT;
OTTE, CHRISTOPHER;
MEHRINGER, PAUL;
GE, JIE;
FEILER, WOLFGANG y
SCHMIDT, MATTHIAS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 713 651 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

Protección contra sobretensión para rectificadores activos en caso de deslastre de carga

5 La presente invención se refiere a un módulo rectificador para un puente rectificador activo con medios de protección contra sobretensiones en caso de deslastre de carga, un puente rectificador activo con módulos rectificadores correspondientes, un dispositivo generador con un puente rectificador de este tipo, un sistema eléctrico de vehículo motorizado correspondiente, un procedimiento operativo asociado y medios para implementar este procedimiento operativo.

10

Estado de la técnica

15 Para la alimentación de sistemas de corriente continua a partir de sistemas de corriente trifásica pueden utilizarse rectificadores de distintos tipos. En los sistemas eléctricos de vehículos motorizados, en correspondencia con los generadores de corriente trifásica empleados generalmente aquí, se utilizan a menudo puentes rectificadores integrados de seis pulsos. Sin embargo, la invención es igualmente adecuada para puentes rectificadores con otro número de fases, por ejemplo, para generadores de cuatro o cinco fases.

20 Un caso de operación crítico con puentes rectificadores es el deslastre de carga (*Load Dump*, en inglés). Esto ocurre cuando con el generador altamente energizado y un alto suministro de corriente correspondiente, la carga en el generador o el puente rectificador asociado al mismo (por ejemplo, mediante la desconexión de consumidores) se reduce abruptamente y esto no puede ser interceptado por elementos de efecto capacitivo en la red de tensión continua (por ejemplo, la batería en el sistema eléctrico de vehículos motorizados). En este caso, debido a la energía no emitida en el generador en casos extremos durante aproximadamente 300 a 500 ms, podría suministrarse una

25 alta tensión a través del puente rectificador conectado en el generador al sistema eléctrico de vehículo motorizado. Por lo tanto, normalmente, esto debería poder interceptarse en el puente rectificador, para proteger contra los daños por sobretensión los componentes eléctricos en el sistema eléctrico del vehículo motorizado. Esto se realiza con puentes rectificadores pasivos a través de los diodos Zener rectificadores incorporados, a los que se puede unir la sobretensión y se puede convertir el exceso de energía en calor.

30

Sin embargo, como se explica, por ejemplo, en el documento DE 10 2009 046 955 A1, resulta deseable el uso de puentes rectificadores activos en vehículos motorizados, entre otras cosas porque estos, a diferencia de los puentes rectificadores pasivos o descontrolados, presentan menor pérdida de potencia. Los elementos interruptores activos o controlables disponibles actualmente para dichos puentes rectificadores activos como, por ejemplo, MOSFET, no tienen ninguna función de agarre incorporada con suficiente robustez y no pueden captar la sobretensión. Por lo tanto, en puentes rectificadores activos se requieren estrategias de protección adicionales.

35

40 En el caso de un deslastre de carga, las fases del generador pueden, por ejemplo, cortocircuitarse, por lo que todos los elementos de conmutación de la sección rectificadora superior o inferior pueden conmutarse por conducción, como también se describe, por ejemplo, en el documento DE 198 35 316 A1 y en el documento DE 10 2009 046 955 A1. Esto se realiza en particular sobre la base de una evaluación de la tensión de salida determinada en los terminales de corriente continua del puente rectificador activo. Si esta excede un valor umbral superior predeterminado, se inicia un cortocircuito correspondiente y disminuye la tensión de salida. Si, por lo tanto, la tensión de salida está por debajo de un valor umbral inferior predeterminado, se cancela el cortocircuito y la tensión de salida sube nuevamente. En este caso, se trata de un típico comportamiento de histéresis. Por lo tanto, la tensión de salida en el caso de un deslastre de carga oscila, esencialmente entre el valor umbral superior y el inferior.

45

50 Los problemas pueden surgir aquí a partir de los llamados puentes rectificadores activos de estructura descentralizada, en los que los medios puentes individuales comprenden cada uno circuitos de control independientes que detectan cada uno individualmente la tensión de salida. Dichos medios puentes con circuitos de control independientes se conocen también, en el contexto de esta solicitud, como módulos rectificadores o módulos de fase. Debido a que en estos circuitos de control son inevitables determinadas tolerancias, puede producirse un comportamiento de conmutación diferente en los medios puentes individuales, como se describe a continuación. Esto se refiere en particular a los circuitos de control que se implementan por medio de circuitos integrados para aplicaciones específicas (*application specific integrated circuits*, ASIC, en inglés). Mediante el comportamiento de conmutación diferente pueden sobrecargarse significativamente elementos de conmutación individuales en el puente rectificador activo, provocando la destrucción térmica del elemento de conmutación correspondiente y un fallo.

55

60 Por lo tanto, es necesario mejorar las estrategias de protección del puente rectificador activo en caso de deslastre de carga.

60

65 El documento EP 0 777 309 A2 describe un módulo rectificador para un puente rectificador activo, que comprende dos elementos de conmutación conectados en serie entre dos terminales finales, entre los que se forma una toma central, así como un circuito de control con una unidad de monitorización, una unidad de sincronización y una unidad de control, en el que

- la unidad de monitorización está configurada para detectar una tensión de medición y emitir una señal de requerimiento cuando la tensión de medición supera un valor umbral superior
- la unidad de sincronización está configurada para emitir una señal de sincronización en un terminal de sincronización siempre que la unidad de monitorización emita la señal de requerimiento, y
- la unidad de control está configurada para cambiar al estado conductor al menos en secciones uno de los dos elementos de conmutación durante un periodo de control, cuando la unidad de monitorización emite la señal de requerimiento y/o cuando por medio de la monitorización del terminal de sincronización detecta la señal de sincronización y se reconoce opcionalmente como válida.

10 **Descripción de la invención**

En este contexto, la presente invención propone un módulo rectificador para un puente rectificador activo con medios de protección contra sobretensiones en caso de deslastre de carga, un puente rectificador activo con los correspondientes módulos rectificadores, un dispositivo generador con un puente rectificador de este tipo, un sistema eléctrico de vehículo motorizado correspondiente, un procedimiento operativo asociado y medios para la implementación de este procedimiento operativo con las características de las reivindicaciones independientes.

Ventajas de la invención

20 La presente invención se refiere, como se ha mencionado, a la operación de un dispositivo generador con un puente rectificador activo en caso de deslastre de carga. Tal como se ha explicado, una operación de este tipo puede comprender las fases del generador o sus correspondientes terminales de tensión alterna del puente rectificador activo a través del control simultáneo (y por lo tanto, conmutación simultánea) de todos los elementos de conmutación inferiores o de todos los superiores, controlables o activos, de una sección rectificadora de conexión con función conductiva entre sí (cortocircuito) y cancelar nuevamente de manera simultánea los cortocircuitos correspondientes. De este modo, se inducen o se cancelan cortocircuitos de fase.

También en los puentes rectificadores activos de estructura descentralizada mencionados, en los que los medios puentes individuales presentan cada uno circuitos de control independientes, que detectan la tensión de salida que se aplica respectivamente de forma individual en los terminales de tensión continua del puente rectificador activo, sin embargo, se prefiere una operación de este tipo, que en el estado de la técnica, debido a que las tolerancias explicadas al inicio en el caso de la detección de tensión y/o en los elementos subordinados de los circuitos de control no siempre se consigue. Las medidas de acuerdo con la invención permiten, sin embargo, una operación de este tipo.

Debido a las tolerancias mencionadas puede suceder, por lo tanto, que el circuito de control de un medio puente se conecte en estado conductor sólo a un valor de tensión más alto de la tensión de salida que todos los demás medios puentes. Esto trae como resultado que haya efectivamente un valor umbral superior más alto en este circuito de control, a pesar de la especificación idéntica en todos los medios puentes.

Lo mismo se aplica al valor umbral inferior, es decir, el circuito de control de un medio puente reinicia la operación normal sólo a un valor de tensión más bajo de la tensión de salida que todos los demás medios puentes y posee de este modo, a pesar de especificaciones idénticas en todos los medios puentes efectivamente un valor umbral inferior más bajo.

El último caso expuesto resulta ser particularmente crítico. Dado que los circuitos de control de todos los demás medios puentes reinician la operación normal antes del circuito de control con el valor umbral efectivamente inferior, la tensión de salida sube nuevamente. Por lo tanto, puede suceder que el circuito de control con el valor umbral efectivamente más bajo nunca detecte una tensión de salida por debajo de este valor umbral efectivamente más bajo. El elemento de conmutación correspondientemente controlado permanece así conectado de forma conductora permanentemente.

Bajo ciertas circunstancias, fases individuales reinician nuevamente la rectificación normal, mientras que otras permanecen permanentemente en estado conductor. En caso necesario, otras no pasan nunca al estado conductor permanente. Este comportamiento conduce a una asimetría de las corrientes de fase resultantes, como se ilustra en la figura 2 descrita a continuación. Debido a esto, los elementos de conmutación individuales pueden sobrecargarse significativamente en el rectificador, lo que puede provocar la destrucción térmica de los elementos de conmutación correspondientes. Por lo tanto, es posible una caída temprana del puente rectificador activo o una limitación insuficiente de las sobretensiones generadas por el deslastre de carga.

Un puente rectificador activo presenta, como se conoce generalmente, medios puentes que definen una sección rectificadora superior y una inferior o de lado alto y de lado bajo con sus correspondientes elementos de conmutación. Por medio de los elementos de conmutación dispuestos en la sección rectificadora superior o de lado alto puede construirse una conexión respectiva de uno o varios terminales de tensión alterna con un terminal de tensión continua positiva y por medio de los elementos de conmutación dispuestos en la sección rectificadora inferior o de lado bajo, una conexión de uno o varios terminales de tensión alterna con un terminal de tensión continua.

Cada medio puente presenta, por lo tanto, dos elementos de conmutación conectados en serie y controlables entre los dos terminales de tensión continua, entre los que se conectan cada uno de los terminales de tensión alterna.

Por medio de los terminales de tensión continua, el puente rectificador activo se conecta con un número de fases correspondientes del generador y los terminales de tensión continua alimentan un sistema eléctrico de tensión continua. El terminal de tensión continua positiva también se conoce como B+. El terminal de tensión continua negativa, conocido también como B-, puede tener en particular, toma a tierra. En los terminales de tensión continua, en el caso de la operación rectificadora del puente rectificador activo, se aplica una tensión de salida, que puede corresponderse con la tensión de sistema eléctrico de un sistema eléctrico conectado. Se entiende que los puentes rectificadores activos correspondientes también pueden ser operados en modo alterno, por ejemplo, en vehículos híbridos. Dichas fases operativas no se consideran en este caso. Sin embargo, se entiende que, si en el contexto de esta solicitud se habla de un generador, se puede hacer referencia también en el presente documento a una máquina eléctrica que puede operarse tanto mediante generador como mediante motor. Lo mismo se aplica al rectificador activo, que en las fases operativas correspondientes también puede ser operado en modo alterno.

La invención se refiere, como se ha mencionado anteriormente, a un llamado puente rectificador descentralizado, en el que cada medio puente comprende un circuito de control. Como resultado, en cada caso se forma un módulo rectificador para un puente rectificador activo, que presenta dos elementos de conmutación conectados en serie entre dos terminales finales, entre los cuales se forma una toma central. Los dos terminales finales corresponden en el estado instalado del módulo rectificador a los terminales de tensión continua del puente rectificador activo, y la toma central corresponde a uno de los terminales de tensión alterna. Las siguientes explicaciones se refieren en este caso, por ejemplo, a un puente rectificador activo que está construido a partir de módulos rectificadores correspondientes, de modo que las realizaciones con respecto a los terminales de tensión alterna pueden referirse también a los terminales finales de los módulos rectificadores y las realizaciones con respecto a los terminales de tensión alterna pueden referirse también a las tomas centrales de los módulos rectificadores. El circuito de control comprende de acuerdo con la invención, una unidad de monitorización, una unidad de sincronización y una unidad de control y está diseñado como circuito de protección para proteger un sistema eléctrico en caso de deslastre de carga.

La unidad de monitorización está configurada de acuerdo con la invención para detectar una tensión de medición y emitir una señal de requerimiento cuando la tensión de medición supera un valor umbral superior. La señal de requerimiento es emitida, por lo tanto, hasta la presencia de otras condiciones o durante un tiempo predeterminado, como se explica con más detalle a continuación. De este modo, se conecta al sobrepasar el valor umbral superior y posteriormente se desconecta, aunque no se desconecta nuevamente por un descenso por debajo del valor umbral superior.

La unidad de sincronización está configurada para emitir una señal de sincronización en un puente rectificador activo correspondiente conectable a una línea de sincronización y en el caso del uso del módulo rectificador con un terminal de sincronización conectado a una línea de sincronización de este tipo, siempre que la unidad de monitorización mencionada anteriormente emita la señal de requerimiento, y de lo contrario, monitorizar el terminal de sincronización en una señal de sincronización, que en el caso del uso del módulo rectificador se aplica en un puente rectificador activo, y cuando proceda, en la línea de sincronización, ya que es emitida por otra unidad de sincronización.

La señal de requerimiento puede emitirse en diferentes realizaciones de la invención hasta que la tensión de medición esté por debajo de un valor umbral inferior y/o hasta que transcurra un tiempo mínimo y/o hasta que una fuente de energía para la alimentación de los módulos rectificadores o de los circuitos de control correspondientes de los medios puentes individuales ya no puedan recargarse, como se explica a continuación. La tensión de medición se forma mediante el uso del módulo rectificador en un puente rectificador activo correspondiente a través de la tensión de salida que se aplica entre los dos terminales de tensión continua y se mide en el terminal de tensión continua positiva.

La unidad de control finalmente se configura para conectar en modo conductor al menos temporalmente uno de los dos elementos de conmutación durante un periodo de control, cuando la unidad de monitorización emite la señal de requerimiento y/o cuando a través de la unidad de monitorización, debido a la monitorización del terminal de sincronización, se detecta la señal de sincronización y esta se reconoce opcionalmente como válida. El periodo de control puede corresponder a todo el periodo durante el cual la unidad de monitorización emite la señal de requerimiento y/o durante el cual detecta la señal de sincronización a través de la unidad de monitorización debido a la monitorización del terminal de sincronización y en caso necesario, se reconoce como válida. Sin embargo, el periodo de control se limita ventajosamente por o en un periodo máximo, que debe seleccionarse para que sea mayor que un tiempo mínimo predeterminado de, por ejemplo, 500 ms.

Si se mantiene el cortocircuito de fase inducido por la señal de requerimiento durante un tiempo mínimo de, por ejemplo, 500 ms o más, cae la tensión de salida determinada entre los terminales de tensión continua (medida, por ejemplo, en el terminal de tensión continua positiva B+) a un valor de (casi) 0 V. Por lo tanto, la lógica de control (por ejemplo, un ASIC) y los interruptores de alimentación (por ejemplo, un MOSFET) de los circuitos de control de los

medios puentes deben alimentarse a partir de otra fuente de energía, típicamente a partir de un condensador. Dichos condensadores están contenidos, por ejemplo, como los llamados condensadores *bootstrap* típicamente en un circuito rectificador correspondiente o en módulos rectificadores correspondientes.

5 Si para ello se requiere un tiempo mínimo de, por ejemplo, 500 ms o más para un cortocircuito de fase, es necesario un dimensionamiento adecuado de los condensadores, para garantizar el suministro de la lógica de control y del interruptor de potencia en una tensión baja correspondiente durante el cortocircuito de fase. Sin embargo, los condensadores generalmente instalados no se basan en el caso especial de deslastre de carga, sino en la operación rectificadora normal. En una operación rectificadora normal, un condensador correspondiente debe ser capaz de
10 alimentar la lógica de control y el interruptor de potencia, aunque únicamente para una media onda. Sin ninguna medida adicional, los condensadores correspondientes podrían asegurar por lo tanto únicamente un suministro de energía de menos de 10 ms, lo cual no es suficiente para el deslastre de carga.

15 Para poder conseguir el enfoque de acuerdo con la invención también con condensadores de dimensiones relativamente pequeñas –diseñados solo para la operación rectificadora– puede preverse que estos se recarguen durante el deslastre de carga.

Para este propósito, se puede prever que cada unidad de control y, por tanto, cada módulo rectificador monitorice la tensión aplicada al respectivo condensador. Si esta cae por debajo de un valor definido, por ejemplo, por debajo de
20 8 V, la unidad de control de este módulo rectificador desactiva el cortocircuito de fase de su elemento de conmutación solamente. La señal de sincronización no se ve afectada por esto. De este modo, este módulo rectificador vuelve a la operación normal del rectificador y eleva el potencial de tensión entre los terminales de tensión continua nuevamente.

25 Se puede prever la alimentación de los condensadores de todas las unidades de control a través de los terminales de tensión continua (o el terminal de tensión continua B+). También a través de la desactivación del cortocircuito de un solo módulo rectificador (en el caso de la detección de una tensión demasiado baja en su condensador) pueden recargarse también, por lo tanto, los condensadores de los otros módulos.

30 Cuando la tensión en el condensador alcanza un límite superior, por ejemplo, 12 V, se reinicia el cortocircuito de fase (individualmente cancelado). Además, se puede monitorizar también la tensión aplicada entre los terminales de tensión continua y tiene lugar una desconexión que depende de esta tensión. De esta manera, se producen solo pocos aumentos de tensión, lo cual no conduce a que pueda alimentarse, por ejemplo, el campo inductor de un generador conectado. Por lo tanto, este continúa disminuyendo. A través de la desconexión anterior se asegura
35 además a tensiones relativamente bajas que no se produzcan altas tensiones en el sistema eléctrico.

De este modo, si los condensadores se alimentan solamente de los terminales de tensión continua, los módulos rectificadores independientes entre sí deben cancelar de nuevo brevemente el cortocircuito de fase, para recargar sus condensadores.

40 Si ya no hay suficiente tensión para recargar en su totalidad los condensadores, puede cancelarse nuevamente en su totalidad el cortocircuito. Si resulta que el campo inductor ya antes del final del tiempo mínimo explicado ha disminuido tanto que la tensión en los condensadores no puede mantenerse por encima de los respectivos umbrales, por ejemplo, 8 V, todos los módulos rectificadores reconocen gradualmente la subtensión y desactivan
45 individualmente el cortocircuito de fase de su respectivo elemento de conmutación. De este modo, cada vez más fases o módulos de fase pasan a la operación de rectificador activo. Si esto no es suficiente para cargar los condensadores, se puede considerar como el final del evento de deslastre de carga, es decir que el campo inductor del generador ha disminuido tanto que incluso sin contramedida deja de producirse tensión crítica. Por lo tanto, esto conduce en su caso antes de la expiración de un periodo predeterminado a una cancelación de la señal de
50 sincronización, dado que los elementos del circuito ya no se alimentan con tensión. Este comportamiento permite, por lo tanto, que el circuito no esté provisto innecesariamente de costosas medidas de apoyo adicionales.

El elemento de conmutación conectado en conducción al menos temporalmente a través de la unidad de control en el periodo de control es el elemento de conmutación destinado a iniciar o cancelar un cortocircuito de fase
55 correspondiente.

El otro elemento de conmutación correspondiente, en cambio, no se conecta en conducción durante el deslastre de carga. A continuación, se describirá la invención predominantemente con referencia al control correspondiente de un elemento de conmutación en la sección rectificadora inferior o de lado bajo, aunque se puede utilizar de la misma
60 manera para un control de un elemento de conmutación correspondiente en una sección rectificadora superior o de lado alto.

Normalmente, en las fases operativas de un módulo rectificador correspondiente no consideradas aquí por separado, es decir cuando no existe deslastre de carga, se operan todos los elementos de conmutación rectificadores como, por ejemplo, los controlados por una señal de control sincronizada, como se utiliza
65 generalmente para el control de un puente rectificador correspondiente con el rectificador en funcionamiento normal.

Esta señal de control puede ser proporcionada también por una unidad de control superior, donde el respectivo circuito de control, si es necesario, está configurado para enviar a través de la unidad de control la señal de control proporcionada a los elementos de conmutación.

5 La presente invención consigue, a través de las medidas mencionadas y explicadas más detalladamente a continuación, una sincronización de los circuitos de control de los medios puentes individuales, que permite generar en todos los medios puentes del puente rectificador activo un circuito conductor simultáneo o casi simultáneo (es decir, por ejemplo, en un intervalo de tiempo de unos pocos microsegundos) de todos los elementos de conmutación implicados en un cortocircuito de fase y cancelar también simultáneamente o casi simultáneamente este circuito conductor. Por lo tanto, el cortocircuito de fase puede iniciarse y cancelarse en corto tiempo. De este modo, se previenen con seguridad en particular las situaciones explicadas anteriormente en las que un circuito de control no detecta nunca un cortocircuito de fase o no resuelve nunca el cortocircuito de fase.

15 Esta sincronización se consigue de acuerdo con la invención mediante la disposición de las unidades de sincronización en los circuitos de control de los medios puentes individuales y, en caso necesario, la línea de sincronización común que los conecta en un rectificador activo. A través de estas unidades de sincronización y la línea de sincronización puede intercambiarse, en principio, cualquier tipo de información eléctrica entre las unidades de sincronización.

20 Básicamente, se puede distinguir aquí una sincronización y una comunicación. La línea de sincronización sirve principalmente para el propósito de la sincronización. La estrategia de sincronización es un aspecto central de la invención. Como un aspecto adicional, puede preverse que la línea de sincronización sirva al mismo tiempo como línea de comunicación (por ejemplo, como LIN) para permitir un diagnóstico y cerrar las brechas de seguridad del procedimiento de control. Para ello, se requiere solo una unidad de control de comunicación adicional en el módulo rectificador. La ventaja en este caso es el hecho de que puede realizarse un diagnóstico de los errores en el módulo rectificador individual y la transmisión al sistema superior o sistema del vehículo. La línea de sincronización se utiliza en caso de deslastre de carga, aunque en particular, exclusivamente para la sincronización. La comunicación, por ejemplo, la función LIN, solo se puede activar, por ejemplo, cuando el nivel de tensión entre los terminales de tensión continua se encuentra por debajo de los umbrales inferiores.

30 Por medio de las medidas proporcionadas de acuerdo con la invención, se previenen de forma segura cortocircuitos de fase indeseados o accidentales incluso en caso de error o mal funcionamiento en las unidades de sincronización o en la línea de sincronización. Ninguna función de los circuitos de control de los medios puentes individuales se ve afectada negativamente por la unidad de sincronización adicional y su función. Esto significa, entre otras cosas, que pueden utilizarse los circuitos de control al menos en una operación de emergencia incluso sin las medidas de acuerdo con la invención y tampoco se muestran en este caso, desventajas en relación con los circuitos de control convencionales.

40 La línea de sincronización puede realizarse, en particular, en forma de una conexión por cable, donde las unidades de sincronización en los respectivos circuitos de control están configuradas para la emisión de señales de sincronización que se transmiten sobre la línea de sincronización y para la recepción de señales de sincronización que se emiten desde otras unidades de sincronización a la línea de sincronización.

45 Las unidades de sincronización también están configuradas en este caso para que la señal de requerimiento se reciba desde una unidad de monitorización del circuito de monitorización asociado, la cual se emite, por ejemplo, en base a la comparación del valor umbral explicado de la tensión de salida, y la cual también se proporciona en circuitos de control convencionales. La señal de requerimiento indica en este caso que el elemento de conmutación previsto para este fin se mueve al estado conductor y permanece de este modo hasta tanto se pueda mantener este estado conductor, o sea hasta que la tensión de salida esté por debajo del valor umbral inferior mencionado y/o hasta que se alcance un periodo de requerimiento máximo. El verdadero control de los elementos de conmutación utilizados tiene lugar mediante la señal de control del circuito de control que, a su vez, limita un periodo mínimo. Para excluir el mal funcionamiento, puede limitarse el periodo de requerimiento máximo, aunque debe ser mayor que el periodo mínimo.

55 Si se recibe una señal de requerimiento correspondiente desde la unidad de monitorización del circuito de control asociado, y no se ha recibido ninguna señal de sincronización a través de la línea de sincronización, la unidad de sincronización correspondiente emite una señal de sincronización correspondiente a la línea de sincronización. En este caso, puede tratarse, por ejemplo, de un uno lógico que se aplica a la línea de sincronización. La señal de sincronización se emite hasta que la unidad de monitorización cancele la señal de requerimiento. Al mismo tiempo a través del circuito de control o por medio de una unidad de control, se desplaza el elemento de conmutación correspondiente proporcionado para dicho propósito al estado conductor.

65 Los circuitos de control de los otros medios puentes o de sus unidades de sincronización, que generalmente no han recibido ninguna señal de requerimiento propia, reciben la señal de sincronización que se transmite a través de la línea de sincronización y la evalúan. Si esta evaluación da como resultado, por ejemplo, como parte de una verificación de plausibilidad que, sin embargo, es opcional, que se inicie un cortocircuito de fase, los circuitos de

control de los otros medios puentes mueven el elemento de conmutación provisto respectivamente para ello al estado conductor, en caso necesario, por medio de una unidad de control. En consecuencia, el inicio del cortocircuito de fase se sincroniza por medio de la señal de sincronización. El tiempo que transcurre en este caso se determina solamente después de la duración de la transmisión de la señal de sincronización y si es necesario, del tiempo requerido para la verificación de plausibilidad mencionada.

Además, se emite la señal de sincronización correspondiente, aunque ahora también a través de los circuitos de control de los otros medios puentes o sus unidades de sincronización, por ejemplo, el uno lógico mencionado y esto en este caso mientras los circuitos de control correspondientes de los otros medios puentes emitan la señal de requerimiento.

Por lo tanto, inmediatamente después del intercambio de la señal de sincronización o inmediatamente después del inicio del cortocircuito de fase, emiten todos los circuitos de control o sus unidades de sincronización una señal de sincronización correspondiente a la línea de sincronización. Por ejemplo, existe un uno lógico respectivo en los terminales de comunicación de las unidades de sincronización de todos los circuitos de control en la línea de sincronización.

En el caso más simple, la señal de sincronización se emite hasta la expiración del periodo de requerimiento máximo o incluso hasta que se reconozca que una tensión de alimentación de un condensador ya no es suficiente (véase arriba). Sin embargo, la invención también puede proporcionar un valor umbral inferior de la tensión que se aplica en los terminales de tensión continua:

Si la tensión de salida disminuye nuevamente a través del cortocircuito de fase, se detecta en una realización particularmente ventajosa de la invención, el circuito de control o la unidad de monitorización correspondiente con el valor umbral inferior efectivamente más alto. Por lo tanto, se termina la emisión de la señal de requerimiento explicada anteriormente a la unidad de sincronización asociada. Debido a esto finaliza esta unidad de sincronización también la emisión de la señal de sincronización a la línea de sincronización. Sin embargo, dado que los otros circuitos de control siguen emitiendo una señal de sincronización correspondiente a la línea de sincronización, ya que aquí el valor umbral inferior (efectivamente menor) no ha descendido todavía, los primeros elementos de conmutación de todos los medios puentes se mantienen en el estado conductor. En otras palabras, los elementos de conmutación conectados en conducción de todos los medios puentes siguen estando en estado conductor, siempre que al menos una de las unidades de control emita una señal de sincronización.

Sólo cuando también la última unidad de monitorización, o sea la unidad de monitorización con el valor umbral inferior efectivamente más bajo, ha detectado una disminución por debajo del valor umbral inferior a través de la tensión de salida, ya no se aplica ninguna señal de sincronización en la línea de sincronización. Sólo entonces serán operados nuevamente los elementos de conmutación conectados en conducción bajo un funcionamiento normal del rectificador (es decir, bajo el control de la primera señal de control). Esto tiene lugar nuevamente hasta que una de las unidades de monitorización detecte un exceso del valor umbral superior, emita posteriormente la primera señal de control, etc.

A continuación, se explican brevemente ventajas particulares de las medidas propuestas de acuerdo con la invención.

El inicio sincronizado del cortocircuito de fase se realiza de acuerdo con la invención sin la determinación previa de un maestro de comunicación y un correspondiente esclavo. Todos los circuitos de control o sus unidades de sincronización y por lo tanto todos los módulos rectificadores se pueden construir de manera idéntica. En función de las respectivas tolerancias, dicho circuito de control o dicha unidad de sincronización actúa como maestro de comunicación para la activación del cortocircuito de fase o inicia la sincronización en la que la unidad de monitorización asociada presenta el valor umbral superior más bajo. De este modo, se asegura que, en caso necesario, el cortocircuito de fase no se active demasiado tarde, debido a la tolerancia de un circuito de control individual o a una unidad de monitorización individual y, por lo tanto, no puede mantenerse una sobretensión por debajo de un límite definido.

La cancelación sincronizada del cortocircuito de fase es iniciada en la realización explicada anteriormente sólo a través de dicho circuito de control, cuya unidad de monitorización presenta el valor umbral inferior más bajo. La unidad de sincronización asociada se convierte en este sentido en el maestro de sincronización para la cancelación. Los otros circuitos de control que en este caso representan los esclavos, no deben cancelar independientemente el estado conductor permanente del elemento de conmutación conectado en conducción, incluso si el valor umbral inferior de la unidad de monitorización respectiva cae por debajo de un límite.

Mediante la evaluación de la señal de sincronización aplicada sobre la línea de sincronización, esta se puede hacer plausible, tal como se ha mencionado. Por ejemplo, puede preverse que una señal de sincronización correspondiente no sea aceptada siempre que la tensión de salida no supere el valor umbral inferior en la unidad de monitorización asociada. De este modo, puede ocultarse una señal de sincronización defectuosa.

La evaluación de la señal de sincronización que se aplica sobre la línea de sincronización puede realizarse también en una forma por la cual, por ejemplo, se pueda detectar un error causado por un cortocircuito de la línea de sincronización a tierra (o por el terminal de tensión continua negativa) y se pueda reaccionar al mismo adecuadamente. Por ejemplo, se puede prever que cuando la señal de sincronización se aplica durante más de un periodo predeterminado, por ejemplo 100 ms, en un rango de tensión normal de la tensión de salida, ésta ya no sea aceptada en el circuito de control correspondiente que la detecta o en su unidad de sincronización durante al menos el ciclo de conducción actual. De este modo se puede prevenir un cortocircuito de fase no deseado. En el caso de un deslastre de carga que tiene lugar posteriormente, cada circuito de control puede activar o desactivar todavía individualmente el cortocircuito de fase como en el estado de la técnica. Por lo tanto, los circuitos de control propuestos de acuerdo con la invención no tienen ninguna desventaja, incluso en caso de error, en comparación con circuitos de control conocidos.

En otros casos de error como, por ejemplo, en un cortocircuito de la línea de sincronización contra un terminal de tensión continua positiva del puente rectificador activo o una ruptura de la línea de sincronización, cada circuito de control individual también puede actuar individualmente en caso de deslastre de carga e iniciar un cortocircuito de fase. Por lo tanto, los circuitos de control propuestos de acuerdo con la invención no tienen ninguna desventaja incluso en dichos casos de error en comparación con circuitos de control conocidos.

Puede proporcionarse igualmente una protección contra el sobrecalentamiento en caso de un cortocircuito de la línea de sincronización contra un terminal de tensión continua positiva del puente rectificador activo, como se explica a continuación.

Los circuitos de control diseñados de acuerdo con la invención o los módulos con dichos circuitos de control se pueden instalar y utilizar también si no se proporciona físicamente ninguna línea de sincronización.

Los circuitos de control explicados en detalle anteriormente con las unidades de sincronización, las unidades de monitorización y las unidades de control pueden agruparse junto con los elementos de conmutación en un módulo conocido aquí como módulo rectificador. Como se ha explicado, estos presentan dos elementos de conmutación unidos conectados entre sí mediante un circuito en serie entre dos terminales finales y una toma central entre los elementos de conmutación. Los terminales finales de varios (según el número de fases generadoras de tres, cuatro, cinco, seis, etc.) módulos rectificadores en este caso se pueden conectar en serie entre sí y de esta manera formar juntos terminales de tensión continua correspondientes de un puente rectificador activo construido a partir de estos módulos rectificadores. Las tomas centrales forman en consecuencia los respectivos terminales de tensión alterna.

Un dispositivo generador con un puente rectificador correspondiente construido, por ejemplo, a partir de los módulos rectificadores mencionados, también presenta un generador con un controlador de generador. El controlador del generador tiene el objetivo de mantener la tensión del generador a velocidad variable y la carga del sistema eléctrico constante, ajustando la corriente de excitación, por ejemplo, mediante modulación de ancho de pulso, de acuerdo con una tensión nominal del generador. Como valor real se utiliza la tensión de salida mencionada repetidamente entre los terminales de tensión continua del puente rectificador activo asociado. La tensión nominal del generador puede proporcionarse en este caso como una función de la temperatura del aire de entrada o a través de una interfaz. La razón de la especificación dependiente de la temperatura de la tensión nominal del generador se encuentra en las propiedades químicas de la batería. A través de una especificación variable de la tensión nominal del generador puede mejorarse la carga de la batería a bajas temperaturas y al mismo tiempo se puede evitar una sobrecarga de la batería a altas temperaturas.

Si en caso de un deslastre de carga, como se ha explicado arriba, se provoca un cortocircuito de fase, este puede hacer que después de la selección del umbral de desactivación del cortocircuito de fase, el controlador del generador detecte una tensión de salida que es inferior a la tensión nominal del generador. Esto se reconoce en el controlador del generador como subtensión. Para contrarrestar la subtensión, el controlador del generador aumentará el campo inductor que a su vez provoca que el cortocircuito de fase no pueda ser cancelado, porque no se alcanzan los valores umbrales inferiores mencionados varias veces anteriormente. El generador no vuelve, por tanto, a la operación normal del generador, dado que la función de protección contra deslastre de carga que se explicó anteriormente funciona por la función del controlador del generador. De este modo, el generador puede dañarse.

Un desarrollo ventajoso de la invención prevé por lo tanto además involucrar el controlador del generador en la sincronización explicada. Por lo tanto, en el caso del controlador de generador, una interfaz de sincronización puede estar provista de la línea de sincronización común descrita anteriormente de los circuitos de control de los medios puentes individuales del puente rectificador activo.

Si a través de la interfaz de sincronización del controlador de generador se detecta una señal de sincronización que se aplica en la línea de sincronización, y esta, en caso necesario, puede hacerse factible como se ha explicado anteriormente, puede desconectarse, por ejemplo, el suministro de tensión del campo inductor del generador durante un periodo definido, de modo que la corriente de excitación ceda. Incluso el propio generador se puede desconectar. El suministro de tensión para el campo inductor durante un periodo definido puede comprender en este

caso desconectar un controlador de generador correspondiente, desconectar la tensión de alimentación completa del controlador, regular la corriente de excitación basada en una tensión nominal del generador reducida y/o ajustar la corriente de excitación a un valor predeterminado.

5 El periodo definido durante el que puede reducirse la corriente de excitación puede coincidir en este caso con aquel durante el cual la señal de sincronización se aplica a la línea de sincronización o fijarse un periodo predeterminado y centrarse en los periodos típicos que se necesitan para el equilibrio de un deslastre de carga.

10 Si en caso de deslastre de carga, el cortocircuito de fase se mantiene durante un tiempo mínimo determinado de, por ejemplo, 500 ms o hasta que ya no sea posible recargar el condensador de alimentación (véase arriba), el campo inductor ya no podrá alimentarse con energía, lo que inherentemente hace que ceda el campo inductor y el generador finalmente se apague, incluso si el regulador detecta la subtensión y activa la correspondiente etapa de final de campo.

15 Las características explicadas en el contexto de esta solicitud y las ventajas que pueden lograrse a través de la misma se refieren al puente rectificador activo de acuerdo con la invención, el dispositivo generador de acuerdo con la invención, el sistema eléctrico de vehículo motorizado de acuerdo con la invención, el procedimiento operativo de acuerdo con la invención y los medios de acuerdo con la invención que están configurados para la implementación de este procedimiento operativo. Una unidad informática de acuerdo con la invención, por ejemplo, un dispositivo de control de un vehículo de motor o un control rectificador está configurada programática y técnicamente, en particular, para realizar el procedimiento de acuerdo con la invención.

20 Resulta ventajosa además la implementación del procedimiento en forma de programas informáticos, ya que es particularmente poco costosa, especialmente si un dispositivo de control ejecutivo puede utilizarse también para otras tareas y por lo tanto ya existe de por sí. Los soportes de datos adecuados para proporcionar el programa informático son, en particular, disquetes, discos duros, memorias flash, EEPROM, CD-ROM, DVD y similares. También es posible descargar un programa a través de redes informáticas (internet, intranet, etc.).

25 Otras ventajas y realizaciones de la invención se derivan de la descripción y de los dibujos adjuntos.

30 Se entiende que las características mencionadas anteriormente y las que se explicarán a continuación pueden utilizarse no sólo en la combinación especificada, sino también en otras combinaciones o individualmente, sin apartarse del alcance de la presente invención.

35 La invención se basa en una realización ejemplar que se muestra esquemáticamente en los dibujos y se describe con más detalle a continuación con referencia a los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

40 Las figuras 1A a 1C muestran dispositivos generadores con puentes rectificadores activos y su función en una representación esquemática.

La figura 2 ilustra los efectos asimétricos en un puente rectificador activo de acuerdo con el estado de la técnica.

45 Las figuras 3A y 3B muestran unidades de control de acuerdo con el estado de la técnica y de acuerdo con una realización de la invención en una representación esquemática.

50 La figura 4 muestra un circuito de plausibilidad de acuerdo con una realización de la invención en una representación esquemática.

En las figuras, los elementos idénticos o correspondientes entre sí se indican con los mismos números de referencia. En caso de una explicación repetida, esta se omite.

Realización o realizaciones de la invención

55 Las figuras 1A a 1C muestran dispositivos generadores con puentes rectificadores activos y su función en una representación esquemática. Los dispositivos generadores se designan, en general, con el número 10. Cada uno comprende un puente rectificador activo 1 en este caso, por ejemplo, con cinco medios puentes U a Y. Los cinco medios puentes U a Y pueden diseñarse cada uno como módulos rectificadores correspondientes, como se ilustra aquí por razones de claridad, solo en relación con el módulo rectificador 40 en la figura 1A (medio puente Y). Los dispositivos generadores 10 comprenden, además, a modo de ejemplo en este documento, el generador de cinco fases 2.

65 Los cinco medios puentes U a Y están integrados cada uno entre dos terminales de tensión continua B+ y B- del puente rectificador activo 1, donde cada medio puente U a Y presenta dos elementos de conmutación controlables y conectados en serie entre los dos terminales de tensión continua B+ y B-, que se indican aquí con S1 a S10. Los

elementos de conmutación S1 a S10 se ilustran como interruptores con un diodo conectado en paralelo que, en realidad, sin embargo, por ejemplo, se forma como MOSFET. El diodo ilustra el llamado diodo cuerpo. Los MOSFET se comportan en sentido inverso si no son conducidos, como un diodo. Entre los elementos de conmutación S1 a S10 se conecta en cada medio puente respectivamente un terminal de tensión alterna u a y, donde cada uno de los terminales de tensión alterna u a y corresponde a una fase generadora del generador 2. Los dos terminales de tensión continua B+ y B- del puente rectificador activo 1 corresponden por ejemplo a una conexión por batería o de sistema eléctrico positiva y a una negativa, donde la batería o la conexión del sistema eléctrico negativa también puede conectarse a la tierra. Los elementos de conmutación S1 a S10 están integrados cada uno en una sección superior H (lado alto) y en una sección inferior L (lado bajo) de los respectivos medio puentes U a Y.

Los terminales de tensión alterna u a y, si existe una conmutación adecuada de los elementos de conmutación S1 a S10, pueden unirse con uno de los dos terminales de tensión continua B+ y B-, donde debe evitarse un control simultáneo de cada uno de los elementos de conmutación de un medio puente U a Y en el modo de control, para impedir las llamadas rutas calientes entre los dos terminales de tensión continua B+ y B-.

El generador 2 presenta un total de 21 conjuntos de estátor designados, que en este caso están formados en conexión en estrella, pero que pueden proporcionarse en otro conjunto. Los cinco devanados del conjunto de estátor 21 (sin designación) están unidos a los terminales de tensión alterna u a y.

El generador 2 comprende, además, un controlador de generador 22. El controlador de generador 22, como se ha explicado, está diseñado para ajustar una corriente de excitación a través de un devanado inductor 23. El controlador de generador 22 puede conectarse, por medio de las líneas 221 y 222 con los dos terminales de tensión continua B+ y B- y alimentarse a través de los mismos. A través de estas líneas 221 y 222 y/o una línea de medición separada, el controlador de generador 22 puede detectar también una tensión que se aplica entre los dos terminales de tensión continua B+ y B-. Puede proporcionarse un elemento de conmutación S22, a través del cual el controlador de generador 22 puede separarse de los dos terminales de tensión continua B+ y B- (o solo del terminal de tensión continua positiva 22).

El interruptor S22 no se muestra en la figura con una línea de control. Por ejemplo, es posible controlarlo, si es necesario, a través de una lógica adicional o, si se usa un control de tiempo, si es necesario, directamente desde una línea de sincronización (véase abajo), cuando un potencial de tensión empleado aquí resulta adecuado.

Para controlar el puente rectificador activo 1, se puede proporcionar una unidad de control 3. Sin embargo, en un puente rectificador activo descentralizado 1 representado aquí, circuitos de control individuales, indicados aquí con 4U a 4Y, asumen al menos una parte de las tareas de conmutación requeridas de cada uno de los medios puentes U a Y. Los elementos de conmutación S1 a S10 pueden ser controlados en este caso respectivamente a través de líneas g representadas con puntos por medio de los circuitos de control individuales 4U a 4Y con una señal de control. Así, por ejemplo, en el caso de deslastre de carga, puede tratarse de una señal de control, que activa en conducción permanente todos los elementos de conmutación S1 a S5 en la sección superior H (lado alto) o todos los elementos de conmutación S6 a S10 o en la sección inferior L (lado bajo) de los respectivos medios puentes U a Y. Otra señal de control puede comprender por ejemplo un patrón de control para una operación rectificadora regular, que se proporciona a través de la unidad de control 3.

Los elementos de conmutación de cada medio puente U a Y (es decir, S1/S6, S2/S7, S3/S8, S4/S9 y S5/S10) son controlados en el modo de operación rectificadora normal, de modo que una corriente que se aplica en uno de los terminales de tensión alterna u a y es controlada respectivamente en cada uno de los cinco devanados del estátor 21 del generador 2 alternadamente en relación con uno de los dos terminales de tensión continua B+ y B-. Regularmente, esto se hace de modo que cuando se aplica una media onda positiva en los terminales de tensión alterna u a y, se controla la corriente respectiva hacia B+, y cuando se aplica una media onda negativa, la corriente se controla en cambio hacia B-. El ajuste de una tensión de salida en B+ también puede realizarse a través de una correspondiente sincronización.

Se puede detectar un deslastre de carga en una disposición representada en la figura 1A sobre la base de una tensión que se aplica en B+. Para ello, en el ejemplo representado, se configuran los circuitos de control individuales 4U a 4W, como también se ilustran a continuación con referencia a las figuras 3A y 3B. Los circuitos de control individuales 4U a 4Y están conectados en este caso a través de líneas no mostradas con al menos uno de los dos terminales de tensión continua B+ y B- del puente rectificador activo 1. Si se supera un valor umbral superior definido de una tensión de salida que se aplica entre los dos terminales de tensión continua B+ y B- del puente rectificador activo 1, puede detectarse un deslastre de carga.

El control del puente rectificador activo 1 si se detecta un deslastre de carga puede realizarse de tal manera que los devanados de fase del generador 2, que están conectados respectivamente a través de uno de los terminales de tensión alterna u a y con los medios puentes U a Y del puente rectificador activo 1, definidos temporalmente, sean cortocircuitados. Como resultado, la corriente suministrada al sistema eléctrico desciende a cero y la tensión del sistema eléctrico cae debido a su propio consumo. Puede producirse un cortocircuito correspondiente a través de un control simultáneo y por lo tanto la conmutación conductiva de los elementos de conmutación S1 a S5 por un lado o

S6 a S10 por otro lado de una respectiva sección rectificadora H o L. Si se resuelve el cortocircuito, aumenta nuevamente la tensión. Este proceso puede ser utilizado para la regulación de la tensión de salida y/o para la reducción de una sobretensión del generador. Como se ha mencionado, esto se realiza, aunque de forma no fiable, mediante los circuitos de evaluación individuales 4U a 4Y de acuerdo con el estado de la técnica, como se muestra en la figura 1A. Esto se ilustra a continuación con referencia a la figura 2. Se ilustra una solución de acuerdo con las realizaciones de la invención en las siguientes figuras 1B y 1C y con referencia a las figuras 3A y 3B.

En las figuras 1B y 1C se proporcionan disposiciones respectivas con un generador de cinco fases 2 y un puente rectificador activo 1 con cinco medios puentes como se muestra en la figura 1A y con sus correspondientes números de referencia.

En el ejemplo mostrado en la figura 1B, los circuitos de control 4U a 4Y comprenden cada uno una unidad de sincronización 41 que está integrada en una línea de sincronización común 42 mediante un terminal de sincronización. Como se ha explicado y se ha descrito con referencia a las figuras 3A y 3B anteriormente, los circuitos de control 4U a 4Y pueden intercambiarse, por ejemplo, a través de la aplicación de una señal que coincide con un uno lógico en la línea de sincronización 42 o cancelando una señal correspondiente. A través de otras conexiones no mostradas, las unidades de sincronización 41 también pueden conectarse, por ejemplo, a través de un sistema de bus en serie, con una unidad de diagnóstico de errores. Esto se muestra en especial en la figura 3B.

En el ejemplo representado en la figura 1C, el controlador de generador 22 también comprende una interfaz de comunicación 223. Si como se ha mencionado, se detecta a través de la interfaz de comunicación 223 del controlador de generador 22 una señal de sincronización aplicada a la línea de sincronización 42, y esto puede ser factible, si es necesario, como se ha explicado anteriormente, puede preverse que el controlador de generador desactive el suministro de tensión de su campo inductor durante un tiempo mínimo determinado, de modo que este cede (por ejemplo, sobre un diodo de marcha libre). De manera alternativa, el controlador puede separarse completamente del suministro de tensión, a través de una lógica adicional, que igualmente monitoriza la línea de sincronización, a través del elemento de conmutación S22, de modo que el campo inductor cede y el controlador tampoco puede realizar el reajuste.

En la figura 2 se ilustran efectos asimétricos en un puente rectificador activo de acuerdo con el estado de la técnica, cuyos medio puentes, como se ilustra con referencia a la figura 1A, comprenden circuitos de control individuales sin soluciones de acuerdo con la invención. Con fines de claridad, la figura 2 se refiere a un puente rectificador activo trifásico, aplicándose igualmente las explicaciones, sin embargo, también a un puente rectificador activo de cinco fases, como se ilustra en las figuras 1A a 1C o un puente rectificador activo con otro número de fases.

En la figura 2, se indican los valores umbrales (efectivos) superiores respectivos de los circuitos de control individuales de los medios puentes U a W de un rectificador correspondiente con 30U a 30W, y los valores umbrales (efectivos) inferiores se indican con 31U a 31W. Es obvio que el valor umbral superior e inferior del circuito de control del medio puente W, 30W y 31W, se encuentra por encima de los valores umbrales del circuito de control del medio puente V, 30V y 31V, que a su vez se encuentra por encima de los valores umbrales de los circuitos de control del medio puente U, 30U y 31U.

En un diagrama 300 hay una curva de tensión 301, como figura por ejemplo en un terminal de tensión continua de un puente rectificador activo de este tipo, que se aplica, por ejemplo, al terminal de tensión continua B+, como valor de tensión U en V en la ordenada en relación con un tiempo t en s en la abscisa.

Entre los momentos t0 y tLD se produce en este caso una operación regular, el valor de tensión de la curva de tensión 301 se encuentra en un rango habitual en el caso de una rectificación y corresponde por ejemplo a una tensión nominal de un sistema eléctrico, por ejemplo, 12 V. El puente rectificador activo correspondiente se encuentra, por lo tanto, en la operación rectificadora regular. Para un momento tLD se produce un deslastre de carga, por ejemplo, mediante la desconexión de un consumidor en el sistema eléctrico. El valor de tensión de la curva de tensión 301 aumenta repentinamente.

En un punto 311, el valor de tensión de la curva de tensión 301 alcanza el valor umbral superior 30U del circuito de control del medio puente U. El elemento de conmutación de este medio puente U, por ejemplo, el elemento de conmutación de lado bajo provisto para este fin se conmuta, por lo tanto, en conducción. De este modo, el aumento de tensión disminuye, pero alcanza en el caso de un punto 312 el valor umbral superior 30V del circuito de control del medio puente V. También el elemento de conmutación de este medio puente V provisto para este fin se conmuta en conducción. Debido a esto, el valor de tensión de la curva de tensión 301 disminuye. Por lo tanto, el valor umbral superior 30W del circuito de control del medio puente W, 30W ya no se alcanza, por lo que se mantiene el elemento de conmutación correspondiente de este medio puente W en el control regular, por ejemplo, un control sincrónico, que también se encuentra entre los momentos t0 y tLD.

En un punto 313, el valor de tensión de la curva de tensión 301 alcanza el valor umbral inferior 31W del circuito de control del medio puente W. Sin embargo, dado que anteriormente esta no ha iniciado ningún estado conductor del elemento de conmutación correspondiente, no se origina en este caso ningún cambio.

Sin embargo, en un punto 314, el valor de tensión de la curva de tensión 301 alcanza el valor umbral inferior 31V del circuito de control del medio puente V. El circuito de control 4U del medio puente V cancela ahora el estado conductor permanente del elemento de conmutación correspondiente y retorna al control regular, por ejemplo, a un control sincronizado que tiene lugar también entre los momentos t0 y tLD, de modo que solo el elemento de conmutación controlado a través del circuito de control del medio puente U siga estando en estado conductor permanente.

Pero como ahora solo este elemento de conmutación se conmuta en conducción permanente, aumenta nuevamente el valor de tensión de la curva de tensión 301. El elemento de conmutación controlado a través del circuito de control del medio puente U ya no puede, por lo tanto, someterse al control regular, porque el valor umbral inferior 31U ya no se alcanza. El elemento de conmutación controlado a través del circuito de control del medio puente U se carga, por lo tanto, de forma excesivamente fuerte.

En las figuras 3A y 3B se muestran parcialmente módulos rectificadores 40 propuestos para resolver este problema, como también pueden utilizarse para todos los medios puentes U a Y de un rectificador activo correspondiente 1, como se representa, por ejemplo, en las figuras 1A a 1C. No se muestran todos los componentes de un módulo rectificador correspondiente; por ejemplo, solo se muestra un elemento de conmutación S6. La unidad de sincronización 41 se representa aquí en cada caso con líneas discontinuas. Está integrada, como se ha mencionado, en la línea de sincronización 42 a través de un terminal de sincronización c.

Una unidad de monitorización respectivamente provista se indica con 43. Esta consiste en el ejemplo representado en tres entradas 431, donde la entrada que se muestra aquí en el centro está conectada con el terminal de tensión continua positiva B+ del puente rectificador activo 1 y los terminales mostrados arriba y abajo configurados para la especificación de los valores umbrales superiores e inferiores, por ejemplo, 30U y 31U (véase la figura 2). Si se proporciona en el terminal de tensión continua positiva B+ del puente rectificador activo 1 una señal que supera el valor umbral superior 30U, se emite a través de una salida 432 de la unidad de monitorización 432 una señal de requerimiento 43, por ejemplo, un uno lógico, a una puerta OR 413 de la unidad de sincronización 41.

En la unidad de monitorización 43 o en su salida, se puede integrar un retardo de desconexión, es decir un bloque que, por ejemplo, activa inmediatamente un uno lógico de la unidad de monitorización 43, y efectúa una retransferencia hacia un cero lógico, que sin embargo presenta desfase temporal.

La puerta OR 413 de la unidad de sincronización 41 emite una señal correspondiente desde una salida 441, por ejemplo, también un uno lógico a un módulo de control 44, que está configurada para controlar de forma permanente el elemento de conmutación provisto en cada caso para este fin, por ejemplo, el elemento de conmutación S6 en el medio puente U, siempre que se emita una señal correspondiente a través de la salida 441 de la puerta OR 413 de la unidad de sincronización 41. Se entiende que pueden emitirse también otras señales a un elemento de conmutación correspondiente S6 y el otro elemento de conmutación respectivo en un medio puente correspondiente, en este caso el elemento de conmutación S1 en el medio puente U, por ejemplo, una señal sincronizada que se proporciona a través de una unidad de control 3 en la operación rectificadora normal.

Si existe una señal en la conexión de tensión continua positiva B+ del puente rectificador activo, que supera el valor umbral superior mencionado 30U, a través de la salida 432 de la unidad de monitorización 43 se emite la señal de requerimiento, por ejemplo, el uno lógico, al mismo tiempo que un circuito conductor 414 de la unidad de sincronización 41. El circuito conductor 414 de la unidad de sincronización 41 produce un cierre de un elemento de conmutación S41, con lo cual una tensión aplicada a través de una resistencia adecuada R1, por ejemplo, del terminal de tensión continua positiva B+ del puente rectificador activo, arrastrado a tierra y se emite de este modo una señal de sincronización correspondiente a la línea de sincronización 42.

Si existe una señal en la conexión de tensión continua positiva B+ del puente rectificador activo, que ya no supera el valor umbral superior mencionado 30U, donde la señal, sin embargo, ha superado anteriormente este valor umbral superior 30U, a través de la salida 432 de la unidad de monitorización 43 se emite la señal de requerimiento, por ejemplo, el uno lógico, hasta que la señal se sitúe por debajo del valor umbral inferior 31U en el terminal de tensión continua positiva B+ del puente rectificador activo. Una vez realizado esto, no se emite más la señal de requerimiento, por ejemplo, el uno lógico, si es necesario, con desfase temporal, a través de la salida 432 de la unidad de monitorización 43. En la salida 432 de la unidad de monitorización 43 se aplica ahora, por ejemplo, un cero lógico. Por lo tanto, se abre ahora el elemento de conmutación S41 mediante el circuito conductor 414.

Pero siempre que cualquier otra unidad de sincronización 41 (véanse los circuitos de control construidos idénticamente 4U a 4Y en las figuras 1A a 1C) no haya caído por debajo de un límite del valor umbral inferior (véanse los valores umbrales correspondientes 31V y 31W en la figura 2), sigue existiendo una señal de sincronización en la línea de sincronización 42 o en el terminal de sincronización c. Lo mismo se aplica cuando la unidad de monitorización 43 del circuito de control 4U por sí sola no ha detectado aún ningún exceso del valor umbral superior 30U de la señal aplicada en el terminal de tensión continua B+ del puente rectificador activo, pero sí una unidad de monitorización de otro circuito de control 4V a 4Y.

La señal de sincronización aplicada a la línea de sincronización 42 se recibe, por ejemplo, por medio de un circuito receptor 411. Una señal emitida por el circuito receptor 411 puede conducir a un circuito de verificación de plausibilidad 412 que realiza una plausibilidad, como se ha explicado anteriormente. Si la plausibilidad en el circuito de verificación de plausibilidad 412 da una plausibilidad positiva de la señal de sincronización que se aplica en la línea de sincronización 42, se emite una señal correspondiente, por ejemplo, de nuevo en forma de un uno lógico, a la puerta OR 413 y también induce de este modo el circuito de control 44 para la conmutación en conducción del correspondiente primer elemento de conmutación, en este caso S6. Solo si ya no hay señal correspondiente en la línea de sincronización 42 y a través de la salida 432, se cancela la conmutación del primer elemento de conmutación, en este caso S6.

La realización mostrada en la figura 3B del circuito de control 40 se amplía en relación con la realización mostrada en la figura 3A. La realización mostrada en la figura 3B ofrece ventajas, porque a través de la misma puede realizarse una monitorización de estructura simple y, por lo tanto, rentable a través del uso de los equipos proporcionados destinados a la sincronización de acuerdo con la invención. Esto permite detectar errores en los circuitos de control 4U a 4Y asociados a los medios puentes individuales U a Y. Un correspondiente dispositivo generador está preparado por lo tanto para el diagnóstico y cumple así con los estrictos requisitos para el diagnóstico a bordo (OBD) y consigue una mejora en la seguridad del sistema de acuerdo con la norma ISO 26262, emitiendo un mensaje de error a un sistema superior, por ejemplo, la unidad de control 3. Sin embargo, la modularidad o flexibilidad del puente rectificador activo se sigue manteniendo. Funciones adicionales tales como despertarse (*wake up*) y dormir (*sleep*) (funciones de ahorro de energía) se pueden controlar de modo centralizado.

En la realización del circuito de control 4U mostrada en la figura 3B, se proporciona, además, una interfaz en serie 417, por ejemplo, una interfaz LIN, para un sistema de bus correspondiente, al que se integra, por ejemplo, una unidad de diagnóstico de errores 45. Además, se proporciona una puerta AND 418. La estructura del equipo y las conexiones del circuito de accionamiento 4U se mantienen, por lo demás, sin cambios.

El circuito de control 4U comprende un controlador de bus adecuado 415. La puerta AND 418 sólo entonces puede emitir una señal al circuito conductor 414 cuando hay una señal emitida a través del circuito de verificación de plausibilidad 412 en su entrada. Esta señal indica que una tensión aplicada en el terminal de tensión positiva B+ es menor que un valor máximo, por ejemplo, en un sistema de 12 V es inferior a 16V.

Una señal correspondiente del controlador de bus 415, por lo tanto, se ignora cuando la tensión aplicada en el terminal de tensión positiva B+ es mayor que este valor máximo, por ejemplo, es de 16 V, de modo que la sincronización de los circuitos de control 4U a 4Y durante el deslastre de carga no se altera. También los otros suscriptores del bus desconectan la comunicación, si la tensión es mayor que, por ejemplo, 16 V.

La línea de sincronización 42, cuya señal también se suministra al controlador de bus 415, puede acoplarse a través de este último con una línea de sincronización existente de un controlador de generador 22 y controlarse por un sistema superior, por ejemplo, un dispositivo de control del motor.

La unidad de diagnóstico de errores 45 puede emitir o procesar un mensaje de error y enviarlo a través del bus correspondiente al sistema maestro superior, de modo que el controlador de generador 22, si es necesario, pueda desconectarse para conseguir un estado seguro.

Cada controlador de bus 415 tiene típicamente tres entradas 416 por defecto para una codificación de dirección. Al combinar las tres entradas, en cada una de las cuales se puede aplicar un uno lógico o un cero lógico, tienen lugar 8 posibles identificadores de participantes para identificar participantes individuales. Así pueden crearse de manera uniforme unidades de control correspondientes 4U a 4Y y, sin embargo, enviar mensajes de error rastreados.

Dado que un protocolo de comunicación de uso típico es tolerante a fallos, es posible una combinación de la sincronización explicada y del sistema de bus correspondiente. Los rangos de funcionamiento de las dos funciones no se superponen por definición. Incluso si ocurren espontáneamente fallos breves a partir de las funciones de protección de deslastre de carga, estos no conducen a un fallo en la comunicación del bus. De manera alternativa, puede seleccionarse una estructura de comunicación en la que se utiliza un módulo central para la comunicación con el sistema superior y al mismo tiempo como maestro para las unidades de control 4U a 4Y. De este modo, se pueden eliminar otras averías.

La figura 4 ilustra la función de un circuito de verificación de plausibilidad de acuerdo con una realización de la invención, por ejemplo, del circuito de verificación de plausibilidad 412 de las figuras 3A y 3B.

Una señal V_BPF es en este caso una señal de tensión filtrada de una tensión aplicada en el terminal de tensión continua positiva B+. RX representa una señal de un circuito receptor 411. Una señal de salida COM_PS se reenvía a la puerta OR 413.

La señal Enable_1 se activa (1 lógico), si V_BPF supera el valor umbral inferior 31U (indicado aquí con VLD_lower_Hyst). Esta función impide la solicitud no autorizada de un cortocircuito de fase desde la línea de sincronización.

5 La señal Enable_2 se activa (1 lógico), si V_BPF está nuevamente por debajo del valor umbral inferior 31U (VLD_lower_Hyst), durando esto no más que un tiempo definido (por ejemplo, 2 ms). Debido a esta función, los circuitos de control 4U a 4Y que actúan como esclavos no pueden desactivar de forma independiente el cortocircuito de fase, incluso si el valor umbral inferior en estos circuitos de control 4U a 4Y o en las unidades de monitorización asociadas 43 se sitúa por sí solo por debajo del límite.

10 La señal DIS se activa (lógica 1) aunque la señal RX del circuito receptor 411 esté activa, pero V_BPF se sitúa por debajo del valor umbral inferior 31U (VLD_lower_Hyst) y este estado ha durado más que un tiempo definido (por ejemplo, 100 ms, tGND_short). De este modo, se detecta un cortocircuito a tierra de la línea de sincronización y se prohíbe el cortocircuito de fase indeseado a través del fallo de cortocircuito.

15 La señal COM_PS toma el mismo valor que la señal RX del circuito receptor 411, si la señal Enable_1 o la señal Enable_2 es activa (1 lógico) y la señal DIS es pasiva (0 lógico).

20 El circuito conductor 414 comprende ventajosamente no solo el conductor real para la conmutación del elemento de conmutación S41, sino también una función de protección. En caso de cortocircuito permanente de la línea de sincronización 42 en el terminal de tensión continua positiva B+, el circuito conductor 414 monitoriza el error a través de un umbral de conmutación adecuado y un cronómetro. Tras la llegada de la señal para encender el elemento de conmutación S41 se inicia el cronómetro. Si la tensión en la salida del elemento de conmutación S41 está por encima del umbral de conmutación y ha expirado el tiempo definido para el cronómetro, se detecta un estado correspondiente y el elemento de conmutación S41 se desconecta nuevamente. Por ello, se evita una alta corriente permanente sobre el elemento de conmutación S41 impidiendo así también un sobrecalentamiento o un fallo del componente.

25 Otra ventaja de la invención es el hecho de que los circuitos de control llevan a cabo sin impedimentos e individualmente al menos la acción protectora del deslastre de carga independiente, incluso si la línea de sincronización es defectuosa. Por ejemplo, si se interrumpe una conexión entre dos circuitos de control 4U a 4Y, se sincronizan de este modo los grupos divididos individualmente.

30

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un módulo rectificador (40) para un puente rectificador activo (1) que comprende dos elementos de conmutación (S1-S5, S6-S10) conectados en serie entre dos terminales finales, entre los cuales se forma una toma central, así como un circuito de control (4U-4Y) que incluye una unidad de monitorización (43), una unidad de sincronización (41) y una unidad de control (44), en el que:
- la unidad de monitorización (43) está configurada para detectar una tensión de medición y emitir una señal de requerimiento cuando la tensión de medición supera un valor umbral superior (30U-30W),
 - 10 - la unidad de sincronización (41) está configurada para emitir una señal de sincronización a un terminal de sincronización (c) siempre que la unidad de monitorización (43) emita la señal de requerimiento, y de lo contrario, para monitorizar el terminal de sincronización (c) en una señal de sincronización; y
 - la unidad de control (44) está configurada para cambiar uno de los dos elementos de conmutación (S1-S5, S6-S10) en el estado conductor al menos en secciones durante un periodo de control, cuando la unidad de
 - 15 monitorización (43) emite la señal de requerimiento y/o cuando detecta la señal de sincronización y es reconocida opcionalmente como válida por la monitorización del terminal de sincronización (c), en el que el módulo rectificador (40) comprende al menos un condensador para alimentar el circuito de control (4U-4Y) y/o los elementos de conmutación (S1-S5, S6-S10), en el que la unidad de control (44) está configurada para cambiar uno de los dos elementos de conmutación (S1-S5, S6-S10), conectados en conducción a través de la unidad de
 - 20 control (44), al estado no conductor hasta que una tensión aplicada en al menos un condensador exceda nuevamente un valor predeterminado, si se determina durante el periodo de requerimiento que una tensión aplicada al menos a un condensador cae por debajo de un valor predeterminado.
- 25 2. Un módulo rectificador (40) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de monitorización (43) está configurada para terminar la emisión de la señal de requerimiento lo antes posible tras la expiración de un tiempo mínimo y/o a más tardar después de la expiración de un periodo de requerimiento máximo.
- 30 3. Un módulo rectificador (40) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la unidad de monitorización (43) está configurada para terminar la emisión de la señal de requerimiento antes de la expiración del periodo de requerimiento si se determina que una tensión utilizada para cargar el al menos un condensador cae por debajo de un valor umbral.
- 35 4. Un módulo rectificador (40) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de monitorización (43) está configurada para emitir la señal de requerimiento hasta que la tensión de medición caiga por debajo de un valor umbral inferior (31U-31W).
- 40 5. Un módulo rectificador (40) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la señal de sincronización solo se reconoce como válida si la tensión de medición supera al mismo tiempo el valor umbral inferior (31U - 31W).
- 45 6. Un módulo rectificador (40) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la señal de sincronización se reconoce como válida siempre que no exceda una duración máxima predeterminada.
- 50 7. Un módulo rectificador (40) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito de control (4U-4Y) comprende una unidad de diagnóstico de errores (45) que incluye una interfaz de comunicación.
- 55 8. Un módulo rectificador (40) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la interfaz de comunicación está diseñada como una interfaz en serie, en el que el circuito de control (4U-4Y) comprende un controlador de bus (415) provisto de una codificación de dirección.
- 60 9. Un módulo rectificador (40) de acuerdo con la reivindicación 8, que está configurado para desconectar la interfaz de comunicación cuando la tensión de medición supera el valor umbral superior (30U-30W).
- 65 10. Un puente rectificador activo (1) que comprende una pluralidad de terminales de tensión alterna (u-y), dos terminales de tensión continua (B+, B-), así como una pluralidad de medios puentes (U-Y) correspondientes a la pluralidad de terminales de tensión alterna (u-y), en el que cada uno de los medios puentes está formado por un módulo rectificador (40) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, cuyos elementos de conmutación (S1-S10) están integrados cada uno con sus terminales finales en serie entre los terminales de tensión continua (B+, B-), y cuya toma central forma un terminal de tensión alterna (u-y) del puente rectificador activo (1).
11. Un puente rectificador activo (1) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que las unidades de monitorización (43) de los módulos rectificadores (40) están configuradas para detectar una tensión, que se aplica entre los dos terminales de tensión continua (B+, B-) como tensión de medición.
12. Un puente rectificador activo (1) de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en el que los terminales de sincronización (b) de las unidades de sincronización (41) en los módulos rectificadores (40) están conectados entre

sí a través de una línea de sincronización (42), de modo que siempre se aplica una señal de sincronización a los terminales de sincronización (b), cuando una señal de sincronización es emitida por al menos una de las unidades de sincronización (41).

- 5 13. Un dispositivo generador (10) que comprende un puente rectificador activo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12 y un generador (2) que incluye un controlador de generador (22), en el que el controlador de generador (22) se alimenta a través de los terminales de tensión continua (B+, B-).
- 10 14. Un dispositivo generador (10) de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende medios configurados para desconectar un suministro de tensión de un campo inductor del generador (2) o el generador (2) al menos durante un periodo definido si se detecta una señal de sincronización en la línea de sincronización y se reconoce opcionalmente como válida y/o si la tensión de medición supera el valor umbral superior (30U-30W).
- 15 15. Un sistema eléctrico de vehículo motorizado que comprende al menos un dispositivo generador (10) de acuerdo con la reivindicación 13 o 14.
- 20 16. Un procedimiento para operar un puente rectificador activo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, un dispositivo generador de acuerdo con la reivindicación 13 o 14 y/o un sistema eléctrico de vehículo motorizado (4) de acuerdo con la reivindicación 15, comprendiendo el procedimiento la conexión conductiva entre sí de los terminales de tensión alterna (u-y), siempre que se aplique una señal de sincronización a la línea de sincronización (42) y se reconozca opcionalmente como válida.
- 25 17. Una unidad de control (3) para operar un puente rectificador activo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, un dispositivo generador de acuerdo con la reivindicación 13 o 14 y/o un sistema eléctrico de vehículo motorizado (4) de acuerdo con la reivindicación 15 que está configurada para la realización de un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16.
- 30 18. Un programa informático que induce una unidad informática, en particular una unidad de control (3) de acuerdo con la reivindicación 17, a llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16 cuando se ejecuta desde la unidad informática.

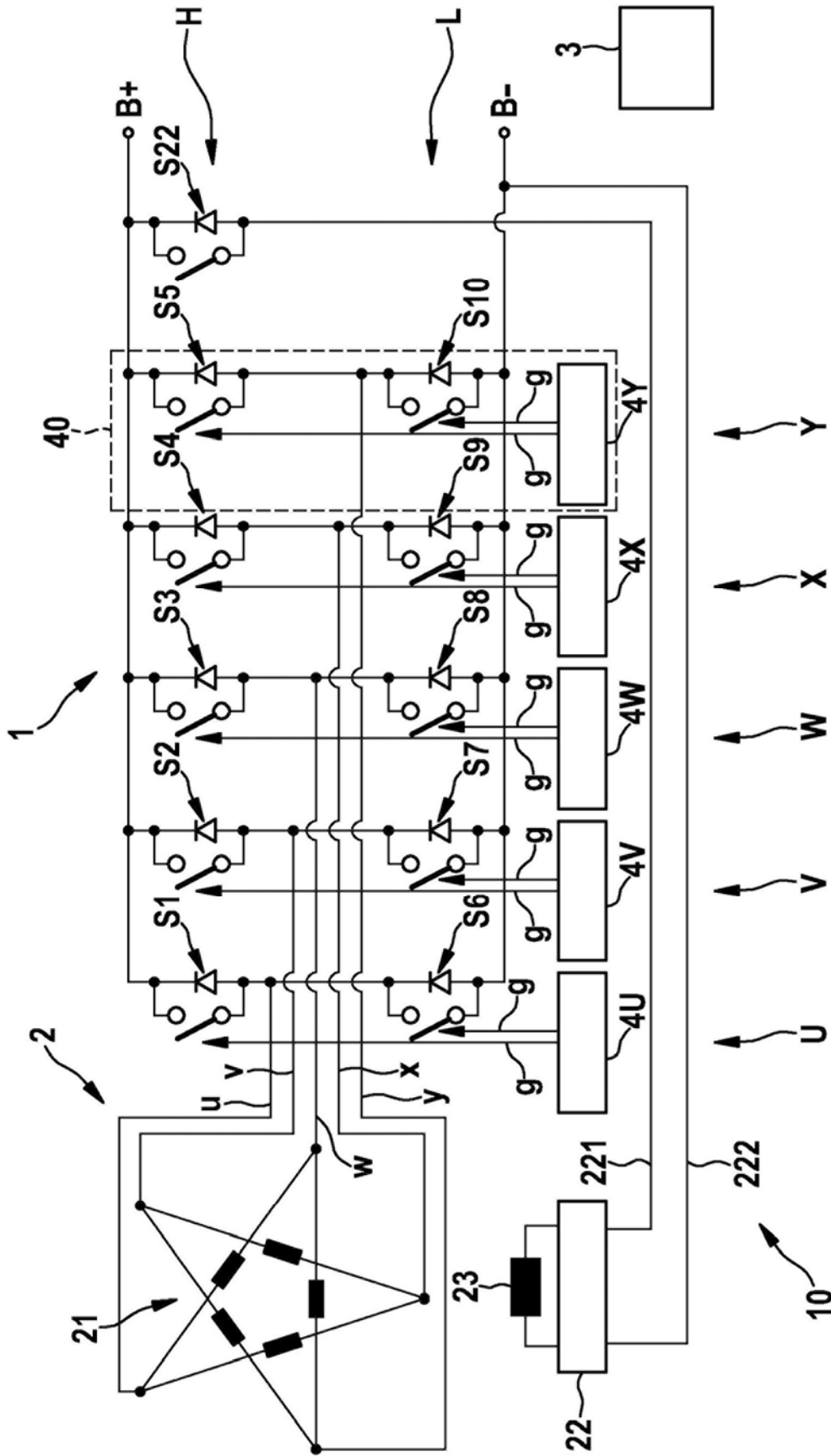


Fig. 1A

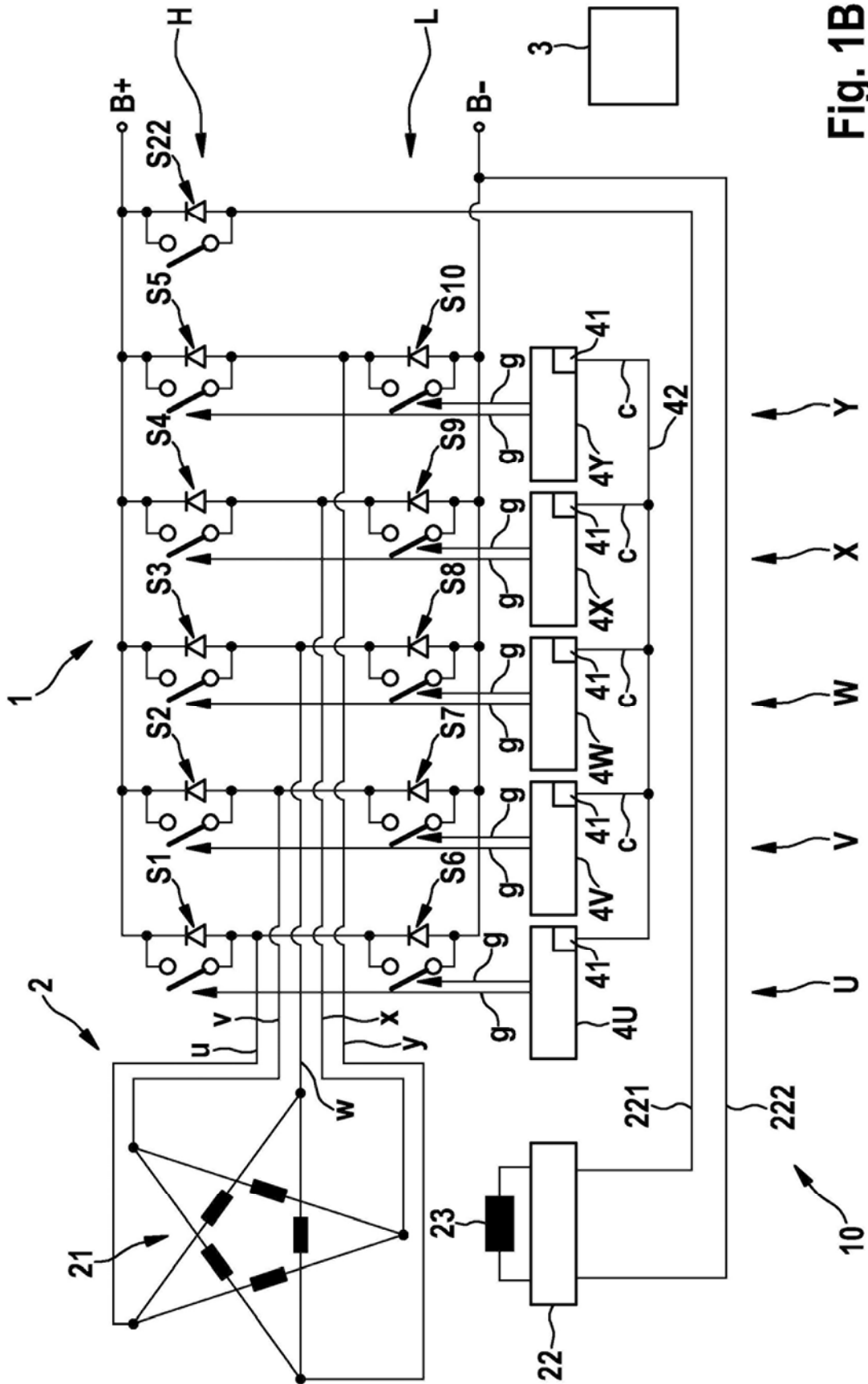


Fig. 1B

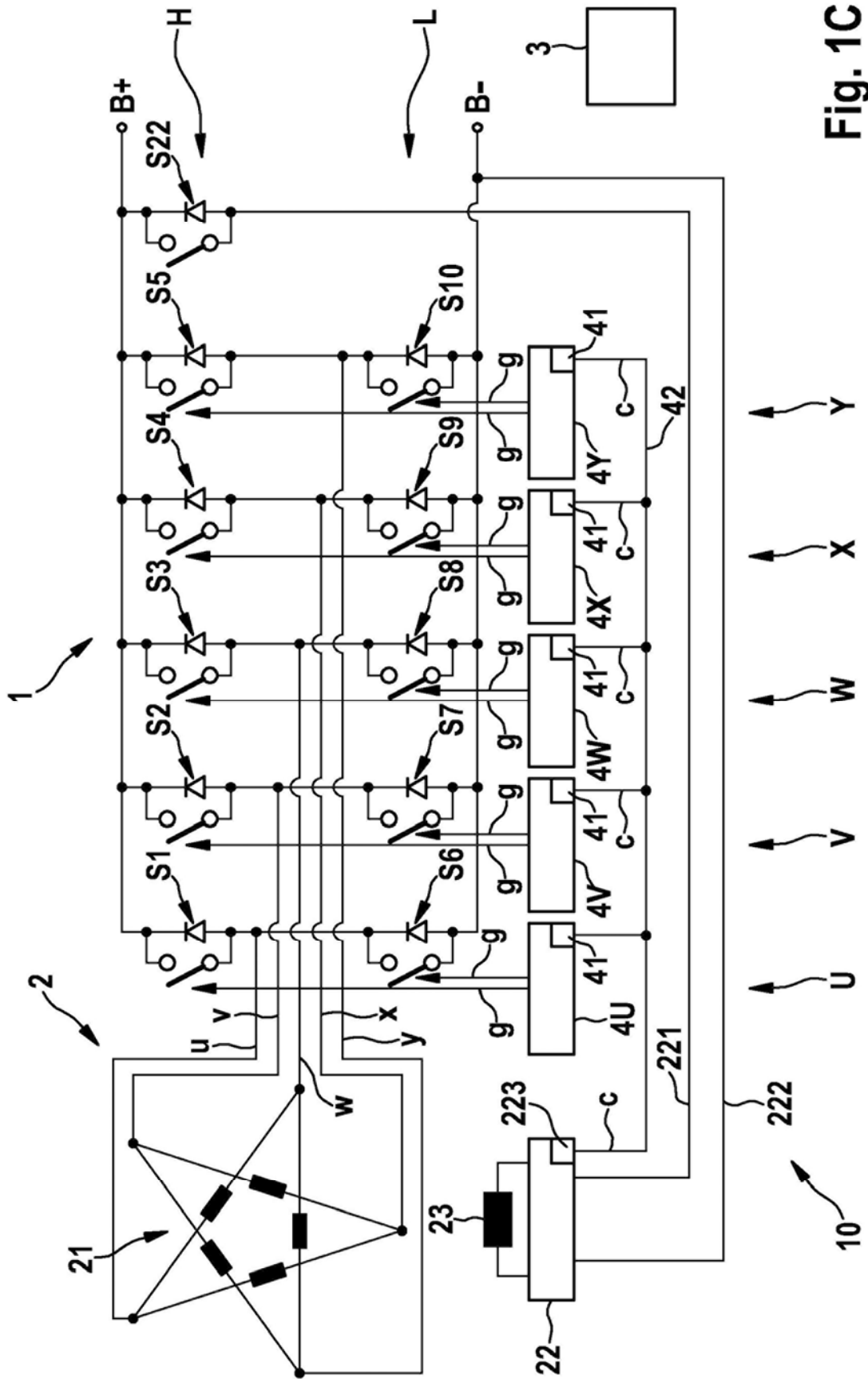


Fig. 10

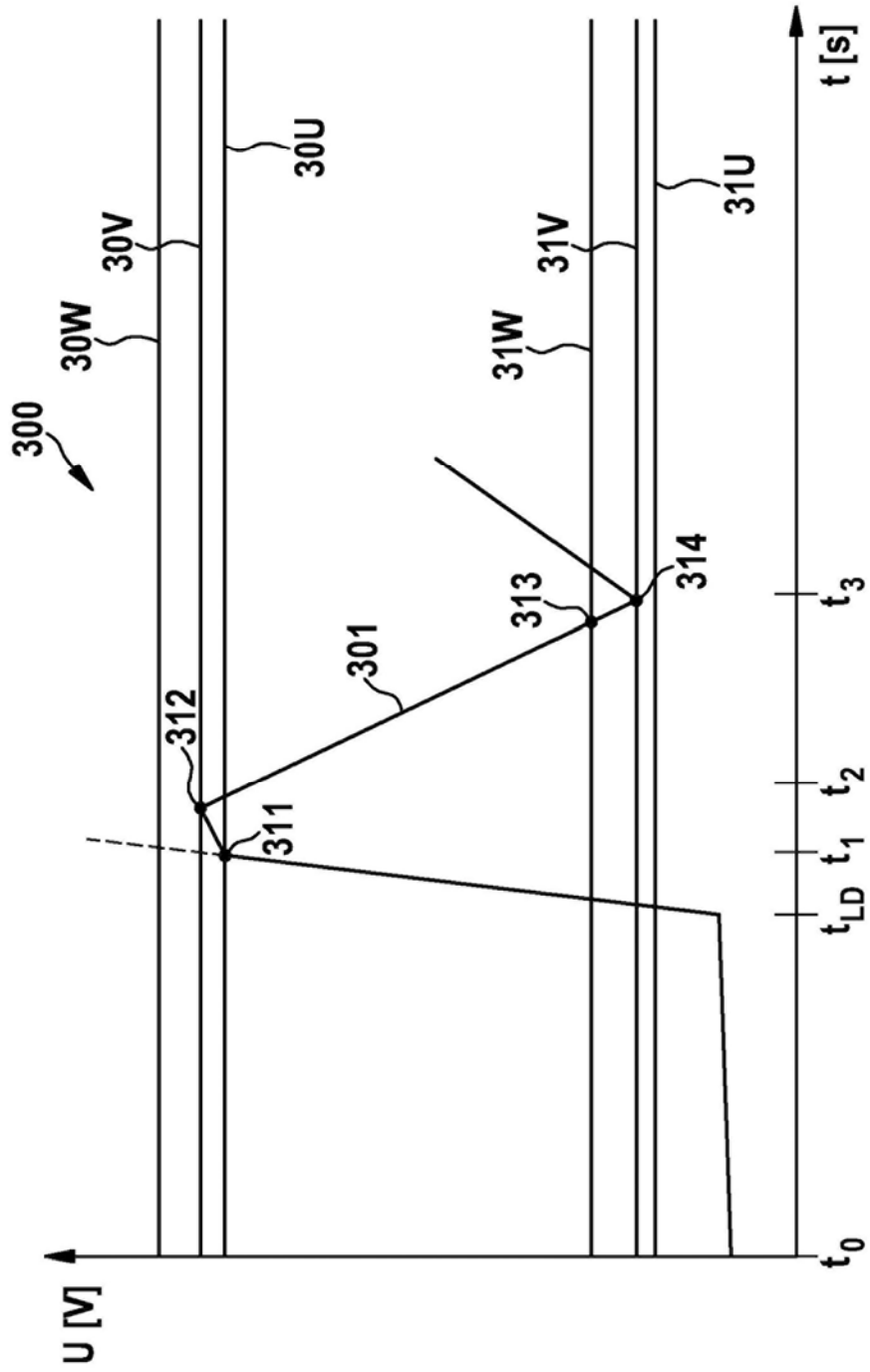


Fig. 2

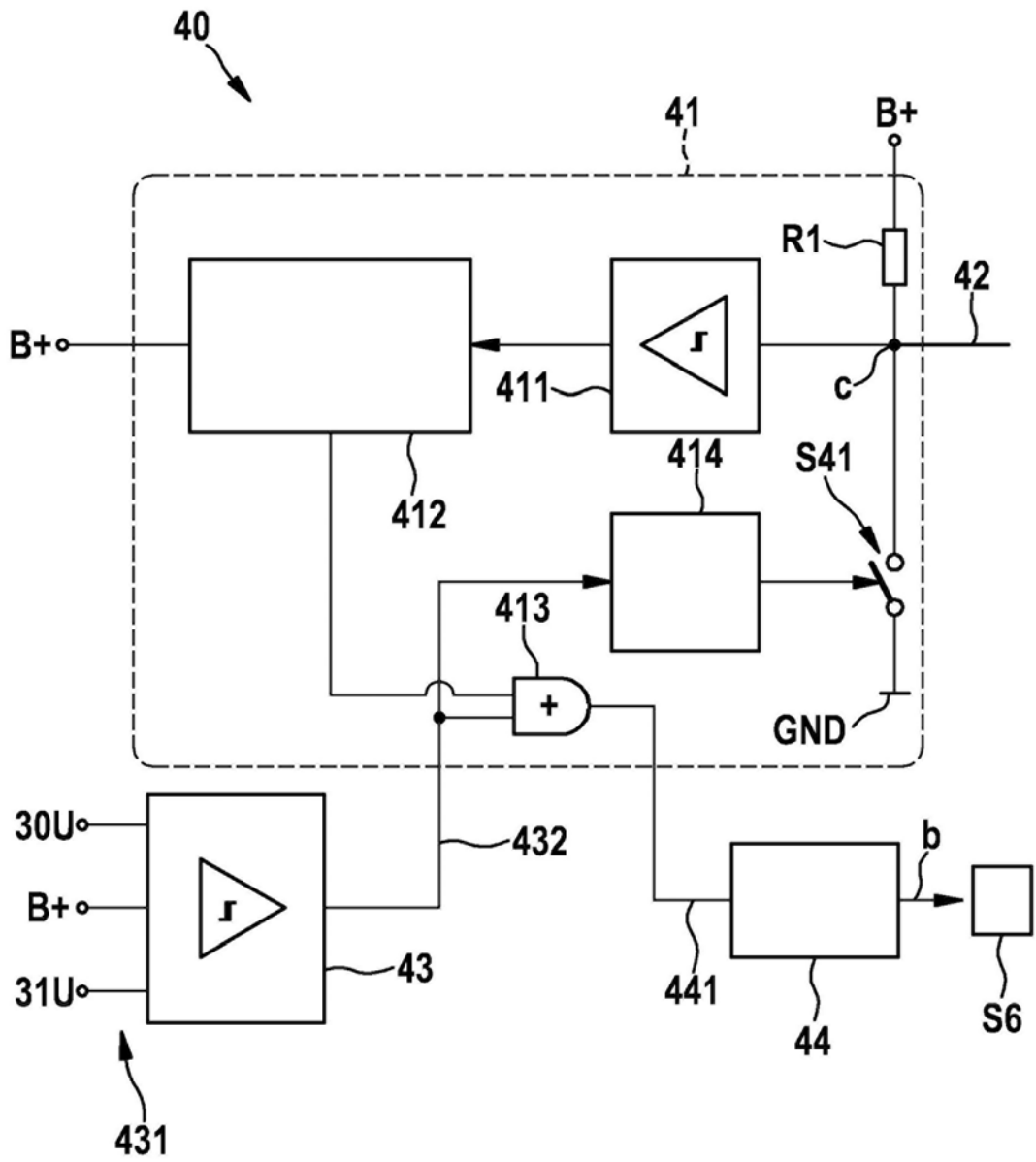


Fig. 3A

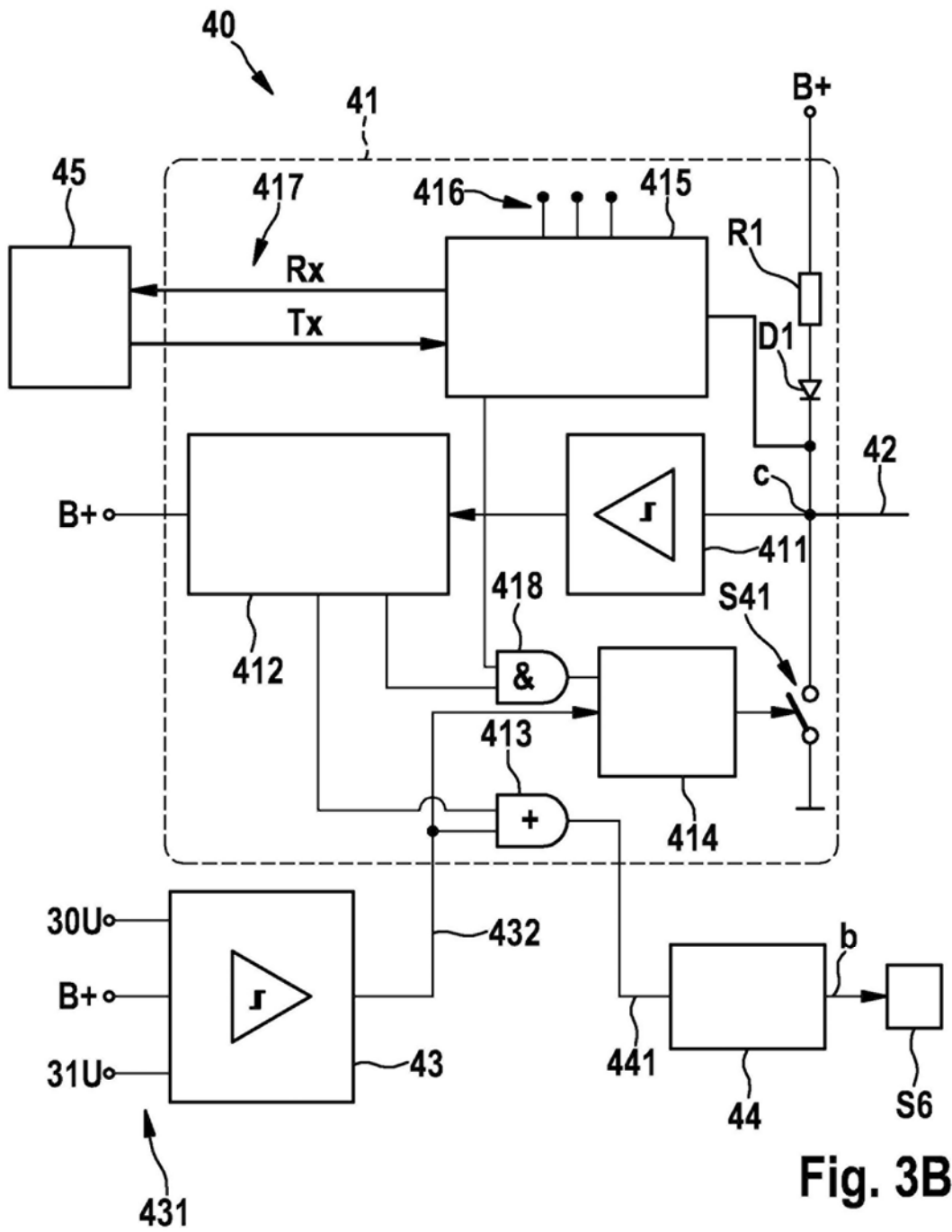


Fig. 3B

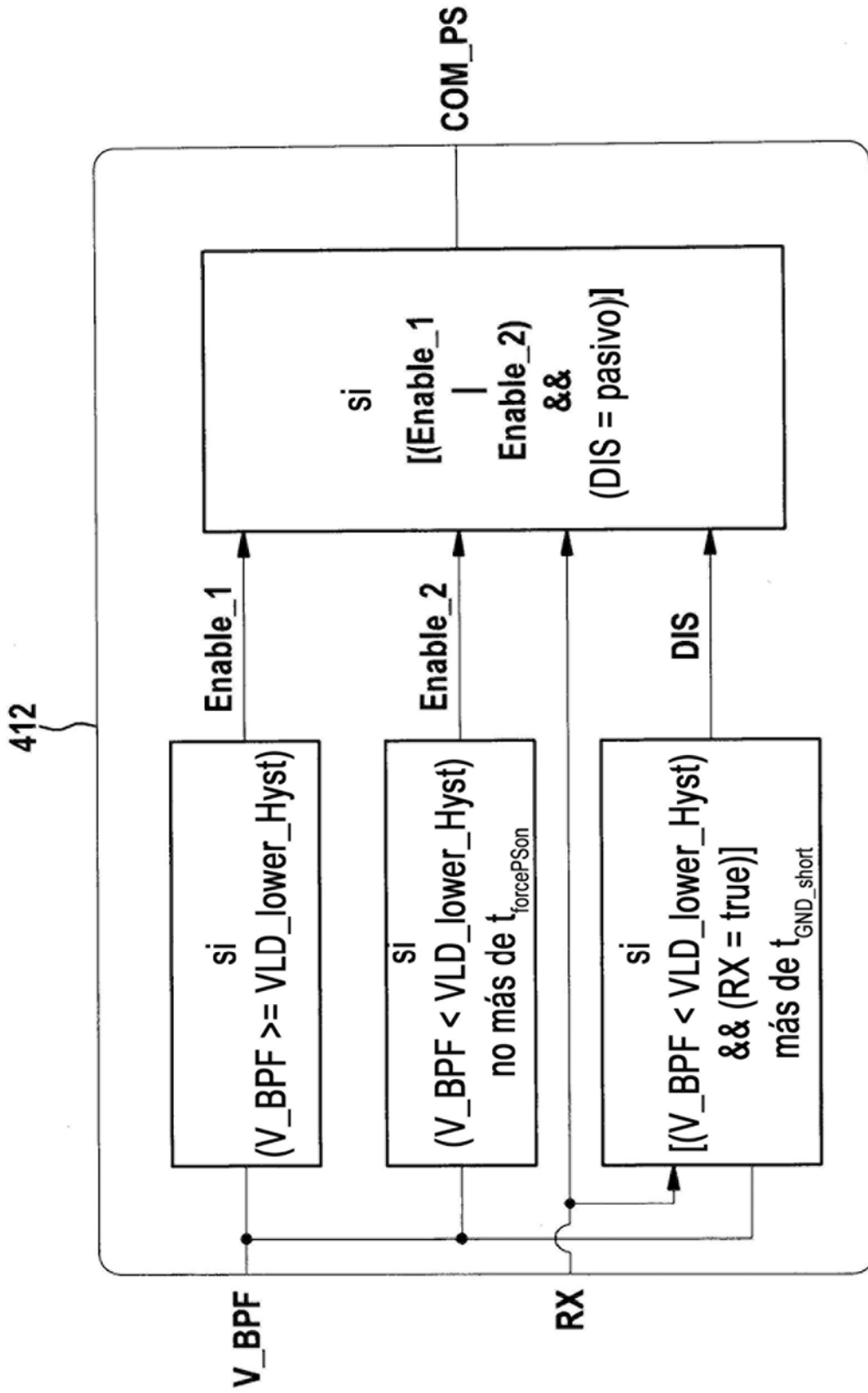


Fig. 4