

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 018**

51 Int. Cl.:

H02H 7/06 (2006.01)

H02H 7/125 (2006.01)

B60L 11/02 (2006.01)

H02M 1/32 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.11.2014 PCT/EP2014/074027**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.05.2015 WO15071186**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2014 E 14796479 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018 EP 3069427**

54 Título: **Protección contra sobretensiones para red de a bordo de vehículo de motor en caso de desconexión de carga**

30 Prioridad:

15.11.2013 DE 102013223316

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

08.11.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**OTTE, CHRISTOPHER;
MEHRINGER, PAUL y
FEILER, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 689 018 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 sobretensiones para red de a bordo de vehículo de motor en caso de desconexión de carga

5 La presente invención se refiere a una red de a bordo de vehículo de motor, a un procedimiento y a un medio para implementar el procedimiento de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones independientes.

Estado de la técnica

10 Para alimentar sistemas de corriente continua de sistemas de corriente trifásica, por ejemplo, de redes de a bordo de vehículos de motor por generadores de corriente trifásica, pueden utilizarse rectificadores de distinto tipo de construcción. En redes de a bordo de vehículos de motor, correspondientemente a los generadores de corriente trifásica de tres, cuatro o cinco fases habitualmente instalados, se usan habitualmente rectificadores de puente con realización de seis, ocho o diez pulsos. Sin embargo, la invención también es apropiada para rectificadores de puente para otros números de fases.

15 Si, a continuación, de manera simplificada, se habla de un generador, en este sentido también puede tratarse de una máquina eléctrica accionable por motor y generador, por ejemplo, un denominado generador de arranque.

20 Un caso de funcionamiento crítico en el caso de rectificadores de puente es la denominada desconexión de carga (en inglés, «load dump»). Esta se produce cuando, en el caso de un generador muy excitado y una corriente emitida correspondientemente alta, la carga en el generador o el rectificador de puente unido a este se reduce repentinamente (por ejemplo, por desconexión de los consumidores). A causa de la energía suministrada además por el generador, en este sentido se producen altas tensiones durante aproximadamente 300 a 500 ms. En caso de que estas no puedan interceptarse o no puedan interceptarse completamente por elementos con efecto capacitivo en la red de tensión continua (por ejemplo, la batería del vehículo de motor) o en el rectificador, pueden producirse daños por sobretensión con los componentes de la red de a bordo de vehículo de motor.

25 En rectificadores de puente (pasivos) convencionales, se realiza una cierta protección por el propio rectificador, a saber, mediante los diodos Zener de rectificador instalados ahí de forma clásica, en los cuales puede fijarse la sobretensión y la energía excedente puede convertirse en calor.

30 Como se explica, por ejemplo, en el documento DE 10 2009 046 955 A1, sin embargo, en vehículos de motor es deseable la utilización de rectificadores de puente activos o controlados. Esto es el caso, entre otras cosas, porque los rectificadores de puente activos, a diferencia de los rectificadores de puente pasivos o no controlados, presentan mejores pérdidas de potencia en el funcionamiento normal. Sin embargo, los elementos de conmutación controlables o activos disponibles actualmente para tales rectificadores de puente activos, por ejemplo, MOSFET, no poseen ninguna función de fijación integrada con una robustez suficiente como los diodos Zener de rectificador convencionales y, por eso, no pueden interceptar la sobretensión. Por eso, en rectificadores de puente activos son necesarias estrategias de protección adicionales.

35 Durante una desconexión de carga, pueden cortocircuitarse, por ejemplo, las fases del generador al conmutarse de manera conductora brevemente algunos o todos los elementos de conmutación de la rama del rectificador superior o inferior de un rectificador correspondiente, como también se revela, por ejemplo, en el documento DE 198 35 316 A1 y se discute en el documento US 10 2009 046 955 A1. Esto se realiza en particular sobre la base de una evaluación de la tensión de salida existente en los terminales de tensión continua del rectificador de puente activo. Si esta sobrepasa un valor umbral superior predeterminado, se inicia un cortocircuito correspondiente y la tensión de salida disminuye. Si después la tensión de salida queda por debajo de un valor umbral inferior predeterminado, se anula el cortocircuito y la tensión de salida aumenta de nuevo. Por lo tanto, se trata de un comportamiento típico de histéresis. Por eso, la tensión de salida durante una desconexión de carga oscila entre el valor umbral superior y el inferior.

40 El documento FR 297 241 A1 revela un procedimiento para controlar una máquina eléctrica rotativa multifase, funcionando la máquina eléctrica como generador y estando conectada a una red de a bordo eléctrica, cortocircuitándose durante una caída de carga al menos un arrollamiento mediante un control de cortocircuito de arrollamiento de tal manera que, cuando una primera medición de una tensión B+ sobrepasa un primer valor umbral predeterminado y una primera corriente de la fase, se efectúa un cortocircuito correspondiente. El valor umbral de la tensión puede obtenerse, por ejemplo, por el filtrado de la tensión de red con un tiempo constante predeterminado.

45 El documento EP 11 98 048 A2 revela un regulador de tensión para regular una tensión de salida de un generador, que presenta un arrollamiento de inducido y un arrollamiento de campo, estando unido el generador a una línea de suministro de potencia y conteniendo el regulador de tensión lo siguiente: medios de conmutación que están conmutados en serie con el arrollamiento de campo para provocar una igualización/regulación de una corriente de campo que se suministra al arrollamiento de campo, un cambio de marcha de rueda libre, que está conmutado en paralelo respecto al arrollamiento de campo para dejar pasar la corriente de arrollamiento de campo al arrollamiento de campo cuando los medios de conmutación están desconectados, medios de detección de campo para detectar

un fallo en la línea de suministro de potencia, que están unidos a un terminal de salida del generador, y medios de control de generación de potencia para controlar la generación de potencia del generador respecto a la presión negativa de la generación de potencia al comprobar el fallo en la línea de suministro de potencia, suprimiendo los medios de control de generación de potencia la generación de potencia durante un tiempo predeterminado, que es más largo que una constante de tiempo del arrollamiento de campo.

El documento WO 2009/093101 A1 revela un sistema de regulación para regular una corriente de campo de un generador de corriente alterna, que presenta una lógica que está configurada para recibir y procesar una señal de referencia, y, aparte de eso, presenta una lógica de comparación que está configurada para comparar una señal de salida del generador de corriente alterna con una señal de referencia. Al establecerse la señal de referencia, se determina además una señal de temperatura, teniéndose en cuenta, al sobrepasar la señal de temperatura un primer valor umbral, una compensación correspondiente en la señal de referencia.

Por este motivo, en este caso pueden surgir problemas, porque, a causa de los procesos de conmutación mencionados, así, cortocircuitos de fase repetitivos, se produce una fuerte carga de los elementos de conmutación implicados. Esto puede dañar los elementos de conmutación si no están dimensionados correspondientemente.

Por eso, existe la necesidad de estrategias de protección mejoradas para rectificadores de puente activos en caso de desconexión de carga.

Divulgación de la invención

Ante este trasfondo, la invención propone una red de a bordo de vehículo de motor, un procedimiento y un medio para implementar el procedimiento con las características de las reivindicaciones independientes. Configuraciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes así como de la siguiente descripción.

Ventajas de la invención

La invención se basa en una red de a bordo de vehículo de motor conocida en sí con una máquina eléctrica, un rectificador de puente activo y al menos un equipo de control. En este aspecto, como es habitual, el al menos un equipo de control está configurado para convertir una tensión alterna emitida por la máquina eléctrica en un número de conexiones de fase por el control de elementos de conmutación activos del rectificador de puente en una tensión continua. Aparte de eso, están previstos medios que están configurados para iniciar un cortocircuito al menos de dos de las conexiones de fase en cuanto una señal que caracteriza la tensión continua sobrepasa un valor umbral superior y para anular el cortocircuito en cuanto la señal que caracteriza la tensión continua queda por debajo de un valor umbral inferior.

Una red de a bordo de vehículo de motor de este tipo o una máquina eléctrica con un rectificador de puente y un equipo de control de una tal red de a bordo de vehículo de motor se explica con más detalle a continuación con referencia a la figura 2.

De acuerdo con la invención, está previsto equipar una red de a bordo de vehículo de motor correspondiente o su equipo de control con medios de evaluación, que están configurados para detectar un valor de la tensión continua, que se emite a través del rectificador de puente activo. Como ya se ha explicado, un tal valor se detecta incluso en redes de a bordo de vehículo de motor convencionales y, sobre esta base, se comprueba si está presente una desconexión de carga.

Sin embargo, aparte de eso, de acuerdo con la invención está previsto filtrar el valor detectado y proporcionar el valor filtrado como señal que caracteriza la tensión continua. Como se explica a continuación y se muestra en particular con referencia a las figuras 3 a 5, las medidas de acuerdo con la invención posibilitan evitar procesos de conmutación repetitivos de alta frecuencia entre el cortocircuito y el cortocircuito anulado. Los elementos de conmutación activos de un rectificador de puente correspondiente se cargan menos por el uso de las medidas de acuerdo con la invención.

En otras palabras, se evita la activación y desactivación indeseada del cortocircuito de fase, que tiene lugar de manera convencional rápidamente, por los picos de tensión, que sobrepasan y quedan por debajo respectivamente de los umbrales desencadenantes usados, de la señal de tensión emitida por el rectificador de puente activo al filtrarse una señal de tensión con un filtro correspondientemente adaptado y/o realizarse un control adaptativo de umbrales desencadenantes de un comparador correspondiente, que es parte de los medios de evaluación explicados. Una ventaja esencial de las medidas propuestas de acuerdo con la invención es evitar procesos de conmutación frecuentes en los elementos de conmutación activos usados, por ejemplo, el MOSFET instalado en un rectificador de puente activo, que podrían tener como resultado una fuerte sollicitación, dado el caso, perjudicial. Por eso, los elementos de conmutación instalados pueden conformarse con menor tamaño y de manera más económica.

La invención puede comprender todos los medios de filtro adecuados. A continuación, se hace referencia predominantemente a filtros RC, filtros para pulsos de perturbaciones (*glitch*) y/o filtros SC (del inglés «switched

capacitor», condensador conmutado) convencionales, que resultan especialmente favorables en el contexto de la presente solicitud.

5 En particular, en este contexto se tiene en cuenta al menos una frecuencia de resonancia de la red de a bordo y se efectúa sobre esta base un filtrado de la señal mencionada. En este contexto, un aspecto esencial es la emulación del transcurso de la tensión de la red de a bordo por la utilización de un filtro de frecuencia límite definida entre la tensión continua emitida por el rectificador de puente activo y un bloque comparador, que decide sobre la desactivación y la activación del cortocircuito de fase a través de umbrales desencadenantes adecuados.

10 En el contexto de la presente invención, también puede utilizarse de manera especialmente ventajosa un comparador que presenta un umbral de comparador ajustable. Si el umbral de comparador está ajustado a un valor superior, este puede corresponder al valor umbral superior. De la misma manera, si el umbral de comparador está ajustado a un valor inferior, este puede corresponder al valor umbral inferior. Para evitar procesos de conmutación frecuentes indeseados, también puede estar previsto en particular disminuir el valor umbral inferior durante un período de tiempo predeterminado en cuanto la señal que caracteriza la tensión continua sobrepasa el valor umbral superior o aumentar el valor umbral superior durante un período de tiempo predeterminado en cuanto la señal que caracteriza la tensión continua sobrepasa el valor umbral inferior. De esta manera, se evita que la señal mencionada cruce múltiples veces un valor umbral correspondiente en el plazo del tiempo indicado y, con ello, dé como resultado una conmutación de los elementos de conmutación activos implicados. En lugar de una disminución o aumento de un valor correspondiente del umbral de comparador, también puede estar previsto desactivar de hecho los valores umbral correspondientes de otra manera en caso de que un comparador correspondiente esté configurado para un tal funcionamiento. La finalidad respectivamente es, en un período de tiempo predeterminado, que se selecciona sobre la base de las características de la red de a bordo de la respectiva red de a bordo, por ejemplo, a causa de valores de resistencia, de inductancia y de capacitancia, evitar un cruce de valores umbral correspondiente.

25 Una unidad aritmético-lógica de acuerdo con la invención, por ejemplo, un aparato de control de un vehículo de motor, está configurada, en particular desde el punto de vista técnico del programa, para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con la invención.

30 También resulta ventajosa la implementación del procedimiento en forma de *software*, puesto que esto origina costes especialmente bajos, en particular si se aprovecha un aparato de control de ejecución aún para objetivos adicionales y, por eso, está presente de todos modos. Soportes de datos adecuados para proporcionar el programa informático son en particular disquetes, discos duros, memorias *flash*, EEPROM, CD-ROM, DVD y muchos más. También es posible una descarga de un programa a través de redes informáticas (Internet, intranet, etc.).

35 Otras ventajas y configuraciones de la invención se deducen de la descripción y del dibujo adjunto.

Se entiende que las características anteriormente mencionadas y las que se van a explicar a continuación pueden utilizarse no solo en la combinación respectivamente indicada, sino también en otras combinaciones o solas sin abandonar el contexto de la presente invención.

40 La invención está representada esquemáticamente en el dibujo mediante ejemplos de realización y se describe en detalle a continuación con referencia al dibujo.

45 Breve descripción de los dibujos

- Figura 1 muestra una red de a bordo con un rectificador de puente, un generador y un equipo de control en representación parcial esquemática.
- 50 Figura 2 muestra una disposición para la simulación de desconexiones de carga en una red de a bordo en representación esquemática.
- Figura 3 muestra curvas de corriente y de tensión con rectificación activa en una red de a bordo de acuerdo con el estado de la técnica en forma de diagramas.
- 55 Figura 4 muestra curvas de corriente y de tensión en una red de a bordo en el caso de una desconexión de carga de acuerdo con el estado de la técnica en forma de diagramas.
- Figura 5 muestra curvas de corriente y de tensión en una red de a bordo en el caso de una desconexión de carga de acuerdo con una forma de realización de la presente invención en forma de diagramas.
- 60 Figura 6 muestra capacitancias e inductancias en una red de a bordo en forma de un esquema equivalente esquemático con valores ejemplares.
- 65 Figura 7 muestra medidas para filtrar una señal de tensión de acuerdo con una forma de realización de la invención en representación esquemática.

Figura 8 muestra, en las figuras parciales 8A y 8B, medidas para filtrar una señal de tensión de acuerdo con una forma de realización de la invención en representación esquemática.

5 Figura 9 muestra medidas para accionar un comparador de acuerdo con una forma de realización de la invención en representación esquemática.

Forma(s) de realización de la invención

10 En la figura 1 está representada esquemáticamente una disposición convencional con un rectificador de puente 1 y un generador G con el ejemplo de un sistema de cinco fases. El rectificador de puente 1 está representado en la figura 1 como rectificador de puente de diez pulsos, que está configurado para la rectificación de una corriente trifásica de un generador G de cinco fases. Sin embargo, de la misma manera, también puede utilizarse un generador G de tres, cuatro, seis o siete fases y un rectificador de puente 1 adaptado correspondientemente al mismo de seis, ocho, doce o catorce pulsos. El rectificador de puente 1 es parte de una red de a bordo 100 representada solo parcialmente en este caso.

El rectificador de puente 1 presenta cinco semipuentes A a E, que están unidos respectivamente a través de su toma central M a las cinco fases de generador o conexiones de fase U a Y correspondientes.

20 Los semipuentes A a E están unidos con sus extremos respectivamente a los terminales de tensión continua B+ y B-, por ejemplo, polos de batería y/o líneas de abastecimiento correspondientes de una red de a bordo 100. A este respecto, el terminal B- puede estar conectado a tierra.

25 Los semipuentes A a E presentan respectivamente elementos de conmutación activos AH a EH y AL a EL, que están ilustrados en este caso como MOSFET. Estos están integrados respectivamente en una rama superior H (del inglés «highside») y una rama inferior L (del inglés «lowside») de los semipuentes A a E individuales.

30 Las conexiones de fase U a Y pueden unirse, conforme a un modo de conexión correspondiente de los elementos de conmutación activos AH a EH y AL a EL, respectivamente a uno de los dos terminales de tensión continua B+ o B-. Si dos o más conexiones de fase U a Y se unen respectivamente al mismo terminal de tensión continua B+ o B-, esto equivale a una puesta en cortocircuito de estas conexiones de fase U a Y a través del respectivo terminal de tensión continua B+ o B-.

35 Este modo de conexión de los elementos de conmutación activos AH a EH y AL a EL se realiza a través de sus respectivos terminales de puerta G por un equipo de control 2 a través de líneas piloto no representadas. A este respecto, puede estar previsto un equipo de control 2 para todos los semipuentes A a E en conjunto. Como alternativa a esto, cada uno de los semipuentes A a R también puede presentar un equipo de control individual. Si esto último es el caso, pueden estar distribuidas funciones a discreción entre equipos de control individuales y un equipo de control 2 común.

40 El funcionamiento normal del generador comprende controlar los elementos de conmutación activos AH a EH y AL a EL de tal manera que señales de control existentes en las conexiones de fase U a Y se controlan alternativamente entre B+ y B- dependiendo de la dirección de la corriente, como se conoce en principio.

45 Puede detectarse una desconexión de carga en una disposición representada en la figura 1 sobre la base de una tensión existente en el terminal de tensión continua B+. Para ello, el equipo de control 2 está unido a través de una línea 3 al terminal de tensión continua B+. Si se sobrepasa un valor umbral de tensión definido, existe una desconexión de carga.

50 El control del rectificador 1 en el caso de una desconexión de carga identificada puede comprender la puesta en cortocircuito de manera temporalmente definida de las conexiones de fase U a Y. Como consecuencia, la corriente aplicada a la red de a bordo desciende a cero; la tensión detectada a través de la línea 3 disminuye. Un cortocircuito correspondiente puede producirse por un control simultáneo y, con ello, una conmutación de manera conductora de algunos o de todos los elementos de conmutación AH a EH, por una parte, o AL a EL, por otra parte, así, de algunos o de todos los elementos de conmutación de una rama de rectificador H o L. Si se anula un tal cortocircuito, vuelve a aumentar la corriente aplicada a la red de a bordo y la tensión detectada a través de la línea 3.

60 En la figura 2 está representado un circuito para simular desconexiones de carga en una red de a bordo de un vehículo de motor y está designado en conjunto con 20. El circuito 20 representa simultáneamente un esquema equivalente de una red de a bordo, en el que están integrados un generador G y un rectificador 1, por ejemplo, como está representado en la figura 1 previamente explicada. Como se ha explicado, una red de a bordo correspondiente también puede presentar generadores G y/o rectificadores 1 con otros números de fase o de pulso.

65 En el generador G con el rectificador 1 existe en este sentido una tensión UB, como está ilustrado por una flecha correspondientemente marcada. Los condensadores C1 y C2 así como las resistencias de carga RL1 y RL2 representan capacitancias o resistencias de una red de a bordo real. A este respecto, el condensador C1

corresponde a un condensador en un punto de apoyo de arranque con fuente de alimentación externa, que está previsto para arrancar con fuente de alimentación externa el vehículo de motor correspondiente. A este respecto, los terminales F1 y F2 están previstos para el arranque con pinzas. En un punto BN, que puede corresponder al terminal F1, puede medirse una tensión de red de a bordo, por ejemplo, contra tierra o el terminal F2. El condensador C1 está previsto, entre otras cosas, para amortiguar fluctuaciones de tensión en la red de a bordo. La tensión que disminuye a través del condensador C1 está ilustrada asimismo con una flecha y designada con UF.

Hay que observar que, en vehículos de motor habituales, el generador G con el rectificador 1, por una parte, y el condensador C1, por otra parte, o incluso ya el punto BN o los terminales F1 y F2, están separados unos de otros por líneas con una longitud de, típicamente, 1,5 a 2 metros y una sección transversal de, por ejemplo, 25 milímetros cuadrados. En lo sucesivo, los terminales de tensión continua del rectificador, B+ y B-, considerados por el contrario como terminales, están previstos directamente en el rectificador. Por ejemplo, los terminales F1 y F2 y el punto BN están separados de este, como se ha explicado, por longitudes de línea correspondientes.

Las líneas explicadas con las propiedades mencionadas corresponden fundamentalmente a inductancias en el esquema equivalente eléctrico. Estas inductancias son responsables de que se produzcan picos de tensión inducidos en el caso de modificaciones rápidas de corriente en los terminales de tensión continua B+ y B- del rectificador 1. Las tensiones en el punto de apoyo de arranque con fuente de alimentación externa, es decir, la tensión UF, que disminuye entre los terminales F1 y F2 o el punto BN contra tierra, no puede detectarse por eso directamente por un dispositivo electrónico montado en el generador G o el rectificador 1. La presente invención también tiene en cuenta esto.

Si en lo sucesivo se habla de «tensiones en el rectificador», en este sentido, se trata de tensiones que pueden medirse directamente en el rectificador 1, así, en el terminal B+. Estas también se designan con V(B+). A causa de las inductancias explicadas de las líneas, los transcurros temporales de estas tensiones se diferencian, dado el caso, de transcurros temporales de «tensiones en la red de a bordo», que pueden medirse, por ejemplo, en el terminal F1 o el punto BN y se designan con V(BN).

Para simular desconexiones de carga están previstos conmutadores S1 y S2. Al inicio de un ensayo de desconexión de carga o de una simulación correspondiente, los dos conmutadores S1 y S2 están cerrados. El generador G o el rectificador 1 emite una corriente a la red de a bordo, que resulta de las resistencias de carga RL1 y RL2. Una desconexión de carga puede imitarse por la apertura de uno de los conmutadores S1 o S2. La apertura del conmutador S1 corresponde con ello a una caída de carga al 0 %, como se originaría en la realidad, por ejemplo, por la caída del cable de conexión en el generador. Por el contrario, la apertura del conmutador S2 imita una caída de carga parcial, como la que se origina por la desconexión de una mayor carga resistiva, en este caso, RL2, en la red de a bordo. La altura de la corriente de carga «descargada» se puede ajustar por el valor de resistencia de la resistencia de carga RL2; la altura de la corriente de red de a bordo restante se puede ajustar por la resistencia de la resistencia de carga RL1.

En las figuras 3 a 5 están representados respectivamente cuatro diagramas de curvas de corriente y de tensión en generadores G o rectificadores 1 accionados convencionalmente y de acuerdo con la invención en el funcionamiento normal (figura 3) y en el caso de una desconexión de carga (figuras 4 y 5). A este respecto, las respectivas curvas de corriente y de tensión están trazadas respectivamente en V o A en la ordenada con respecto a un tiempo en ms en la abscisa. La designación de las curvas de corriente y de tensión es idéntica en las figuras 3 a 6. Están ilustradas respectivamente curvas de corriente y de tensión de un generador G de cinco fases y de un rectificador 1 de diez pulsos correspondiente. Como se ha explicado, la invención también puede emplearse en otros números de fases o de pulsos. En las figuras 3 a 5, las fases U a Y corresponden, por ejemplo, a las fases U a Y representadas en la figura 1.

Con IG está indicada la corriente de generador emitida, con V(B+) está indicada la tensión en el terminal de conexión positivo del rectificador o B+, como está representado en las figuras 1 y 2. Con V(BN) está designada la tensión que se ajusta en la red de a bordo, como puede medirse, por ejemplo, en el terminal F1 del punto de apoyo de arranque con fuente de alimentación externa o el punto BN en la figura 2. V(hyst_up) designa el límite de tensión superior o un valor umbral correspondiente para activar un cortocircuito de fase. Como se ha mencionado, por ejemplo, en una disposición representada en la figura 1, a través de una línea 3 se detecta un valor de tensión en el terminal de tensión continua positivo B+ y se compara con un valor V(hyst_up) correspondiente. Correspondientemente, V(hyst_down) designa el límite de tensión inferior o un valor umbral correspondiente para desactivar de un cortocircuito de fase. Con I(U) a I(Y) están designados respectivamente las corrientes de fase en las fases U a Y (cf. la figura 1).

La figura 3 muestra curvas de corriente y de tensión durante el funcionamiento regular de una disposición correspondiente de un generador G y un rectificador 1 en una red de a bordo. Se reconoce que entre los valores para V(B+) y V(BN) solo aparecen ligeras diferencias (cf. el diagrama 32). No se alcanzan los valores umbral V(hyst_up) y V(hyst_down). La tensión V(BN) en la red de a bordo (cf. el diagrama 33) se mueve siempre entre 11 y 12 V. Únicamente en los pasos por cero de las corrientes de fase (cf. el diagrama 34 en relación con el diagrama 32) aparecen en el terminal de tensión continua positivo y, con ello, en la tensión V(B+), breves perturbaciones que

generan una diferencia de tensión entre V(B+) y V(BN). Sin embargo, estas no alcanzan la red de a bordo; por eso, la tensión V(BN) apenas muestra irregularidades. La corriente de generador IG (cf. el diagrama 31) se mueve entre 120 y 160 A.

5 En la figura 4A y 4B está representada una desconexión de carga en aproximadamente 4,8 ms. La figura 4B representa una ampliación de fragmento de la figura 4A. Como es evidente por el diagrama 42 en la figura 4A, a partir de este momento se produce un aumento considerable del valor de V(B+). En aproximadamente 4,95 ms, el valor de V(B+) alcanza por primera vez el valor umbral V(hyst_up). Como se ha explicado, a partir de este momento se inician medidas de protección, que comprenden poner en cortocircuito algunas o todas las fases de generador U a Y por el control simultáneo de algunos o de todos los elementos de conmutación en la rama de rectificador superior o inferior H o L del rectificador 2 (cf. explicaciones respecto a la figura 1). El valor de tensión en V(B+) desciende por ello y queda por debajo del valor umbral inferior V(hyst_down). Correspondientemente, se vuelve a anular el cortocircuito de fase, la tensión aumenta de nuevo y sobrepasa el valor umbral superior V(hyst_up), lo cual provoca de nuevo una puesta en cortocircuito. Se producen cortocircuitos de fase repetitivos de alta frecuencia (por ejemplo, > 50 kHz), como es evidente en particular por el diagrama 42 de la figura 4B. A causa de las inductancias en las líneas instaladas, por ejemplo, entre B+ y el terminal F1 o el punto BN en la figura 2, se produce una modificación de tensión en B+ a causa de las modificaciones rápidas de corriente de acuerdo con $\Delta U = L \times di/dt$. La tensión en la red de a bordo V(BN), por ejemplo, la tensión UF en la figura 2, por el contrario, permanece en un valor casi fijo.

20 Como se ha explicado, la activación y desactivación, que tiene lugar rápidamente, del cortocircuito de fase por los picos de tensión, que sobrepasan o quedan por debajo de los umbrales desencadenantes, en el terminal de tensión continua positivo B+ es indeseada y debería evitarse.

25 De acuerdo con la invención, esto se logra por un filtrado de la tensión V(B+), así, la tensión detectada, por ejemplo, en la línea 3, en la figura 1, y/o un control adaptativo de los umbrales desencadenantes, así, los valores de V(hyst_up) o V(hyst_down). A este respecto, un aspecto esencial de la presente invención es la emulación del transcurso de la tensión de red de a bordo V(BN) por la utilización de un filtro de frecuencia límite definida entre V(B+) y un bloque comparador, que decide sobre la desactivación y la activación del cortocircuito de fase mediante los umbrales desencadenantes V(hyst_down) y V(hyst_up) mencionados. De acuerdo con la invención, pueden estar previstos, por ejemplo, un filtro RC, un filtro digital y/o un filtro SC (del inglés «switched capacitor»), como está ilustrado a continuación en detalle en la figura 7 y las figuras parciales 8A y 8B de la figura 8. Los resultados de las medidas de acuerdo con la invención están ilustrados en la figura 5.

35 A este respecto, en la figura 5 está representada adicionalmente en el diagrama 53 una tensión V(B+_filter) correspondientemente prefiltrada. Como es evidente por el diagrama 53, esta señal filtrada sigue con suficiente precisión la tensión de red de a bordo V(BN). Con ayuda del filtrado de V(B+), se emula con ello, por así decirlo, la curva de tensión V(BN). Por ello, pueden evitarse los procesos de conmutación de alta frecuencia, como son evidentes en las figuras 4A y 4B, que dan como resultado una gran carga de potencia perdida en los elementos de conmutación AH a EH o AL a EL implicados.

40 Mediante la figura 6, se ilustra a modo de ejemplo un dimensionamiento de un filtro que va a usarse. En este sentido, están mostrados en detalle otra vez los elementos que actúan de manera capacitiva e inductiva representados en la figura 2. En este caso, con CR está ilustrado adicionalmente un condensador instalado habitualmente en un regulador de generador. C1 designa, como ya en la figura 2, un condensador en el punto de apoyo de arranque con fuente de alimentación externa. En este caso, la longitud de línea entre el terminal de tensión continua positivo B+ en el rectificador 1 y el terminal F1 o BN en el punto de apoyo de arranque con fuente de alimentación externa está ilustrado como inductancia L1. En el ejemplo representado, B- se encuentra en tierra y no está ilustrado con más detalle. Los valores representados son puramente ejemplares y dependen del diseño específico de la red de a bordo.

Se pueden determinar dos frecuencias de resonancia, a saber, en la entrada y la salida de un tramo correspondiente, FE y FA:

$$55 \quad FE = \frac{1}{2\pi\sqrt{CR \times L1}} \quad (1)$$

$$\quad \quad \quad FA = \frac{1}{2\pi\sqrt{C1 \times L1}} \quad (2)$$

60 Por lo tanto, la frecuencia límite FC para un filtro RC depende de los valores de las magnitudes correspondientes en la figura 6, las corrientes que fluyen y los umbrales de histéresis. Para la emulación de V(BN), la frecuencia límite debería estar seleccionada típicamente de manera que se aplica:

1. FC << FE, y
2. FC > FA

con

5

$$FC = \frac{1}{2\pi RC} \quad (3)$$

10 En la figura 7 está ilustrado un filtrado correspondiente a través de un filtro RC. A este respecto, un valor detectado, por ejemplo, a través de una línea 3 (cf. la figura 1) para la tensión en B+ se aplan a través de una resistencia R7 y un condensador C7 antes de que se suministre a un comparador 71. En una salida 72 del comparador 71, se proporciona una señal cuando se reconoce que la tensión filtrada V(B+_filter), que se suministra al comparador 71, corresponde a criterios determinados. Por ejemplo, a través de las entradas 73 y 74, pueden fijarse umbrales de histéresis correspondientes.

15 La figura 8, en las figuras parciales 8A y 8B, muestra un filtrado de señal ampliado respectivamente por medios digitales en comparación con la figura 7.

20 De acuerdo con la figura parcial 8A, en la salida 72 del comparador 71 está posconectado un filtro para pulsos de perturbaciones (*glitch*) 81. En la disposición representada en la figura parcial 8A, el prefiltro en forma del filtro RC con la resistencia R7 y el condensador C7 sirve para amortiguar picos de tensión muy pronunciados y presenta una frecuencia límite FC típica, que se encuentra, por ejemplo, dos veces por debajo de la frecuencia de resonancia FE, para amortiguar las oscilaciones de resonancia de alta frecuencia. En lugar de un filtro RC, también puede estar previsto otro filtro digital o un filtro SC (del inglés «switched capacitor»).

25 Para la elección del tiempo de filtro para pulsos de perturbaciones (*glitch*) TG del filtro *glitch* se aplica:

$$TG \leq L1 \frac{IG}{|V(hyst_up) - V(hyst_down)|} \quad (4)$$

30 siendo L1 la inductancia de línea entre el generador G o el rectificador 1 y el punto de apoyo de arranque con fuente de alimentación externa (L1 o BN en la figura 2 y 6), siendo IG la corriente de generador que eficaz en el momento de los procesos de conmutación (cf. las figuras 3 a 5) y siendo |V(hyst_up) - V(hyst_down)| la diferencia de tensión entre los valores umbral (cf. las figuras 3 a 5, diferencia de tensión ΔU).

35 El filtro *glitch*, que puede estar configurado de manera conocida en sí, oculta modificaciones de su magnitud de entrada cuando su duración es menor que TG.

40 El comportamiento de filtrado explicado también puede imitarse, como está ilustrado en la figura parcial 8B, por una conversión análogo-digital mediante un convertidor análogo-digital 83 con un circuito 84 digital subordinado a este. La idea inventiva para superar las desventajas explicadas del estado de la técnica es el control adaptativo de los umbrales desencadenantes del comparador 71, que decide sobre la desactivación y la activación del cortocircuito de fase. Un tal procedimiento también puede combinarse con otras formas de realización como se había explicado previamente.

45 Para ello, el comparador 71 configurado como miembro de histéresis de las figuras 7 y 8 puede sustituirse, por ejemplo, por un comparador con umbral de comparador variable. El transcurso esquemático de la tensión en el terminal de tensión continua B+ está indicado como aclaración en la figura 9 con V_BP. En el momento del pico de tensión esperado a causa de una activación o desactivación de un cortocircuito de fase, el umbral de detección V(hyst_down) (cf. las figuras 3 a 5) para un período de tiempo predeterminado se disminuye a un valor V_LD_BLANK_L menor o se aumenta el umbral de detección V(hyst_up) (cf. asimismo las figuras 3 a 5). A este respecto, los valores V_LD_BLANK_L y V_LD_BLANK_H no se consiguen con seguridad por la tensión V_BP, lo cual corresponde a una desactivación real de los valores umbral correspondientes. Como alternativa a esto, también pueden ocultarse (desactivarse) de otra manera respectivamente valores umbral correspondientes.

55 Con ello, en la ecuación 4, |V(hyst_up) - V(hyst_down)| (también designado como ΔU) puede ajustarse de acuerdo con los siguientes criterios:

$$\Delta U \leq V_LD_BLANK_H - V(hyst_down)$$

o

60

$$\Delta U \leq -(V_LD_BLANK_L - V(hyst_up))$$

Por las mayores tensiones de extinción ΔU se producen en el diseño tiempos para pulsos de perturbaciones (*glitch*) más breves o, en combinación con la primera forma de realización explicada previamente, la posibilidad de aumentar la frecuencia límite y, con ello, reducir tiempos de retardo en la reacción.

- 5 Si se aprovecha el procedimiento de acuerdo con la figura 9 solo, por la selección adecuada de los valores de $V_LD_BLANK_L$, $V_LD_BLANK_H$ y la duración de la modificación de los umbrales de detección, se puede evitar asimismo las desventajas mencionadas en el estado de la técnica. Para ello, $V_LD_BLANK_L$, $V_LD_BLANK_H$ deben elegirse de manera que los picos en $V(B+)$ ya no den como resultado una activación y desactivación indeseadas del cortocircuito de fase.

10

REIVINDICACIONES

1. Red de a bordo de vehículo de motor con una máquina eléctrica (G), un rectificador de puente (1) activo y al menos un equipo de control (2), estando configurado el al menos un equipo de control (2) para convertir una tensión alterna emitida por la máquina eléctrica (G) a través de un número de conexiones de fase (U - Y) por el control de elementos de conmutación (AH - EH, AL - EL) activos del rectificador de puente (1) en una tensión continua (V(B+)), y estando previstos medios (71) que están configurados para iniciar un cortocircuito al menos de dos de las conexiones de fase en cuanto una señal que caracteriza la tensión continua (V(B+)) sobrepasa un valor umbral superior (V(hyst_up)) y para anular el cortocircuito en cuanto la señal que caracteriza la tensión continua (V(B+)) queda por debajo de un valor umbral inferior (V(hyst_down)), caracterizada por medios de evaluación (3, R7, C7, 81), que están configurados para detectar un valor de la tensión continua (V(B+)), filtrar el valor detectado, y proporcionar el valor filtrado como la señal (V(B+_filter)) que caracteriza la tensión continua (V(B+)), estando configurados los medios de evaluación (3, R7, C7, 81) para suministrar la señal (V(B+_filter)) que caracteriza la tensión continua (V(B+)) a un comparador (71), que está configurado para comparar la señal (V(B+_filter)) que caracteriza la tensión continua (V(B+)) con el valor umbral superior (V(hyst_up)) y el valor umbral inferior (V(hyst_down)), estando previstos medios de ajuste que están configurados para proporcionar el valor umbral superior (V(hyst_up)) y el valor umbral inferior (V(hyst_down)) en forma de un umbral de comparador ajustable del comparador (71), estando configurados los medios de ajuste para disminuir o para desactivar el valor umbral inferior (V(hyst_down)) durante un período de tiempo en cuanto la señal que caracteriza la tensión continua (V(B+)) sobrepasa el valor umbral superior (V(hyst_up)) y para aumentar o para desactivar el valor umbral superior (V(hyst_up)) durante un período de tiempo en cuanto la señal que caracteriza la tensión continua (V(B+)) queda por debajo del valor umbral inferior (V(hyst_down)).
2. Red de a bordo de vehículo de motor según la reivindicación 1, en la que los medios de evaluación (3, R7, C7, 81) comprenden medios de filtro, que presentan al menos un filtro RC (R7, C7) o un filtro para pulsos de perturbaciones (*glitch*) (81) y/o un filtro SC y/o en la que los medios de evaluación (3, R7, C7, 81) comprenden una disposición con un convertidor análogo-digital (83) y un circuito (84) digital subordinado a este, que está configurado para imitar un comportamiento de filtro correspondiente.
3. Red de a bordo de vehículo de motor según una de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios de evaluación (3, R7, C7, 81) están configurados para filtrar el valor detectado de la tensión continua (V(B+)) a base de al menos una frecuencia de resonancia de la red de a bordo.
4. Procedimiento para accionar una red de a bordo de vehículo de motor con una máquina eléctrica (G), un rectificador de puente (1) activo y al menos un equipo de control (2), en la que, mediante el al menos un equipo de control (2), una tensión alterna emitida por la máquina eléctrica (G) en un número de conexiones de fase (U - Y) se convierte en una tensión continua (V(B+)) por el control de elementos de conmutación (AH - EH, AL - EL) activos del rectificador de puente (1), e iniciándose un cortocircuito al menos de dos de las conexiones de fase (U - Y) en cuanto una señal que caracteriza la tensión continua (V(B+)) sobrepasa un valor umbral superior (V(hyst_up)) y se anula el cortocircuito en cuanto la señal que caracteriza la tensión continua (V(B+)) queda por debajo de un valor umbral inferior (V(hyst_down)), caracterizado por que se detecta un valor de la tensión continua (V(B+)), se filtra el valor detectado, y se proporciona el valor filtrado como la señal (V(B+_filter)) que caracteriza la tensión continua (V(B+)), suministrándose la señal (V(B+_filter)) que caracteriza la tensión continua (V(B+)) a un comparador (71), que compara la señal (V(B+_filter)) que caracteriza la tensión continua (V(B+)) con el valor umbral superior (V(hyst_up)) y el valor umbral inferior (V(hyst_down)), proporcionándose el valor umbral superior (V(hyst_up)) y el valor umbral inferior (V(hyst_down)) en forma de un umbral de comparador ajustable del comparador (71) por medios de ajuste, disminuyendo o desactivando los medios de ajuste el valor umbral inferior (V(hyst_down)) durante un período de tiempo en cuanto la señal que caracteriza la tensión continua (V(B+)) sobrepasa el valor umbral superior (V(hyst_up)) y aumentando o desactivando el valor umbral superior (V(hyst_up)) durante un período de tiempo en cuanto la señal que caracteriza la tensión continua (V(B+)) queda por debajo del valor umbral inferior (V(hyst_down)).
5. Procedimiento según la reivindicación 4, que se usa para accionar una red de a bordo de vehículo de motor según una de las reivindicaciones 1 a 3.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 o 5, en el que el valor detectado de la tensión continua (V(B+)) se filtra mediante al menos un filtro (R7, C7, 81), cuyos parámetros de filtro se seleccionan al menos parcialmente a base de valores de capacitancia y/o de inductancia de componentes de la red de a bordo de vehículo de motor y/o en el que se ajustan correspondientemente parámetros de al menos un filtro digital.
7. Unidad aritmético-lógica, que está configurada desde el punto de vista técnico del programa para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones de procedimiento anteriores.
8. Programa informático, que dispone una unidad aritmético-lógica para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones de procedimiento anteriores, cuando se realiza en la unidad aritmético-lógica, en particular una unidad aritmético-lógica según la reivindicación anterior.

9. Medio de almacenamiento legible por máquina con un programa informático almacenado en este según la reivindicación anterior.

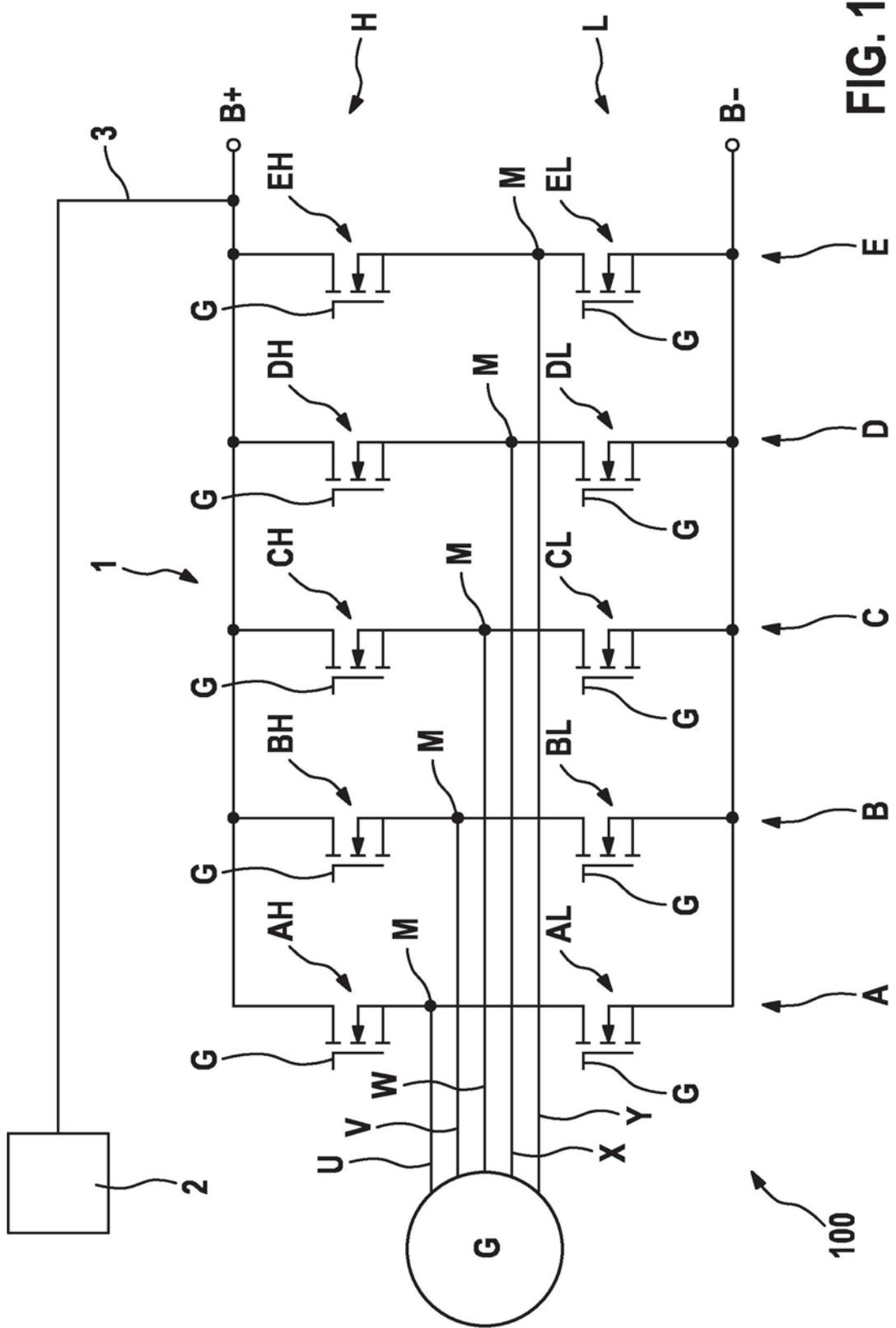


FIG. 1

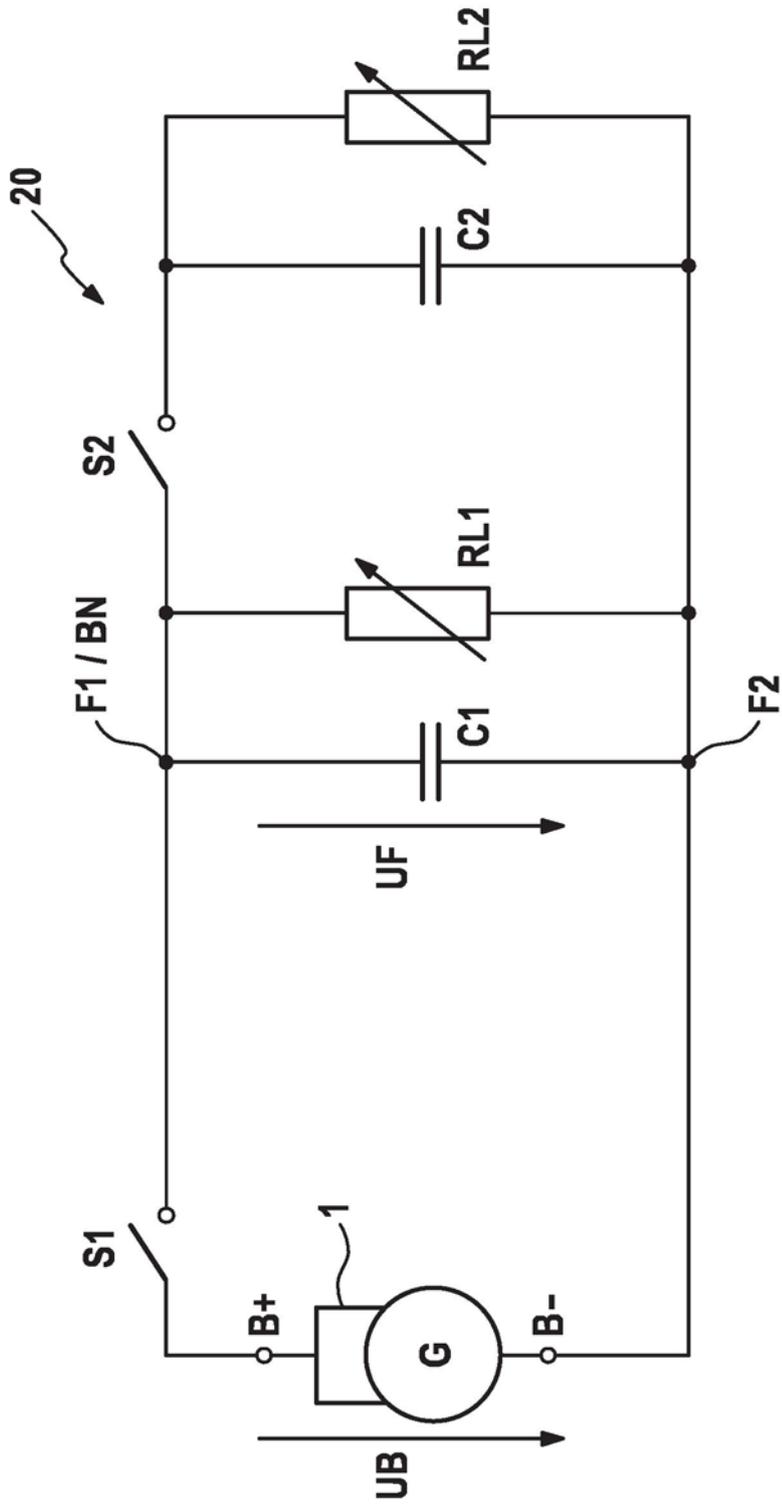


FIG. 2

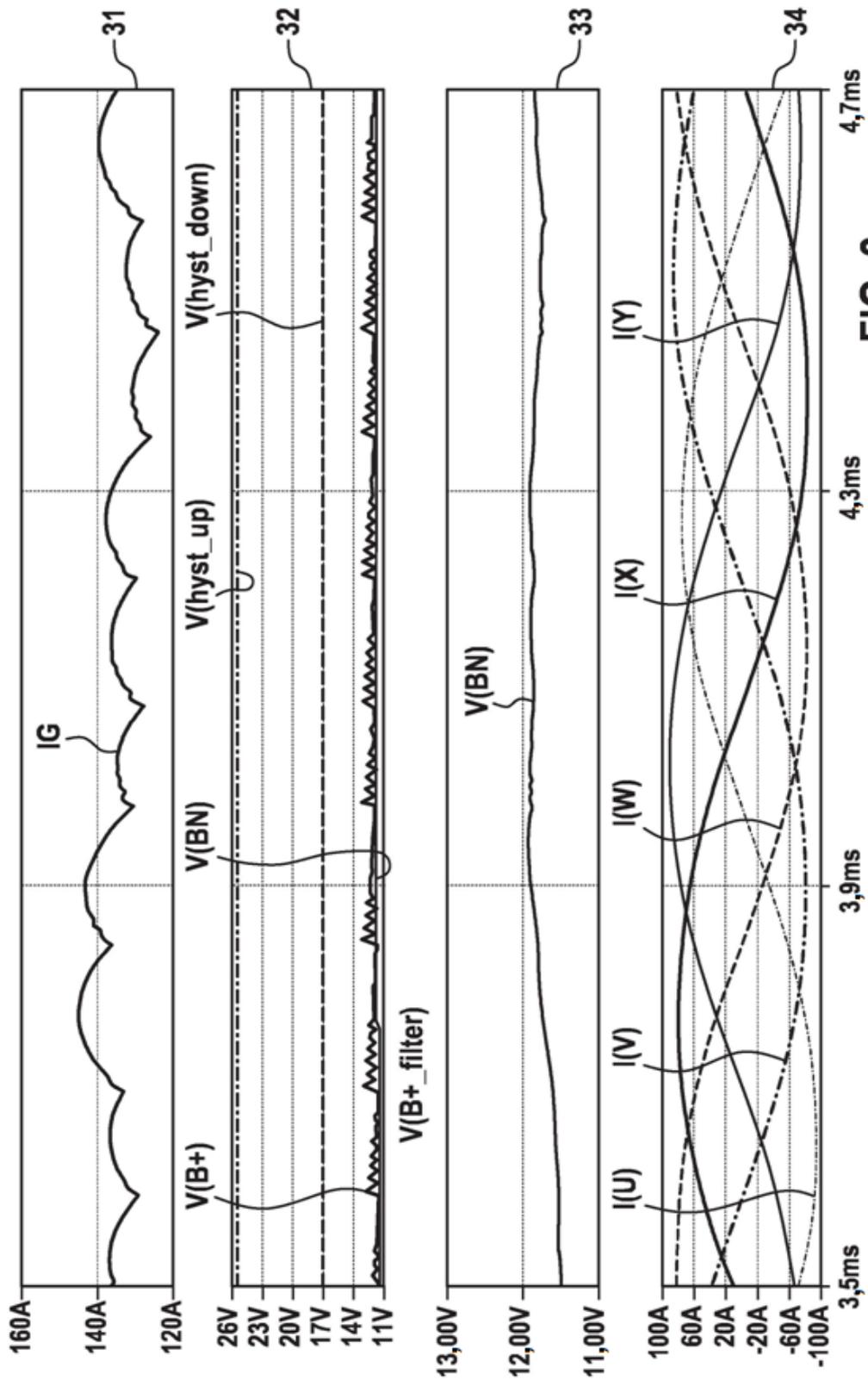


FIG. 3

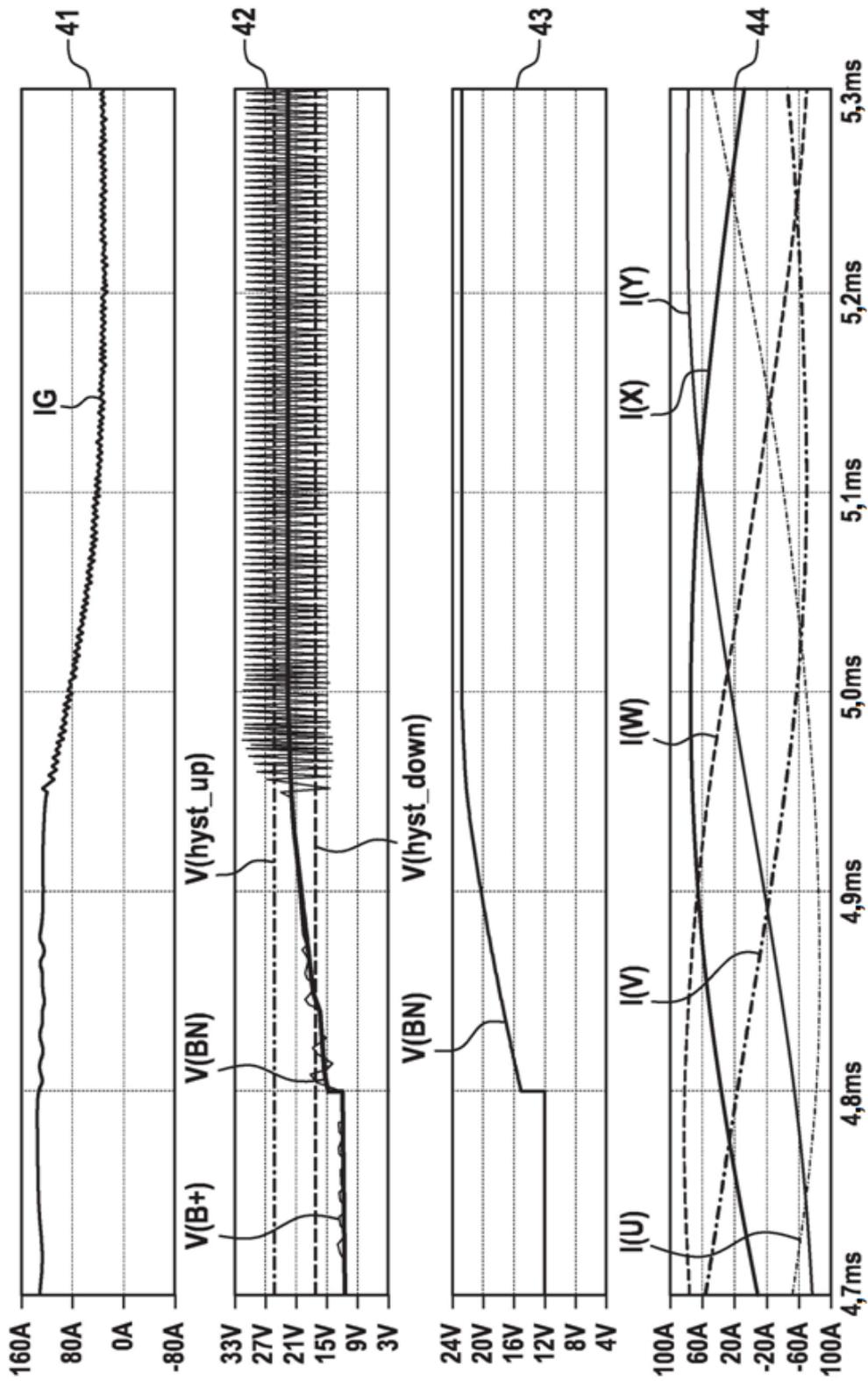


FIG. 4A

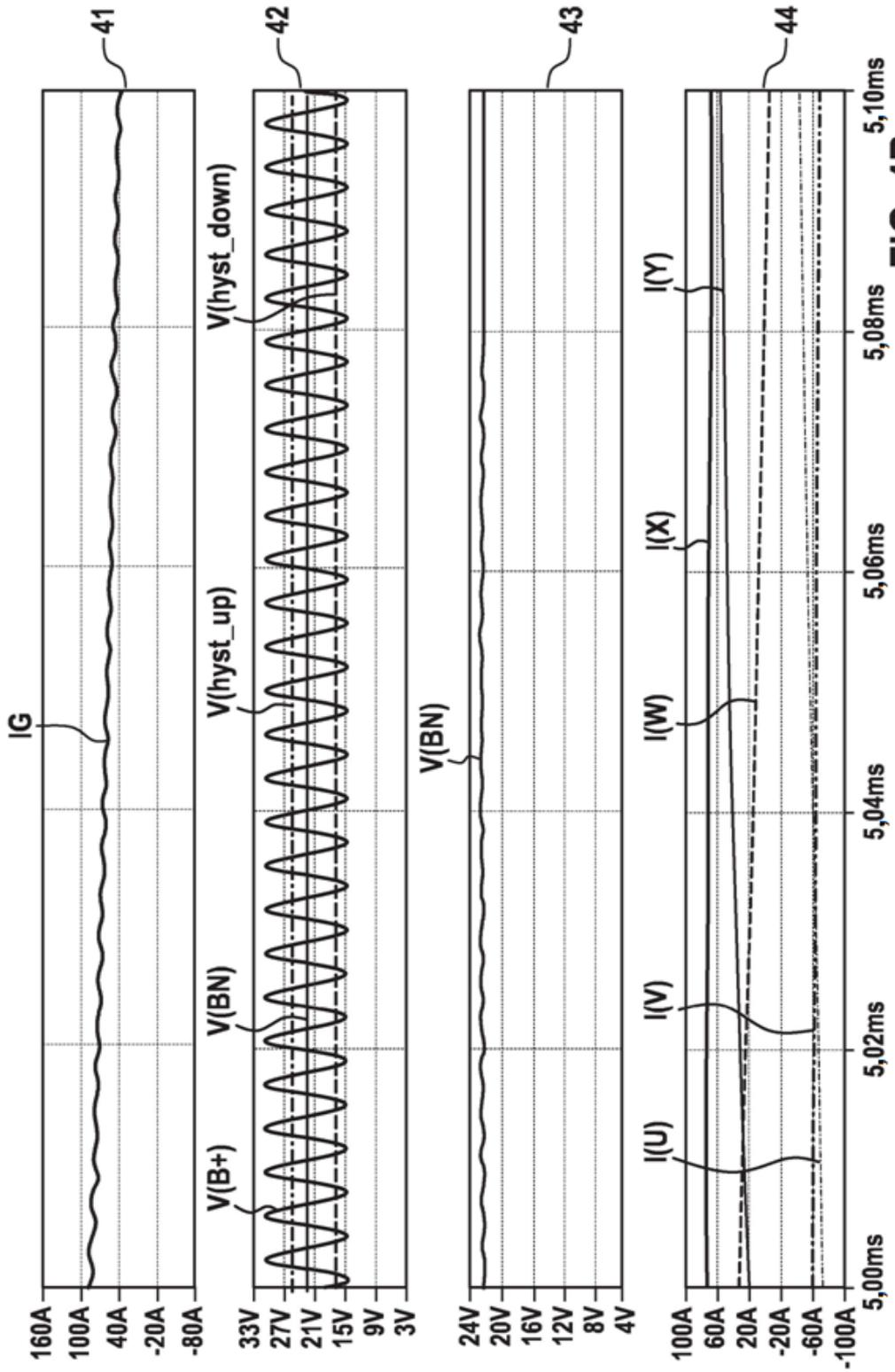
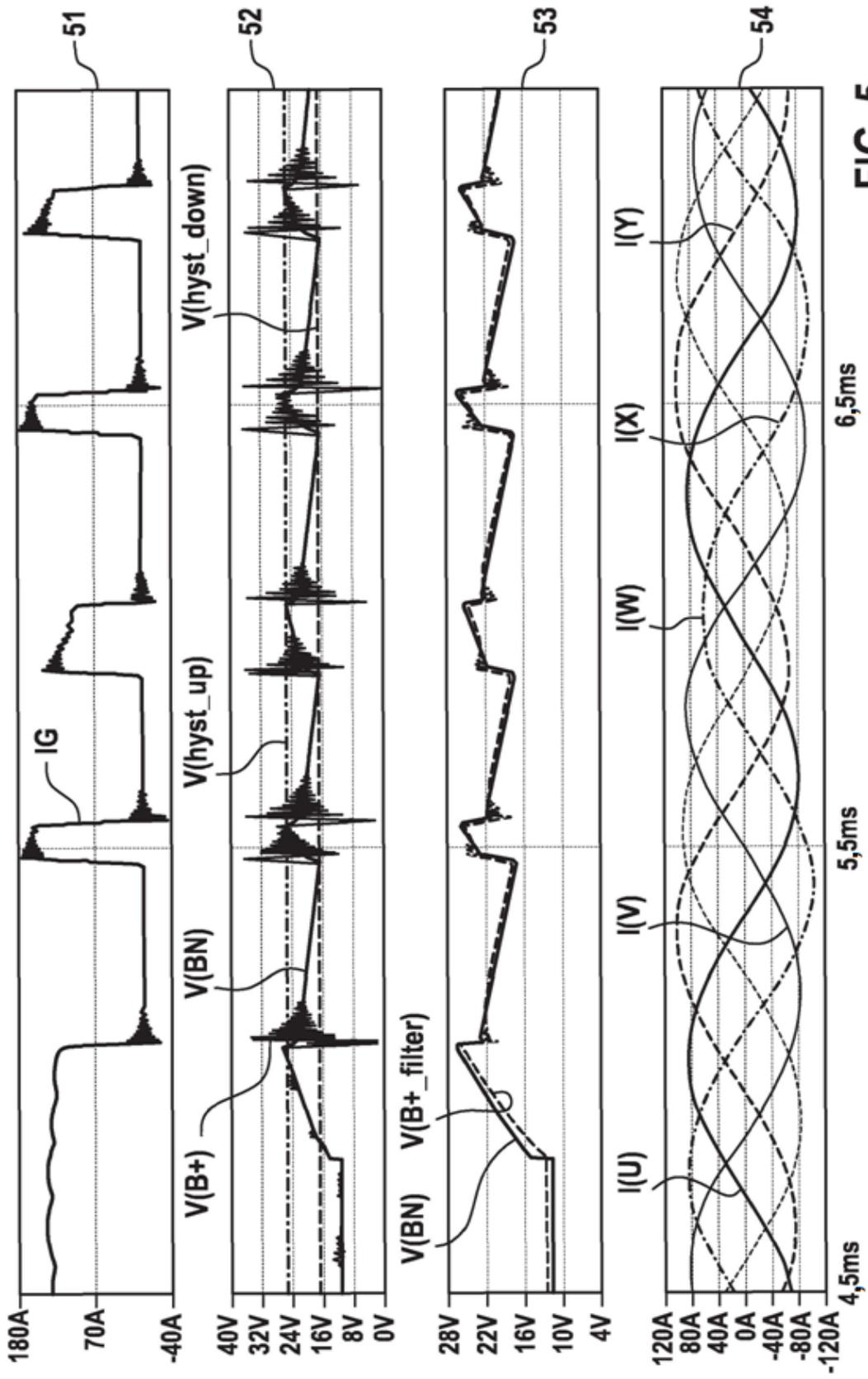


FIG. 4B



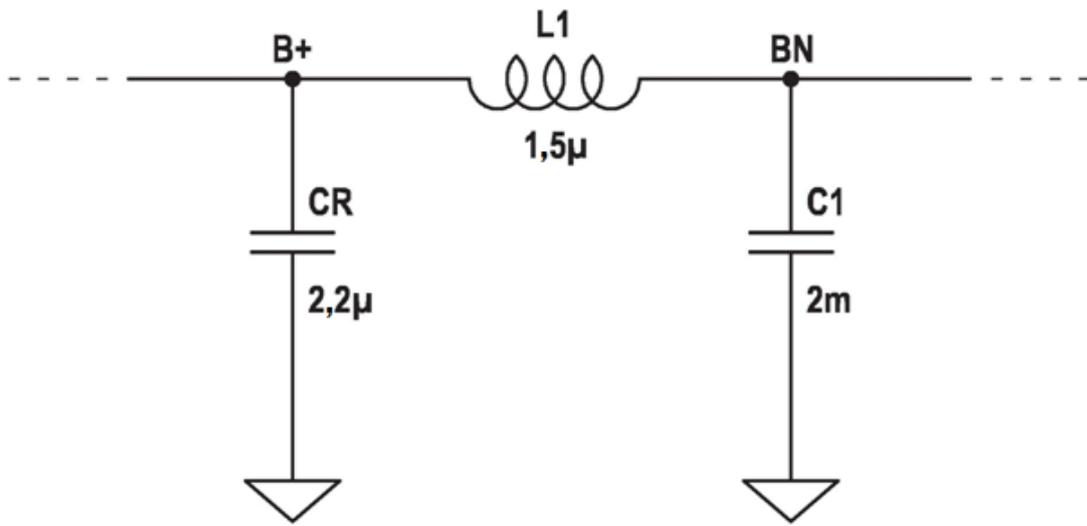


FIG. 6

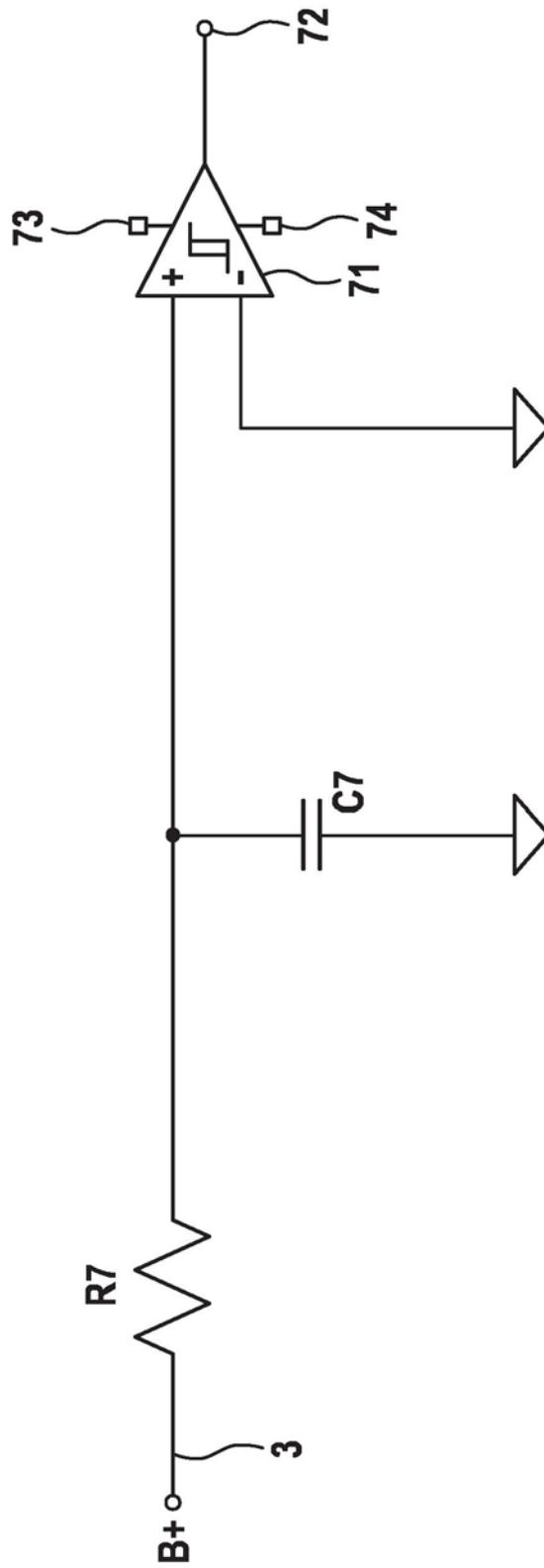


FIG. 7

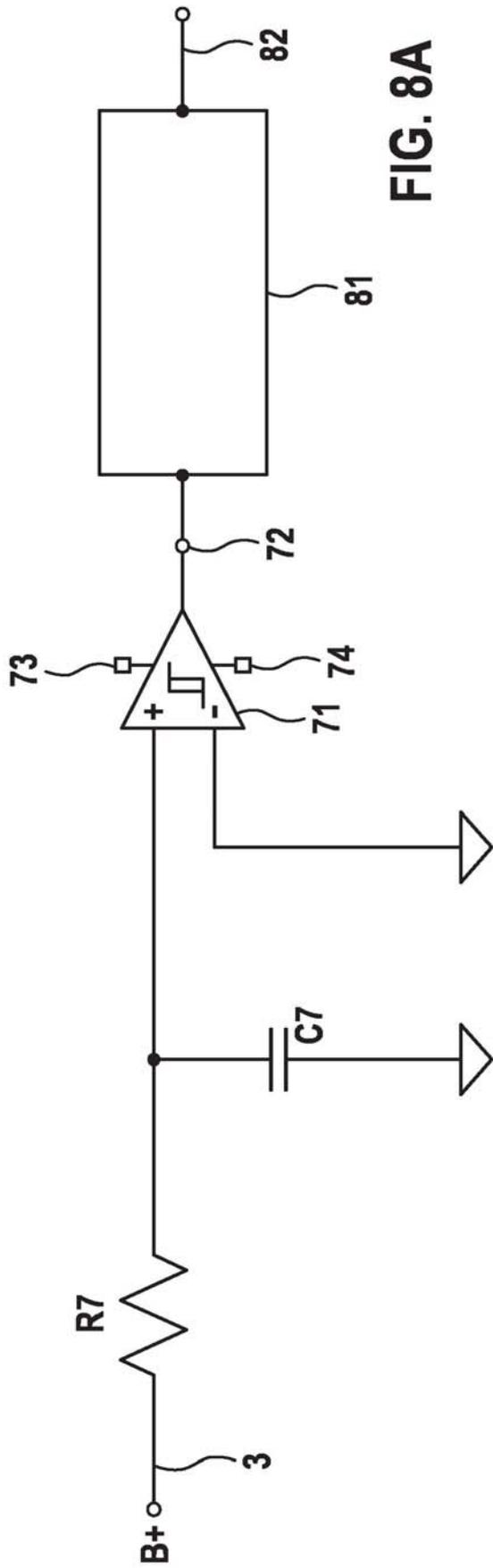


FIG. 8A

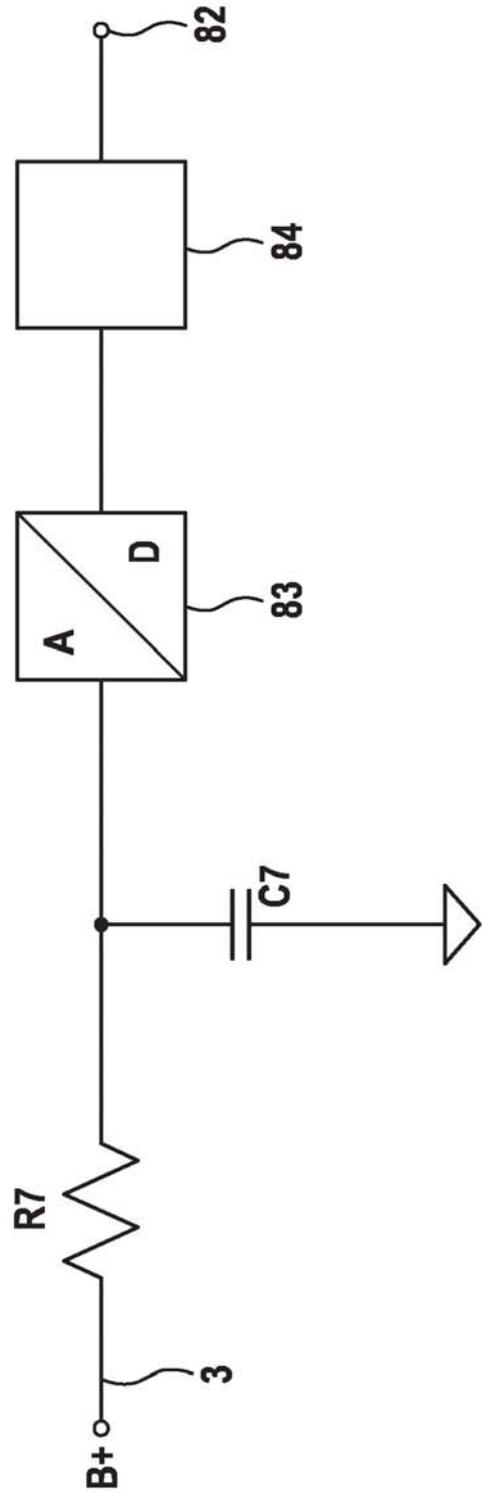


FIG. 8B

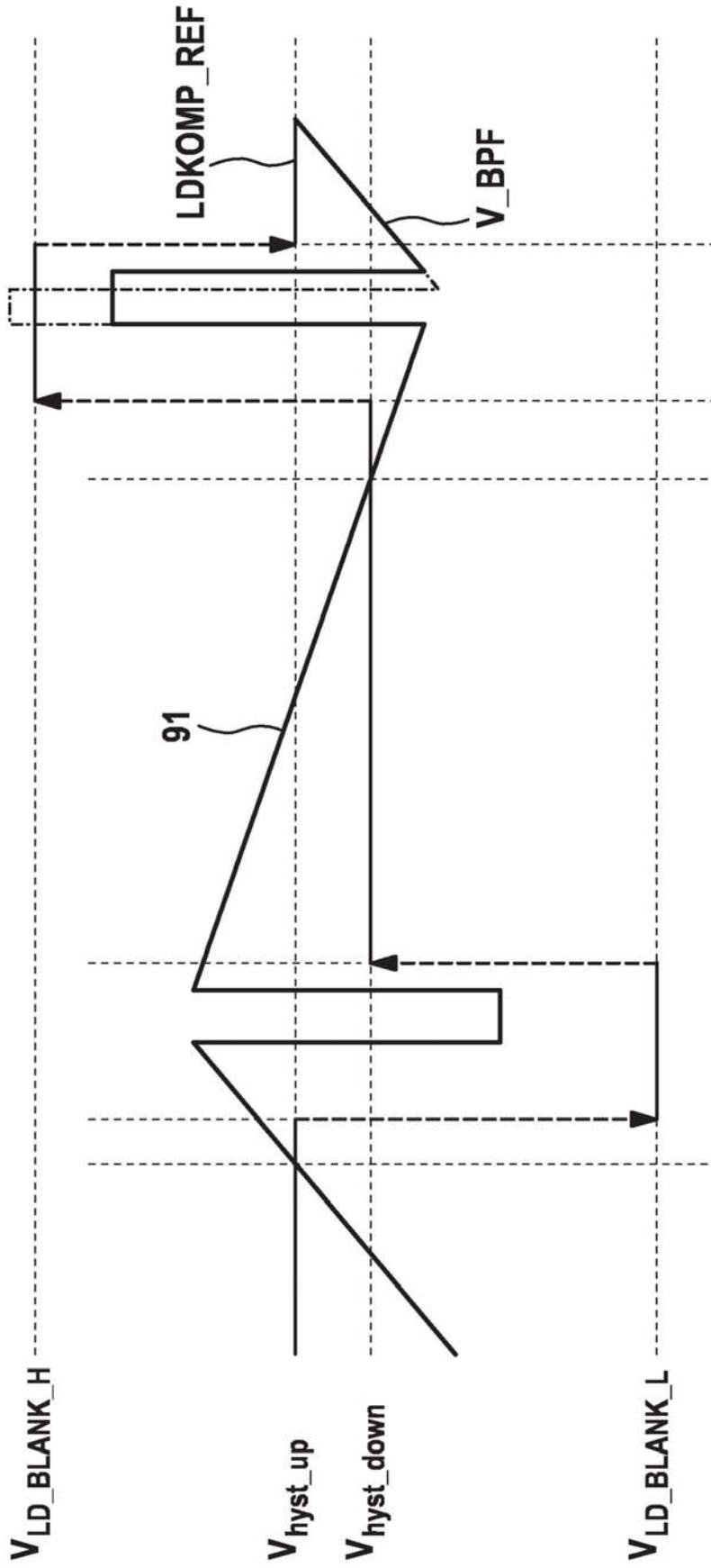


FIG. 9