

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 954 077**

51 Int. Cl.:

B60L 3/04 (2006.01)

B60L 9/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.05.2018** **E 18174730 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2023** **EP 3575127**

54 Título: **Sistema de accionamiento para un vehículo ferroviario con un dispositivo de protección contra cortocircuitos del lado secundario del transformador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.11.2023

73 Titular/es:

SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE

72 Inventor/es:

BAKRAN, MARK-MATTHIAS;
BÖHMER, JÜRGEN;
HELSPER, MARTIN;
KRAFFT, EBERHARD ULRICH;
LASKA, BERND;
NAGEL, ANDREAS;
SCHÖNEWOLF, STEFAN HANS WERNER y
WEIGEL, JAN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 954 077 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

Sistema de accionamiento para un vehículo ferroviario con un dispositivo de protección contra cortocircuitos del lado secundario del transformador

5 La presente invención hace referencia a un sistema de accionamiento para un vehículo ferroviario, en donde el sistema de accionamiento presenta un transformador, un convertidor del lado de la red con semiconductores y un circuito intermedio. La presente invención también hace referencia a un vehículo ferroviario con un sistema de accionamiento de este tipo. Además, la presente invención hace referencia a un procedimiento para la protección de un sistema de accionamiento de la clase mencionada.

10 Al reducir las inductancias de fuga en transformadores, especialmente en la aplicación en un vehículo ferroviario, se debe prestar especial atención a la protección de los componentes sensibles. La inductancia de fuga en el transformador limita el aumento de corriente eléctrica en caso de falla. Al reducir la inductancia de fuga, por ejemplo, para optimizar todo el sistema de accionamiento, también se reduce el efecto protector del transformador.

15 La pérdida de potencia de un sistema de accionamiento de un vehículo sobre raíles que está diseñado para funcionar con una tensión alterna de catenaria, es decir, una catenaria con tensión alterna, depende significativamente de la eficiencia del transformador de tracción, también denominado simplemente como transformador. La eficiencia del transformador está determinada por las pérdidas en el cobre a frecuencias de red de 50 Hz y 16 2/3 Hz. De acuerdo con el estado del arte, se prevén tensiones de cortocircuito elevadas, es decir, inductancias de fuga elevadas, de los transformadores para limitar las corrientes de interferencia.

20 El documento EP 2 075 907 A1 revela un convertidor de potencia para un vehículo ferroviario para alimentar motores síncronos. Un interruptor controlable dispuesto en el lado del suministro está conectado en serie entre un devanado secundario del transformador y las entradas del convertidor de potencia. El documento FR 2 996 372 A1 revela un sistema de carga sin contacto para la batería de un vehículo a motor, que presenta un primer circuito inductivo en tierra y un segundo circuito inductivo en el vehículo, que están acoplados electromagnéticamente entre sí. El segundo circuito inductivo está conectado con la batería a través de un puente rectificador y dos relés. En paralelo a dos diodos del puente de diodos está conectado un respectivo interruptor controlable. En caso de una
25 falla eléctrica en el vehículo, la batería se desconecta del puente de diodos mediante los dos relés, lo que provoca una fuerte subida de tensión en los bornes del condensador de control. Cuando esta tensión alcanza un cierto valor de activación, los dos interruptores se cierran, por lo que los diodos y, por lo tanto, el segundo circuito inductivo se cortocircuitan.

30 La presente invención tiene por objeto mejorar el sistema de accionamiento de un vehículo ferroviario.

Dicho objeto se resuelve mediante un sistema de accionamiento para un vehículo ferroviario, en donde el sistema de accionamiento presenta un transformador; un convertidor del lado de la red con semiconductores y un circuito intermedio; y un dispositivo de protección contra cortocircuitos; en donde el dispositivo de protección contra cortocircuitos un dispositivo de protección contra cortocircuitos, en donde el dispositivo de protección contra
35 cortocircuitos está dispuesto entre un lado secundario del transformador y el convertidor de potencia del lado de la línea; en donde mediante el dispositivo de protección contra cortocircuitos una corriente de cortocircuito que fluye a través de los semiconductores del convertidor del lado de la red se puede limitar.

El objeto también se resuelve mediante un vehículo ferroviario con un sistema de accionamiento del tipo mencionado, en donde el vehículo ferroviario está diseñado para funcionar en una catenaria con tensión alterna. Además, el objeto se resuelve mediante un procedimiento para la protección de un sistema de accionamiento de este tipo o mediante un vehículo ferroviario de este tipo que se caracteriza porque en caso de una falla, mediante el dispositivo de protección contra cortocircuitos se limita una corriente de cortocircuito a través de los semiconductores del convertidor del lado de red.

Otras configuraciones ventajosas de la presente invención se indican en las reivindicaciones relacionadas.

45 La presente invención se basa en el descubrimiento de que la eficiencia global de un vehículo ferroviario que está diseñado para funcionar en una catenaria con tensión alterna se puede mejorar reduciendo la inductancia de fuga del transformador. Esto reduce las pérdidas de cobre y aumenta la eficiencia. Esto conduce a un menor consumo de energía del vehículo ferroviario. Para proteger el sistema de accionamiento de daños o destrucción, incluso con baja inductancia de fuga se proporciona el dispositivo de protección contra cortocircuitos. Esto evita las corrientes de cortocircuito a través de los semiconductores del convertidor del lado de la red o las reduce a un nivel admisible.

El dispositivo de protección contra cortocircuitos ofrece así el grado de libertad para, a veces, incluso reducir significativamente la tensión de cortocircuito del transformador. En el diseño del sistema de accionamiento, esto se traduce en la tarea de tener que controlar corrientes de cortocircuito elevadas en el convertidor del lado de la red, el

transformador y otros componentes en la ruta de cortocircuito en caso de una falla (cortocircuito en el circuito intermedio). En particular, los semiconductores en el convertidor del lado de la línea representan una limitación crítica.

- 5 Para la realización de un sistema de accionamiento de bajas pérdidas, que está destinado a funcionar en una catenaria con tensión alterna, resulta ventajoso conseguir valores bajos de tensión de cortocircuito e inductancias de fuga para garantizar la protección contra sobrecargas debidas a corrientes de cortocircuitos a través del dispositivo de protección contra cortocircuitos.

Este dispositivo de protección contra cortocircuitos permite, por ejemplo, reducir la inductancia de fuga y, por lo tanto, la tensión de cortocircuito u_k del transformador a un valor en el rango de 10% a 30%.

- 10 En una realización ventajosa de la presente invención, los semiconductores del convertidor del lado de la línea presentan carburo de silicio o nitrito de galio. Debido a su alta frecuencia de conmutación admisible, estos semiconductores son especialmente adecuados para el convertidor del lado de la red, ya que se pueden utilizar para evitar fácilmente corrientes parásitas o solo se producen en rangos de frecuencia que no son críticos para el funcionamiento del vehículo ferroviario. Sin embargo, debido a que estos componentes sólo permiten una baja carga de cortocircuito debido al principio, el sistema de accionamiento con un dispositivo de protección contra cortocircuitos resulta particularmente adecuado para poder aprovechar las ventajas del comportamiento de la corriente de interferencia y la alta eficiencia al mismo tiempo.

- 15 Resulta característico que el dispositivo de protección contra cortocircuitos está dispuesto en paralelo al lado secundario del transformador y el convertidor del lado de la línea; en donde en caso de cortocircuito, las entradas del lado de la tensión alterna del convertidor del lado de red pueden ser cortocircuitadas por el dispositivo de protección contra cortocircuitos. Debido al cortocircuito de los terminales de entrada del lado de la tensión alterna del convertidor del lado de la red, el convertidor del lado de la red está libre de tensión y no se pueden conformar corrientes significativas en su interior. De esta manera se protege de forma fiable el convertidor del lado de la red y los semiconductores que contiene contra daños.

- 20 A continuación, la presente invención se explica en detalle mediante los ejemplos de ejecución representados en las figuras. Las figuras muestran:

Figura 1: un sistema de accionamiento conocido.

Figura 2 y figura 3: respectivamente un ejemplo de ejecución de un sistema de accionamiento con un dispositivo de protección contra cortocircuitos.

- 25 Figura 4: un interruptor de derivación.

Figura 5 y figura 6: opciones de control del sistema de accionamiento con dispositivo de protección contra cortocircuitos.

Figura 7: un vehículo ferroviario.

- 30 La figura 1 muestra un sistema de accionamiento 1 conocido con un transformador 3 y un convertidor 4 del lado de la red. El convertidor del lado de la red presenta semiconductores 41 con los cuales se puede regular la tensión en el condensador del circuito intermedio 42. El convertidor 4 del lado de la red está conectado al lado secundario 31 del transformador 3 con las entradas 43 del lado de la tensión alterna. El pantógrafo y la catenaria se muestran de forma simplificada en esta figura como fuente de tensión con la tensión de red UN. Un inversor controlado por impulsos, con el que se accionan los motores del vehículo ferroviario, suele estar conectado al circuito intermedio del convertidor 4 del lado de la red.

- 35 La figura 2 muestra un ejemplo de ejecución de un sistema de accionamiento 1 con un dispositivo de protección contra cortocircuitos 5 conforme a la invención. Para evitar repeticiones, se remite a la descripción de la figura 1 y a los símbolos de referencia indicados allí. En este ejemplo de ejecución están dispuestos en serie con el lado secundario 31 del transformador 3 dos dispositivos de protección contra cortocircuitos 5. El uso de solo un dispositivo de protección contra cortocircuitos 5 también puede reducir las corrientes de cortocircuito que ya se están produciendo. Al introducir una tensión inversa en la malla conformada por el lado secundario 31 del transformador 3, el convertidor del lado de la línea 4 y los dispositivos de protección contra cortocircuitos, la tensión en las entradas del lado de tensión alterna 43 del convertidor del lado de la línea puede ser reducido de tal manera que las corrientes de cortocircuito a través de los semiconductores 41 del convertidor 4 del lado de la red se reducen significativamente, o incluso llegan a cero.

El ejemplo de ejecución representado aquí reduce la corriente de cortocircuito conectando una contratensión en la ruta de cortocircuito. En este caso, la contratensión o tensión inversa puede ser generada por un condensador que se carga por la corriente de cortocircuito a un valor de tensión que asciende valores superiores a la tensión de red transformada. Otra forma de ejecución limita la corriente de cortocircuito utilizando un condensador y un elemento limitador de sobretensión (por ejemplo, un regulador de freno con resistencia). La combinación de condensador y elemento limitador de sobretensión ofrece la posibilidad de diseñar el condensador con una pequeña capacidad y conduce a una rápida acumulación de la tensión inversa. También se pueden utilizar varistores, varistores combinados con vías de chispas o con semiconductores en servicio de avalancha para limitar los excesos de tensión.

La figura 3 muestra un ejemplo de ejecución de un sistema de accionamiento 1 con un dispositivo de protección contra cortocircuitos 5. Para evitar repeticiones, se remite a la descripción de la figura 1 y la figura 2 y a los símbolos de referencia indicados allí. El cortocircuito de las entradas 43 del lado de la tensión alterna del convertidor 4 del lado de la red se realiza mediante un interruptor de derivación, derivación para abreviar. Así, el dispositivo de protección contra cortocircuitos 5 presenta este interruptor de derivación.

Este ejemplo de ejecución, que presenta el interruptor de derivación, conduce las corrientes de cortocircuito pasando por los componentes sensibles, como los semiconductores 41, y las dirige hacia componentes no críticos robustos. Todos los elementos de conmutación que pueden implementar una ruta paralela a los componentes sensibles en un tiempo suficientemente corto son adecuados como derivación. Como elementos de derivación son adecuados componentes semiconductores 52 dispuestos antiparalelos, como se muestra en la figura 5 (por ejemplo, tiristores) o elementos de conmutación mecánicos, como contactos de cortocircuito cortocircuitados con una carga explosiva.

En este caso, la activación se puede realizar de forma activa, como se muestra en la figura 6, mediante un dispositivo de control 51. El interruptor de derivación es activado por el controlador en función de las variables medidas que detectan un cortocircuito. Alternativa o adicionalmente, la activación también puede tener lugar pasivamente, directamente mediante la corriente de cortocircuito, como se muestra en la figura 6. La falla se detecta mediante un transformador de medida 53 y se activa la derivación, es decir, por ejemplo, se encienden los tiristores. Como alternativa al transformador de medida se puede utilizar cualquier acoplamiento inductivo y/o transformador. Aquí, dependiendo de los límites de carga de los componentes, puede resultar necesario asegurar la derivación hasta que desaparezcan los procesos de compensación en el circuito de potencia. En este caso, resulta ventajoso asegurar que los tiristores puedan activarse mediante un acumulador de energía. La energía se puede almacenar, por ejemplo, en el circuito de control mediante acumuladores de energía eléctrica (condensadores) o química (por ejemplo, baterías).

La figura 7 muestra un vehículo ferroviario 2. El vehículo ferroviario obtiene su energía eléctrica de una catenaria 7, que presenta una tensión alterna con respecto al potencial a tierra. La energía eléctrica se toma de la catenaria 7 a través de un pantógrafo 8 y se suministra al sistema de accionamiento 1. Este distribuye la energía a los motores que están dispuestos sobre las ruedas del vehículo ferroviario 2 y que accionan el vehículo ferroviario 2.

En resumen, la presente invención hace referencia a un sistema de accionamiento para un vehículo ferroviario que presenta un transformador; un convertidor del lado de la red con semiconductores y un circuito intermedio; y un dispositivo de protección contra cortocircuitos; en donde el dispositivo de protección contra cortocircuitos un dispositivo de protección contra cortocircuitos, en donde el dispositivo de protección contra cortocircuitos está dispuesto entre un lado secundario del transformador y el convertidor de potencia del lado de la línea; en donde mediante el dispositivo de protección contra cortocircuitos una corriente de cortocircuito que fluye a través de los semiconductores del convertidor del lado de la red se puede limitar. La presente invención también hace referencia a un vehículo ferroviario con un sistema de accionamiento del tipo mencionado, en donde el vehículo ferroviario está diseñado para funcionar en una catenaria con tensión alterna. La presente invención también hace referencia a un procedimiento para la protección de un sistema de accionamiento de este tipo; en donde en caso de una falla, mediante el dispositivo de protección contra cortocircuitos se limita una corriente de cortocircuito a través de los semiconductores del convertidor del lado de red.

Se obtiene tensión alterna. La presente invención también hace referencia a un procedimiento para la protección de un sistema de accionamiento de este tipo; en donde en caso de una falla, mediante el dispositivo de protección contra cortocircuitos se limita una corriente de cortocircuito a través de los semiconductores del convertidor del lado de red.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de accionamiento (1) para un vehículo ferroviario (2) que presenta:

- un transformador (3);

- un convertidor del lado de la red (4) con semiconductores (41) y un circuito intermedio; y

5 - un dispositivo de protección contra cortocircuitos (5), en donde el dispositivo de protección contra cortocircuitos (5) está dispuesto entre un lado secundario (31) del transformador (3) y el convertidor de potencia del lado de la línea (4), en donde mediante el dispositivo de protección contra cortocircuitos (5) una corriente de cortocircuito que fluye a través de los semiconductores (41) del convertidor del lado de la red (4) se puede limitar;

10 caracterizado porque

el dispositivo de protección contra cortocircuitos (5) está dispuesto en paralelo al lado secundario (31) del transformador (3) y el convertidor del lado de la línea (4); en donde en caso de cortocircuito, las entradas del lado de la tensión alterna (43) del convertidor del lado de red (4) pueden ser cortocircuitadas por el dispositivo de protección contra cortocircuitos (5).

15 2. Sistema de accionamiento (1) según la reivindicación 1, en donde los semiconductores (41) del convertidor del lado de la línea (4) presentan carburo de silicio o nitrito de galio.

3. Vehículo ferroviario (2) con un sistema de accionamiento (1) según una de las reivindicaciones 1 ó 2, en donde el vehículo ferroviario (2) está diseñado para funcionar en una catenaria (7) con tensión alterna.

20 4. Procedimiento para la protección de un sistema de accionamiento (1) según una de las reivindicaciones 1 ó 2 o de un vehículo ferroviario (2) según la reivindicación 3, caracterizado porque en caso de una falla, mediante el dispositivo de protección contra cortocircuitos (5) se limita una corriente de cortocircuito a través de los semiconductores (41) del convertidor del lado de red (4).

25 5. Procedimiento según la reivindicación 4, en donde mediante el dispositivo de protección contra cortocircuitos (5), las entradas del lado de la tensión alterna (43) del convertidor del lado de la red (4) se conectan entre sí con conductividad eléctrica.

FIG 1

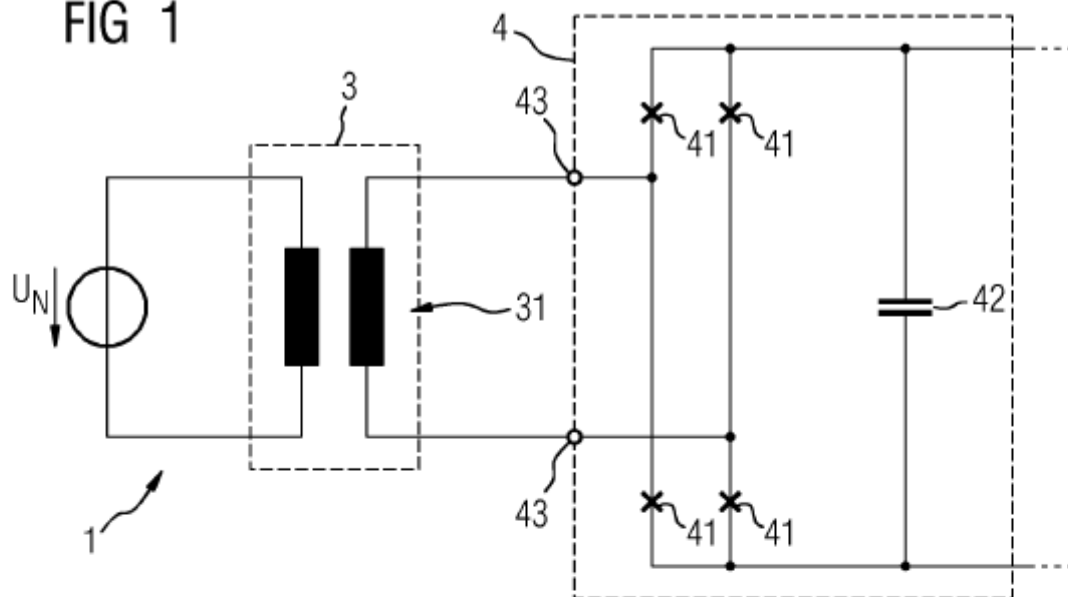


FIG 2

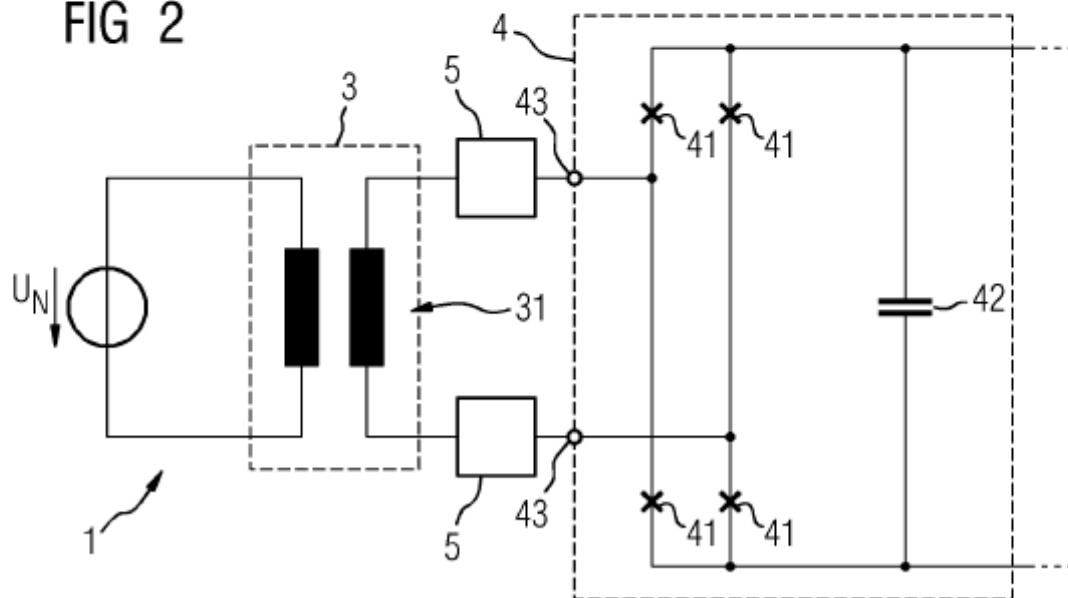


FIG 3

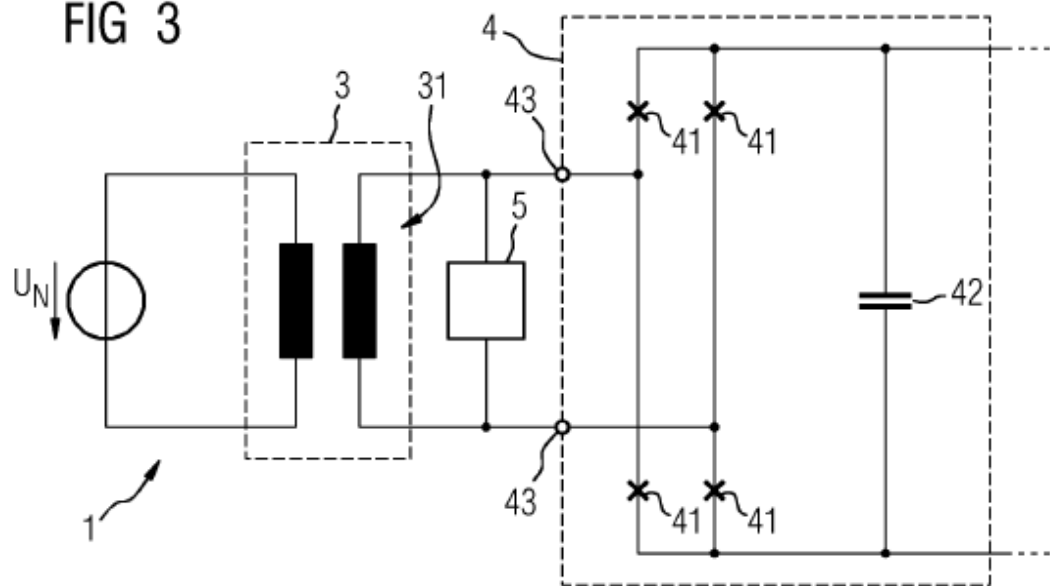


FIG 4

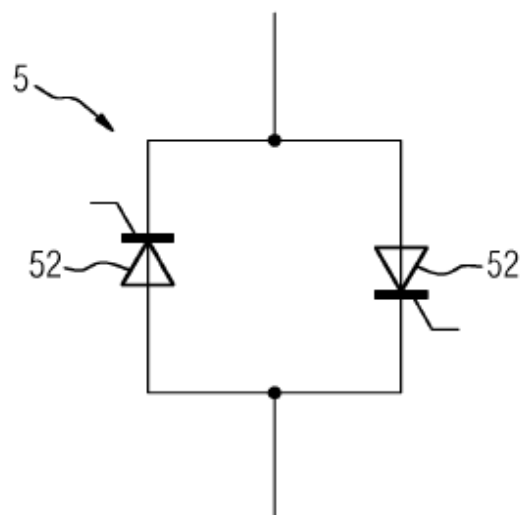


FIG 5

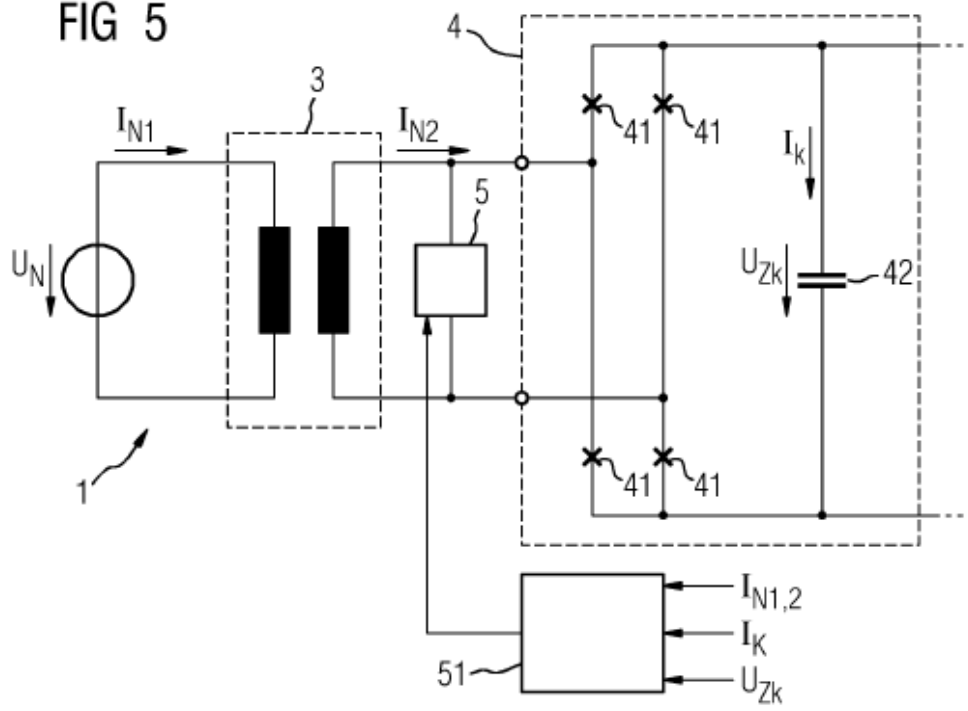


FIG 6

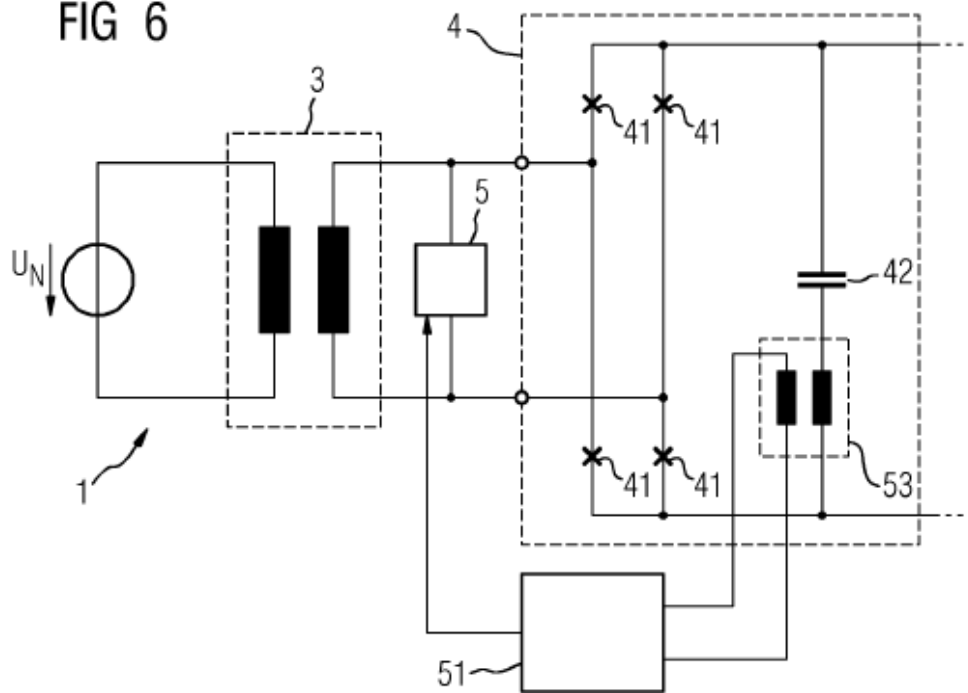


FIG 7

