

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 630 011**

51 Int. Cl.:

**H01H 33/66** (2006.01)

**G01R 31/327** (2006.01)

**B60L 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2009** **E 09167530 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017** **EP 2284855**

54 Título: **Procedimiento para comprobar el funcionamiento de un interruptor de vacío de un convertidor de corriente de tracción**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.08.2017**

73 Titular/es:  
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)**  
**Werner-von-Siemens-Straße 1**  
**80333 München, DE**

72 Inventor/es:  
**LANG, NORBERT**

74 Agente/Representante:  
**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 630 011 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento para comprobar el funcionamiento de un interruptor de vacío de un convertidor de corriente de tracción

5 La invención hace referencia a un procedimiento para comprobar el funcionamiento de un interruptor de vacío de un convertidor de corriente de tracción.

Un convertidor de corriente de tracción de este tipo se ha representado con más detalle en la fig. 1. Este convertidor de corriente de tracción presenta en el lado de la red un regulador de cuatro cuadrantes 2 y en el lado de la carga un convertidor de corriente 4 auto-guiado, que también recibe el nombre de convertidor de pulso de corriente, los cuales están conectados eléctricamente en paralelo en el lado de la tensión continua mediante un condensador de circuito intermedio  $C_{ZK}$ . A las salidas del convertidor de pulso de corriente 4 está conectado un motor de corriente alterna 6. El regulador de cuatro cuadrantes 2 puede unirse de forma eléctricamente conductora en el lado de la tensión alterna, mediante un devanado secundario 8 de un transformador de tracción 10 y de un interruptor de vacío 12, a un cable conductor 14. Respectivamente una conexión del devanado secundario 8 del transformador de tracción 10 está unida de forma eléctricamente conductora a una conexión de tensión alterna 16 ó 18 del regulador de cuadro cuadrantes 2. Mediante este regulador de cuadro cuadrantes 2 se convierte una tensión alterna de red monofásica  $U_N$  en una tensión continua de circuito intermedio predeterminada  $U_{ZK}$ , a partir de la cual se genera después un sistema de tensión adaptado a las necesidades del motor de corriente giratoria 6, por ejemplo un sistema de tensión alterna de amplitud y frecuencia variables.

En esta forma de realización conocida del convertidor de corriente de tracción se utilizan como válvulas de convertidor de corriente T1 a T6 del convertidor de corriente 4 y como convertidores de corriente T7 a T10 del regulador de cuadro cuadrantes 2 unos conmutadores semiconductores de potencia respectivamente desconectables, en particular transistores bipolares de puerta aislada (del inglés Insulated-Gate-Bipolar-Transistor (IGBT)). A cada conmutador semiconductor de potencia desconectable T1 a T6 o T7 a T10 está conectado eléctricamente en paralelo un diodo de potencia D1 a D6 o D7 a D10.

25 La dirección de flujo de potencia relevante para el diseño de los convertidores va desde la red de alimentación a través del cable conductor y del transformador de tracción 10, del regulador de cuadro cuadrantes 2 y del convertidor de corriente 4 auto-guiado, hasta el motor de corriente alterna 6. Para controlar las válvulas de convertidor de corriente T7 a T10 del regulador de cuadro cuadrantes 2 está prevista una instalación de regulación 20, a la que se alimenta la tensión alterna de red monofásica  $U_N$ . Como instalación de regulación 20 puede estar previsto por ejemplo un micro-controlador, que esté alojado en el dispositivo de control y regulación del convertidor de corriente de tracción.

Un convertidor de corriente de tracción representado en la fig. 1 se conoce de la publicación con el título "Comparación de convertidores de tracción multi-sistema para locomotoras de alta potencia" (del inglés "Comparison of Multi-System Traction Converters for High-Power Locomotives", conferencia PESC del 21.06 de 2004 al 23.06.2004 en Aquisgrán, en particular de la figura 10 de esta publicación. Si en el lado de la red se da importancia a un pequeño contenido de armónicos de la corriente de red, se prevén en el lado de la red dos reguladores de cuadro cuadrantes, que están conectados en paralelo en el lado de la red respectivamente a través de un devanado secundario de transformador y trabajan en un circuito intermedio de tensión continua común. El control de estos dos reguladores de cuadro cuadrantes se realiza mediante una sincronización desplazada en fase de los dos reguladores de cuadro cuadrantes. De este modo se consigue que las oscilaciones armónicas de las corrientes de red en el lado secundario estén desplazadas eléctricamente  $180^\circ$  entre ellas y, de este modo, se compensen ampliamente en el lado primario del transformador de tracción mediante formación de sumas. Un convertidor de corriente de tracción de este tipo se conoce también de la publicación antes citada, en particular de la figura 8 o de la figura 12 de esta publicación.

45 El interruptor de vacío 12 es un interruptor de potencia 12, que está diseñado para corrientes elevadas. El mismo no sólo puede conectar corrientes de funcionamiento, sino también en el caso de fallos mantener y desconectar durante un tiempo prefijado una elevadas corrientes de sobrecarga y corrientes de cortocircuito. En el caso del interruptor de vacío sus contactos se encuentran al vacío para evitar un arco eléctrico. Estos interruptores de vacío se emplean predominantemente solo en instalaciones de tensión medida con tensiones de hasta aprox. 40 kV y son apropiados para frecuencias de conexión muy altas con la máxima libertad de mantenimiento. Este interruptor de vacío puede perder su capacidad de funcionamiento a causa de una pérdida espontánea o gradual del vacío. Como consecuencia de un interruptor de vacío sin funcionamiento de este tipo puede verse afectado en caso de fallo todo el convertidor de corriente de tracción.

55 Para poder comprobar la capacidad de funcionamiento de un interruptor de vacío de este tipo, se utiliza de forma conocida un aparato de prueba. El interruptor de vacío del convertidor de corriente de tracción debe separarse para ello del equipamiento de alta tensión y conectarse el aparato de prueba. Los aparatos de prueba conocidos trabajan con una tensión de prueba de varios kilovoltios y deben estar equipados con un transformador de alta tensión y un

aislamiento diseñado de forma correspondiente. El modo de trabajo de la instalación de prueba conocida prevé que la cámara de vacío se ensaye con una tensión de prueba, que está diseñada entre la tensión de descarga disruptiva con vacío completo y la tensión de descarga disruptiva del aire a presión atmosférica. Esta tensión de prueba se aplica a los contactos de conmutación abiertos y se determina la tensión de descarga disruptiva interna. De este modo se establece si la cámara de vacío ensayada posee todavía un vacío suficiente.

Esta comprobación del interruptor de vacío significa complicación y periodos de parada del accionamiento de tracción. Si no se realiza la comprobación, una avería del interruptor de vacío puede llevar consigo unos importantes daños resultantes. Debido a que para la prueba de funcionamiento del interruptor de vacío es necesario usar un aparato de prueba, esta prueba de funcionamiento sólo puede llevarse a cabo en un depósito de ferrocarriles o autopista.

Como estado de la técnica se conocen los documentos JP408308252 y GB2203559.

A continuación el objeto de la invención consiste en exponer un procedimiento para comprobar el funcionamiento del interruptor de vacío de un convertidor de corriente de tracción, con el que pueda prescindirse de la utilización de un aparato de prueba.

Este objeto es resuelto conforme a la invención con los pasos de procedimiento según la reivindicación 1.

El procedimiento conforme a la invención consiste en que, con el interruptor de vacío abierto, el regulador de cuatro cuadrantes se active de tal manera, que el mismo como tensión de regulador genere un pulso de tensión cuya posición en el tiempo con relación a la tensión alterna de red circulante se ajuste de tal manera, que en el regulador de cuatro cuadrantes caiga una tensión de prueba predeterminada. Si no existe la capacidad de aislamiento del interruptor de vacío, fluye una corriente desde la red de alimentación al regulador de cuatro cuadrantes, que es detectada por un detector de valor de medición del regulador de cuatro cuadrantes. Si el interruptor de vacío es apto para funcionar, no puede determinarse ningún flujo de corriente. Para generar un pulso de tensión de este tipo se utiliza el condensador de circuito intermedio del circuito intermedio de tensión del convertidor de corriente de tracción.

La ventaja del procedimiento conforme a la invención para comprobar el funcionamiento de un interruptor de vacío de un convertidor de corriente de tracción consiste en que no es necesario utilizar ningún aparato de prueba. Es decir, mediante las partes de conmutación existentes de un convertidor de corriente de tracción puede realizarse la prueba de funcionamiento. Otra ventaja consiste en que el interruptor de vacío ya no tiene que separarse del equipamiento de alta tensión. De este modo está prueba de funcionamiento del interruptor de vacío de un convertidor de corriente de tracción puede llevarse a cabo en cualquier lugar y momento. La prueba de funcionamiento puede desarrollarse automáticamente. A causa de la reducida complejidad de la prueba de funcionamiento del interruptor de vacío de un convertidor de corriente de tracción se simplifica y mejora considerablemente la manifestación de fallos.

Para una explicación más detallada de la invención se hace referencia al dibujo, con el que se explica con más detalle el modo de funcionamiento del procedimiento conforme a la invención.

la fig. 1 muestra una forma de realización conocida de un convertidor de corriente de tracción, en donde en

la fig. 2 se ha representado un esquema de conexión equivalente monofásico correspondiente para tensiones y corrientes en el lado de la red.

Este esquema de conexiones equivalente monofásico presenta una fuente de tensión 22 y una fuente de tensión 24, que están conectadas eléctricamente en paralelo. La fuente de tensión 22 sustituye a la red de alimentación, en donde la fuente de tensión 24 representa de forma sustitutoria el regulador de cuatro cuadrantes 2 con condensador de circuito intermedio  $C_{ZK}$  en el lado de la tensión continua. Del transformador de tracción 10 aparece en el esquema de conexiones equivalente solamente su inductividad parásita 26. El interruptor de vacío 12 abierto se representa en el esquema de conexiones equivalente 28 como línea inalámbrica. Durante el funcionamiento del convertidor de corriente de tracción el interruptor de vacío 12 está cerrado, de tal manera que las dos fuentes de tensión 22 y 24 están conectadas eléctricamente en paralelo mediante la inductividad parásita del transformador de tracción 10. Conforme a este esquema de conexiones equivalente, en funcionamiento normal la tensión alterna de red  $\underline{u}_N$  y la tensión de entrada de regulador  $\underline{u}_{St}$  están desplazadas mutuamente en fase en un ángulo. Conforme aumenta la frecuencia de reloj puede reducirse la inductividad. De este modo también se reduce el ángulo entre la tensión alterna de red  $\underline{u}_N$  y la tensión de entrada de regulador  $\underline{u}_{St}$ . Un diagrama indicador correspondiente está representado en la publicación con el título "regulador de cuatro cuadrantes – una alimentación que favorece la red para vehículos tractores con accionamiento de corriente alterna", edición especial de la revista alemana "Ferrocarriles eléctricos", año 45, cuaderno 6, 1974, en particular en la figura 10 de esta edición especial.

- 5 En el procedimiento conforme a la invención para comprobar el funcionamiento del interruptor de vacío 12 de un convertidor de corriente de tracción, los dos contactos del interruptor de vacío 12 se encuentran en el estado de apertura. Es decir, estos dos contactos están dispuestos, distanciados uno del otro, en la cámara de vacío del interruptor de vacío 12. Por este motivo este interruptor de vacío 12 se representa en el esquema de conexiones equivalente conforme a la fig. 2 como línea inalámbrica 28. La tensión de prueba para el interruptor de vacío 12 se corresponde con la tensión diferencial  $\Delta u$  entre la tensión alterna de red  $u_N$  y la tensión de entrada de regulador  $u_{St}$ . Para poder comprobar la capacidad de funcionamiento del interruptor de vacío 12, esta tensión diferencial  $\Delta u$  tiene que alcanzar un valor predeterminado de una tensión de descarga disruptiva. La amplitud de la tensión diferencial  $\Delta u$  puede ajustarse mediante la posición en el tiempo de la tensión de entrada de regulador  $u_{St}$  con relación a la tensión alterna de red  $u_N$ . Es decir, el ángulo entre la tensión alterna de red  $u_N$  y la tensión de entrada de regulador  $u_{St}$  tiene que alcanzar un valor predeterminado. Si la tensión alterna de red  $u_N$  está situada de tal modo en el tiempo con relación a la tensión de entrada de regulador  $u_{St}$ , que la tensión diferencial  $\Delta u$  alcanza la amplitud de una tensión de prueba predeterminada, el regulador de cuatro cuadrantes 2 se activa de tal manera que como tensión de entrada de regulador  $u_{St}$  se aplica un pulso de tensión. Este pulso de tensión está medido en el tiempo de tal manera, que el transformador de tracción 10 no se satura. Después de esto se comprueba si fluye una corriente desde la red de alimentación procedente del regulador de cuatro cuadrantes 2. Esta comprobación se realiza con la detección de valor de medición del regulador de cuatro cuadrantes 2. Si no puede establecerse una corriente circulatoria, el interruptor de vacío 12 ha superado su prueba de funcionamiento. Sin embargo, si se puede detectar una corriente circulatoria, el interruptor de vacío es defectuoso y debe sustituirse.
- 10
- 15
- 20 Con este procedimiento conforme a la invención puede comprobarse en cualquier momento y lugar la capacidad de funcionamiento de los interruptores de vacío de un convertidor de corriente de tracción, sin que para ello se necesite ya un aparato de prueba.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para comprobar el funcionamiento de un interruptor de vacío (12) de un convertidor de corriente de tracción con al menos un regulador de cuatro cuadrantes (2) en el lado de red y un convertidor de pulso de corriente (4), los cuales están conectados eléctricamente en paralelo en el lado de la tensión continua mediante un condensador de circuito intermedio ( $C_{ZK}$ ), y con un transformador de tracción (10) con al menos un devanado secundario (8), cuyas conexiones están conectadas a unas conexiones (16, 18) del regulador de cuatro cuadrantes (2) en el lado de la tensión alterna y cuyo devanado primario puede unirse con una conexión, mediante el interruptor de vacío (12), a una tensión alterna de red ( $\underline{u}_N$ ), en donde el regulador de cuadro cuadrantes (2) con el interruptor de vacío (12) abierto se activa exactamente cuando la tensión alterna de red ( $\underline{u}_N$ ) establecida está situada de tal modo
- 10 en el tiempo con relación a la tensión de entrada de regulador ( $\underline{u}_{St}$ ), que una tensión diferencial ( $\Delta u$ ) establecida entre la tensión alterna de red ( $\underline{u}_N$ ) y la tensión de entrada de regulador ( $\underline{u}_{St}$ ) alcanza en cuanto a amplitud un valor predeterminado de una tensión de descarga disruptiva, en donde a continuación se comprueba si fluye una corriente desde la red de alimentación hasta el regulador de cuatro cuadrantes (2).
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la tensión de entrada de regulador ( $\underline{u}_{St}$ ) generada es un pulso de tensión.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la tensión de entrada de regulador ( $\underline{u}_{St}$ ) generada puede ajustarse libremente.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque la posición en el tiempo de la tensión de entrada de regulador ( $\underline{u}_{St}$ ) puede ajustarse con relación a la tensión alterna de red ( $\underline{u}_N$ ).

FIG 1

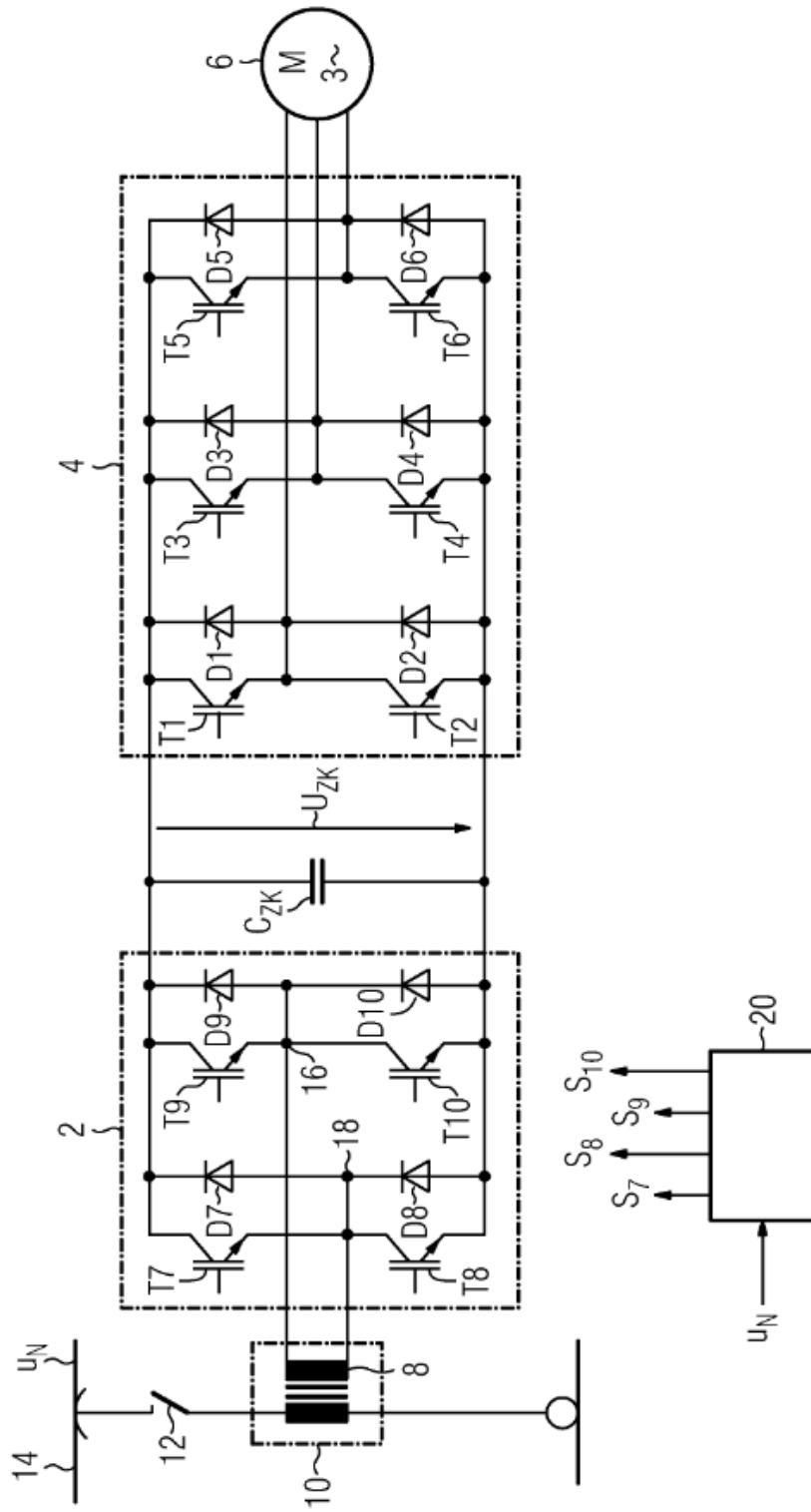


FIG 2

