

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 807 266**

51 Int. Cl.:

B60M 5/00 (2006.01)

B61L 23/00 (2006.01)

B61L 27/00 (2006.01)

G01R 31/00 (2006.01)

G01R 31/50 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2019** **E 19000041 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020** **EP 3524467**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la vigilancia de líneas y conexiones eléctricas en subestaciones de rectificación y en los tramos de línea correspondientes de ferrocarriles eléctricos**

30 Prioridad:

07.02.2018 DE 102018001112

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

22.02.2021

73 Titular/es:

**ELPRO GMBH (100.0%)
Marzahner Strasse 34
13053 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**GLUGLA, MARTIN y
KAHNT, ULRICH**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 807 266 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 y dispositivo para la vigilancia de líneas y conexiones eléctricas en subestaciones de rectificación y en los tramos de línea correspondientes de ferrocarriles eléctricos

5 En ferrocarriles de funcionamiento eléctrico, la corriente debe conducirse de retorno a la fuente a través de un conductor de retorno. Esto se realiza a través de los carriles de rodadura y, dado el caso, de cables de retorno especiales. Durante ello, entre los carriles de rodadura y la tierra se produce una diferencia de potencial que puede alcanzar valores inadmisiblemente altos. Esta tensión puede pasar en su totalidad o en parte a personas. Para la
10 protección contra esta diferencia de potencial inadmisiblemente alta, se aplica la puesta a tierra ferroviaria. La puesta a tierra ferroviaria es una medida de puesta a tierra que se aplica en el ámbito de ferrocarriles de funcionamiento eléctrico. La base de la puesta a tierra ferroviaria es la tierra ferroviaria que se compone de los carriles de rodadura, que sirven de conductor de corriente de tracción, y todas las líneas, los vehículos y las piezas de la instalación unidos a ellos. El elemento principal lo constituyen los carriles.

15 La puesta a tierra de edificios se aplica como puesta a tierra en edificios para subestaciones, túneles u otro tipo de obras de arte. Aquí, todas las piezas metálicas electroconductoras como por ejemplo armaduras, construcciones metálicas de túneles o muros de contención y otros edificios en la zona del trazado ferroviario se interconectan de forma electroconductora. Esta puesta a tierra de edificios forma un sistema separado galvánicamente de la tierra
20 ferroviaria y de la tierra de la red pública. En caso de producirse una diferencia de potencial inadmisiblemente alta, se produce la conexión temporal de los sistemas de puesta a tierra por dispositivos de protección contra descargas disruptivas de tensión o seccionadores rápidos de puesta a tierra automáticos, que en caso de necesidad interconectan de forma electroconductora la tierra del edificio con la tierra ferroviaria temporalmente durante la duración del peligro.

25 En ferrocarriles de corriente continua pueden producirse corrientes vagabundas en el subsuelo. A causa de ello quedan destruidos por corrosión tuberías u otros componentes metálicos colocados en el subsuelo. Además, existe el peligro de una sobrecarga térmica de los cables.

30 Para evitar la fuga del potencial ferroviario, existen diferentes propuestas de solución.

Una solución de este problema se describe en el documento DE10236943A1. Se refiere a un procedimiento para la detección de peligros por corrientes vagabundas que en una línea ferroviaria con suministro de corriente continua llegan a la tierra desde el carril de rodadura que conduce de retorno la corriente de tracción. Según una primera
35 forma de realización en la que se mide la tensión entre el carril de rodadura y la tierra y en caso de una desviación de un valor de referencia de tensión se indica un peligro más elevado por corrientes vagabundas, está previsto que la tensión se mide en varios puntos de medición a lo largo de la línea ferroviaria y que los valores de medición son evaluados en una central de evaluación. Según una segunda forma de realización está previsto que mediante la activación de un seccionador rápido de puesta a tierra se conecta una ruta paralela al carril de rodadura para la
40 conducción de retorno de la corriente de tracción. La intensidad de corriente en la ruta paralela se mide entonces y en caso de diferir de un valor de referencia de intensidad de corriente se indica un peligro más elevado por corrientes vagabundas. Especialmente la evaluación conjunta de varios valores de medición determinados a lo largo de la línea ferroviaria es importante para el procedimiento.

45 En el documento DE4332888A1 se describe un procedimiento para la determinación y el aviso del estado eléctrico de dispositivos de protección contra cargas disruptivas de tensión así como una disposición para la realización del procedimiento. En ferrocarriles de corriente continua, habitualmente se utilizan los carriles de rodadura para la conducción de la corriente. Para reducir el peligro de corrosión por corrientes vagabundas, las instalaciones de vía no deben unirse de forma conductora con instalaciones, componentes o edificios con efecto de tierra. Por lo tanto, el
50 potencial de carriles de la instalación de vía, designado como tierra ferroviaria, se hace funcionar de forma aislada del potencial de tierra general, la llamada tierra de agua. Por lo tanto, pueden aparecer considerables diferencias de potencial entre la tierra ferroviaria y la tierra de agua. Si estas diferencias de potencial exceden de un valor determinado, se convierten en un peligro para las personas, especialmente en puntos donde por la proximidad física de las piezas que llevan potencial existe la posibilidad de puente por el cuerpo. Esto se refiere especialmente a
55 puntos donde por ejemplo piezas de puente o carriles en un ferrocarril de corriente alterna se encuentren cerca de las vías de un ferrocarril de corriente continua. En estos puntos, por razones de la protección contra corrientes corporales peligrosas, durante la duración del peligro se ha de establecer una unión al menos temporalmente conductora entre la tierra ferroviaria y la tierra de agua. Habitualmente, entre este tipo de piezas que llevan potenciales distintos se emplean dispositivos de protección contra cargas disruptivas de tensión. En caso de un
60 exceso de una diferencia de potencial predefinida entre los sistemas de puesta a tierra, que pueda causar una corriente corporal peligrosa, responden los dispositivos de protección contra descargas disruptivas de tensión y establecen una unión metálica electroconductora entre el carril de rodadura del ferrocarril de corriente continua (tierra ferroviaria) y el carril de rodadura de un ferrocarril de corriente alterna o de piezas de un puente (tierra de agua). Este estado que a su vez favorece considerablemente el peligro de corrosión por corrientes vagabundas debe
65 mantenerse solo temporalmente según las normativas vigentes. Para ello, en los dispositivos de protección contra descargas disruptivas de tensión existentes, dispuestos a lo largo de la línea de un ferrocarril de corriente continua,

se detecta la diferencia de potencial entre el potencial de carril (tierra ferroviaria) y el potencial de tierra (tierra de agua), y este estado se transmitirá en intervalos de tiempo definidos, con la dirección correspondiente y de manera adecuada, a una central donde se produce una evaluación de los estados de los distintos dispositivos de protección contra descargas disruptivas de tensión y se pueden iniciar inmediatamente medidas adecuadas para la eliminación de errores conocidos.

En el documento DE102013221138A1 se presenta un procedimiento para la vigilancia de un cable de retorno. Para un funcionamiento ferroviario seguro con vehículos ferroviarios de funcionamiento eléctrico es imprescindible la colocación de cables de retorno paralelamente a los carriles de la vía ferroviaria. En el procedimiento para la vigilancia de un cable de retorno de una vía ferroviaria, especialmente para la detección de una interrupción del cable de retorno como consecuencia de una rotura de cable o de un robo de cable, se detectan las corrientes de retorno de la corriente de tracción que fluyen en los carriles de la vía ferroviaria y en el cable de retorno, y la suma de las corrientes de retorno en los carriles se compara con la corriente de retorno en el cable de retorno. En caso de una desviación, superior a un valor umbral predefinido, de la suma de las corrientes de retorno en los carriles con respecto a la corriente de retorno en el cable de retorno se dispara una señal.

Dado que, por lo tanto, en los cables de retorno resulta por cada metro corriente una masa o un peso de cuatro a cinco kilogramos de cobre de alto valor, especialmente los cables de retorno en instalaciones ferroviarias son un objeto codiciado de robos de cables. Sin embargo, estos robos suponen no solo una pérdida de cobre de alto valor, sino que conducen especialmente a interrupciones en el funcionamiento ferroviario y a trabajos de reparación costosos, de manera que los robos de cable causan daños que ascienden a un múltiplo del valor de material del cobre de los cables de retorno.

El documento DD278994A1 describe una vigilancia de cables de retorno para ferrocarriles de corriente continua. Incluye la vigilancia de cables de retorno en subestructuras de ferrocarriles de corriente continua. La invención tiene el objetivo de desarrollar una vigilancia de cables de retorno en subestaciones de rectificación, que proporcione un criterio de disparo notablemente más preciso en comparación con las soluciones conocidas hasta ahora mediante la detección y el procesamiento de magnitudes de medición con valor informativo. Según la invención, esto se consigue de tal forma que se detecta una corriente de retorno total directamente entre el borne de conductor de retorno de la subestación de rectificación y la barra colectora de conductor de retorno, y se compara con una corriente secundaria débil en comparación con la corriente de retorno total y procedente de una rama auxiliar con una resistencia entre el borne de tierra de estación y el borne de conductor de retorno de la subestación de rectificación, y el valor de comparación se suministra de manera conocida a un conmutador de valor umbral que realiza el disparo.

En el documento DE19753048A1 se describen un procedimiento y un dispositivo para la vigilancia de contacto por medio de la detección de potencial. El procedimiento se caracteriza por que se determina durante un período de tiempo determinado el curso de potencial de equipos conductores en el estado unido eléctricamente y se transforma en un valor característico y se compara con un valor característico determinado de la misma manera en el estado abierto. El curso de potencial se diferencia de manera sustancial para los casos unido y no unido. El curso de potencial para uno de los dos casos, generalmente el de los equipos unidos, se detecta durante un período de tiempo definido, se almacena y a través de un algoritmo matemático se transforma en una magnitud característica significativa. Después de este período de tiempo, se establece respectivamente el otro caso (estado normal) y la magnitud característica se compara de forma continua con la del caso almacenado. En caso de aparecer el valor característico similar al estado cerrado, se pone a disposición una señal eléctrica adecuada para el siguiente procesamiento. De esta manera, se produce una vigilancia de estado de equipos conductores y de contactos o fusibles situados entre equipos conductores discrecionales.

Todos los procedimientos y/o dispositivos conocidos tienen la desventaja de que ninguna de las soluciones conocidas garantiza una operación segura ni una alta seguridad de las personas situadas en la zona de los ferrocarriles de corriente continua.

El objetivo de la invención consiste en proporcionar un procedimiento y un dispositivo con los que se produzca la vigilancia de líneas y conexiones eléctricas para verificar la seguridad operacional y personal en subestaciones de rectificación y en los tramos de línea correspondientes de ferrocarriles eléctricos en los que se comprueban el sistema de conducción de retorno y el sistema de puesta a tierra.

El procedimiento según la invención para la vigilancia de líneas y conexiones eléctricas en subestaciones de rectificación y en los tramos de línea correspondientes de ferrocarriles eléctricos se caracteriza por las características de la reivindicación 1. Para verificar la seguridad operacional y personal del circuito de corriente eléctrica de un tramo de línea de ferrocarriles de corriente continua así como de las conexiones de cables en una subestación de rectificación y en los tramos de línea correspondientes, después de la creación o la revisión de la subestación de rectificación o de los tramos de línea correspondientes, en puntos de medición definidos se alimenta un impulso eléctrico definido al circuito de corriente que ha de ser vigilado. Durante ello, los respectivos cursos de curva de corriente y de tensión se registran y se almacenan como valores de referencia. Estas curvas son características de la impedancia total del circuito de corriente exterior que ha de ser vigilado, en un momento en el

que la instalación se encuentra en un estado impecable. Esto se realiza por ejemplo directamente después de la creación o de una revisión. En intervalos de tiempo periódicos o en caso de sospecha de una avería se realiza una medición de comparación. Para ello, un impulso eléctrico definido idéntico se alimenta a los dos puntos de medición definidos del circuito de corriente que ha de ser vigilado e igualmente se registran los respectivos cursos de curva de corriente y de tensión. Los cursos de curva medidos ahora se comparan con los valores de referencia registrados. En caso de la coincidencia de los cursos de curva o en caso de diferencias que se encuentren dentro de límites de tolerancia fijados, la impedancia total del circuito de corriente exterior que ha de ser vigilado apenas difiere de la impedancia total en el momento de la medición de referencia. Esto significa que las piezas eléctricas de la instalación y sus conexiones en el circuito de corriente que ha de ser vigilado están correctas. Si los cursos de curva difieren demasiado de los valores de referencia y se encuentran fuera de los límites de tolerancia fijados, hay que partir de una avería en el circuito de corriente que ha de ser vigilado, cuya causa deberá ser determinada de manera selectiva.

Los puntos de medición definidos pueden ser, por ejemplo dentro de la subestación de rectificación, por una parte el cable de conexión de conductor de retorno, designado también como tierra ferroviaria, y por otra parte, la tierra de edificio, también designada como tierra de agua, de la subestación de rectificación.

Otras formas de realización ventajosas del procedimiento según la invención figuran en las reivindicaciones dependientes 2 a 5.

El dispositivo según la invención para la realización del procedimiento para la vigilancia de líneas y conexiones eléctricas se caracteriza por las características de la reivindicación 6. El dispositivo según la invención se compone de una fuente de tensión, un conmutador, un aparato de medición de tensión, un aparato de medición de corriente así como un equipo de medición y control. El dispositivo está conectado a los dos puntos de medición definidos en la subestación de rectificación y está dispuesto paralelamente al circuito de corriente exterior que ha de ser vigilado. El dispositivo está concebido para alimentar el impulso eléctrico definido del almacén de energía al circuito de corriente que ha de ser vigilado y medir la corriente y la tensión por medio del aparato de medición de corriente y del aparato de medición de tensión y determinar y almacenar los cursos de curva de corriente y de tensión como valores de referencia por medio del equipo de medición y de control. Además, está concebido para comparar los cursos de curva de corriente y de tensión en mediciones de comparación con bandas de tolerancia fijadas de la corriente y de la tensión.

El dispositivo según la invención se usa para la vigilancia de un circuito de corriente que está formado por la tierra de edificio de la subestación de rectificación, el subsuelo, la resistencia de balastado del balasto de vía, las vías así como el sistema de conducción de retorno y que presenta una impedancia total definida. El dispositivo se dispone paralelamente al circuito de corriente que ha de ser vigilado y el primer punto de medición se une directamente a la tierra de edificio de la subestación de rectificación y, a través del subsuelo y la resistencia de balastado del balasto de vía así como de las vías y el cable de conexión de conductor de retorno, el circuito de corriente se cierra a través del segundo punto de medición.

Otro uso del dispositivo consiste en que el dispositivo está combinado directamente a un seccionador rápido de puesta a tierra, de tal forma que el seccionador rápido de puesta a tierra igualmente está dispuesto paralelamente al dispositivo así como al circuito de corriente que ha de ser vigilado y está unido a ambos puntos de medición.

Las ventajas del procedimiento según la invención consisten especialmente en que con medios sencillos se pueden garantizar al mismo tiempo un funcionamiento seguro y una alta seguridad de las personas que se encuentren en la zona de los ferrocarriles de corriente continua. También se pueden sacar conclusiones sobre la falta de cables o conexiones de cables, por ejemplo por robo o desgaste. Con el procedimiento y el dispositivo presentados se pueden comprobar y vigilar los circuitos de corriente más diversos. Puesto que con este procedimiento se detectan cursos de curva de corriente y de tensión que dependen de la impedancia total del circuito de corriente que ha de ser comprobado, cualquier cambio significativo de la impedancia total se traducirá en un cambio significativo de los cursos de curva de corriente y de tensión. Por el hecho de que las curvas de corriente y de tensión medidas respectivamente se comparan con los valores de referencia registrados, en caso de diferencias significativas entre los valores de medición y los valores de referencia se puede concluir que existe un error en el circuito de corriente que ha de ser vigilado.

El procedimiento según la invención para la vigilancia de líneas y conexiones eléctricas en subestaciones de rectificación y en los tramos de línea correspondientes de ferrocarriles eléctricos se explica en detalle a continuación con la ayuda de un ejemplo de realización. En el ejemplo elegido, se vigila o se comprueba el circuito de corriente en un tramo de línea de un ferrocarril de corriente continua partiendo de la subestación de rectificación, pasando por el carril de contacto, la línea de retorno y el subsuelo, de retorno a la subestación de rectificación.

En la figura 1 están representadas las curvas de la corriente I y de la tensión U que resultan por el disparo de un impulso eléctrico definido desde una fuente de energía 1, a causa de la impedancia total Z que actúa en el circuito de corriente exterior. El impulso disparado presenta una tensión U así como una corriente I y tiene una duración de impulso D de algunos milisegundos. La detección de valores de medición en el aparato de control se produce en un

ciclo de reloj de aprox. 50 microsegundos.

Las curvas de la corriente I y de la tensión U generadas por el impulso son determinadas por el aparato de medición de corriente 5 así como por el aparato de medición de tensión 4 y evaluadas y almacenadas por el equipo de medición y de control 3. Las curvas de referencia de la corriente I_1 y de la tensión U_1 y han sido registradas por el equipo de medición y de control 3 en un momento en el que todas las piezas de la instalación del circuito de corriente exterior con la impedancia total Z se encontraban en un estado impecable. Puesto que la impedancia total Z que depende también de la resistencia de balastado RB y por tanto a su vez de condiciones meteorológicas puede cambiar incluso sin que exista una avería, se fija una banda de tolerancia para el curso de corriente y de tensión. La banda de tolerancia para el curso de corriente está delimitada por las dos curvas $I_{1,1}$ y $I_{1,2}$. Las curvas $U_{1,1}$ y $U_{1,2}$ delimitan a su vez la banda de tolerancia para el curso de tensión.

En la figura 1 están representadas además las curvas actuales de la corriente I y de la tensión U que han sido determinadas por el aparato de medición de corriente 5 y por el aparato de medición de tensión 4 y registradas por el equipo de medición y de control 3 en un momento posterior en una medición de comparación realizada. El curso de la curva para el curso de corriente I_2 que aquí resulta claramente más plano indica que la impedancia total Z en el circuito de corriente exterior que ha de ser vigilado es ahora mayor que en el momento de la medición de referencia. El impulso de corriente medido ahora es menor que en la medición de referencia y por la corriente I_2 más reducida, la tensión U_2 del almacén de energía 1 se degradará a lo largo de un período de tiempo más largo. Los cursos de corriente y de tensión I_2 , U_2 medidos ahora se encuentran fuera de las bandas de tolerancia fijadas para la corriente $I_{1,1}$ y $I_{1,2}$ y la tensión $U_{1,1}$ y $U_{1,2}$ y llevan a la conclusión de que las piezas y conexiones de la instalación no corresponden a los valores proyectados y de que deben determinarse los puntos de error.

En la figura 2 está representado esquemáticamente un dispositivo E. El dispositivo E se conecta a los dos puntos de medición A y B del circuito de corriente exterior que ha de ser vigilado, para detectar los parámetros eléctricos que corresponden a la impedancia total Z . En el ejemplo elegido, el circuito de corriente SK exterior que ha de ser vigilado está formado por la tierra de edificio BWE de la subestación de rectificación, el subsuelo ER, la resistencia de balastado del balasto de vía RB, las vías G así como el sistema de conducción de retorno. El dispositivo E está dispuesto paralelamente al circuito de corriente SK exterior que ha de ser vigilado y está formado por una fuente de tensión que en el ejemplo elegido se compone de un almacén de energía 1, un conmutador 2, un equipo de medición y de control 3 así como un aparato de medición de tensión 4 y un aparato de medición de corriente 5. El aparato de medición de corriente 5 está dispuesto en serie con el almacén de energía 1 y con el conmutador 2, mientras que el aparato de medición de tensión 4 está dispuesto paralelamente con respecto a ello. Por el equipo de medición y de control 3 se dispara la medición por el hecho de que el conmutador 2 dispara un impulso de energía desde la fuente de energía 1, que se propaga por el circuito de corriente exterior, que ha de ser vigilado, de un tramo de línea de un ferrocarril de corriente continua, desde el punto de medición A hasta el punto de medición B. La capacidad del almacén de energía 1 para generar el impulso que presenta la tensión U y la corriente I y que tiene una duración de impulso D se elige conforme a la impedancia total Z del circuito de corriente SK que ha de ser vigilado, de tal forma que las magnitudes de medición conducen a cursos evaluables de la corriente I_1 , I_2 y de la tensión U_1 , U_2 . Entre los dos puntos de medición A y B se determinan con el aparato de medición de tensión 4 el curso de tensión y con el aparato de medición de corriente 5 el curso de corriente y se evalúan y se almacenan en el equipo de medición y de control 3. En función de los parámetros eléctricos en este circuito de corriente exterior resulta curvas características para el curso de tensión y de corriente.

Las curvas de la corriente I_1 y de la tensión U_1 registradas por el equipo de medición y de control 3, que se registraron en un momento en el que todas las piezas de la instalación del circuito de corriente exterior con la impedancia total Z se encontraban en un estado impecable, se almacenan como valores de referencia en el equipo de medición y de control 3. Puesto que la impedancia total Z que depende también de la resistencia de balastado RB , es decir, en las que influyen también las condiciones meteorológicas, la impedancia total puede cambiar sin que exista una avería en el circuito de corriente que ha de ser comprobado. Por ello, se fijan bandas de tolerancia para el curso de corriente y el curso de tensión y se depositan en el aparato de control 3. La banda de tolerancia para el curso de corriente está delimitada por las dos curvas $I_{1,1}$ y $I_{1,2}$. La banda de tolerancia para el curso de tensión está delimitada por las dos curvas $U_{1,1}$ y $U_{1,2}$. Los cursos de corriente y de tensión I_2 , U_2 determinados en un momento posterior discrecional se comparan en el equipo de medición y de control 3 con las bandas de tolerancia depositadas para la tensión $U_{1,1}$ y $U_{1,2}$ así como para la corriente $I_{1,1}$ y $I_{1,2}$. En el ejemplo elegido, los cursos de corriente y de tensión I_2 , U_2 medidos ahora se encuentran fuera de las bandas de tolerancia fijadas para la corriente $I_{1,1}$ y $I_{1,2}$ y la tensión $U_{1,1}$ y $U_{1,2}$ y llevan a la conclusión de que las piezas y conexiones de la instalación no corresponden a los valores proyectados y que hay que detectar los puntos de error.

En la figura 3 está representado el uso del dispositivo en una subestación de rectificación con un sistema de conducción de retorno y de puesta a tierra, combinándose el dispositivo E con un seccionador rápido de puesta a tierra EKS. El circuito de corriente SK exterior que ha de ser vigilado, que está representado por la impedancia total Z , se conecta por una parte al punto de medición A que está unido directamente al sistema de puesta a tierra ES de la subestación de rectificación a través de la tierra de edificio BWE. La corriente fluye por el subsuelo ER y la resistencia de balastado del balasto de vía RB así como por las vías G, a través de los cables de conexión de conductor de retorno RL, al segundo punto de medición B que por otra parte está unido también al dispositivo E, por

lo que se cierra el circuito de corriente SK exterior. El seccionador rápido de puesta a tierra EKS está dispuesto paralelamente al dispositivo E igualmente entre los dos puntos de medición A y B.

El seccionador rápido de puesta a tierra EKS es un equipo de limitación de tensión según DIN EN 505262:2014 07. Tiene la función de reducir diferencias de potencial inadmisiblemente altas entre los puntos A y B mediante el establecimiento de una unión eléctrica entre estos dos puntos. Para ello, por el equipo de control en el seccionador rápido de puesta a tierra 31 es medida continuamente la tensión entre los puntos A y B. Conforme a una línea característica de tensión / tiempo, en caso de excederse valores fijados se conectan las válvulas semiconductoras V y el contactor KS. Las válvulas semiconductoras V sirven para conseguir los tiempos de conexión muy cortas requeridas eventualmente, el contactor KS lleva las corrientes de equilibrio durante la unión entre los puntos A y B. Convenientemente, el equipo de control 31 del EKS puede realizarse con el equipo de medición y de control 3 del dispositivo E como componente conjunto.

Relación de los signos de referencia usados:

15	1	Almacén de energía
	2	Conmutador
	3	Equipo de medición y de control
	4	Aparato de medición de tensión
20	5	Aparato de medición de corriente
	5.1	Resistencia de medición
	E	Dispositivo para la vigilancia de un circuito de corriente
	A	Primer punto de medición (en el circuito de corriente que ha de ser vigilado)
	B	Segundo punto de medición (en el circuito de corriente que ha de ser vigilado)
25	Z	Impedancia total del circuito de corriente que ha de ser vigilado
	BWE	Tierra de edificio
	ER	Subsuelo
	RB	Resistencia de balastado del balasto
	G	Vías
30	RL	Cable de conexión de conductor de retorno
	EKS	Seccionador rápido de puesta a tierra
	SK	Circuito de corriente que ha de ser vigilado
	U	Tensión
	U1	Curso de curva de la tensión de referencia
35	U1.1, U1.2	Cursos de curva de la banda de tolerancia para la tensión de referencia
	U2	Curso de curva de la tensión de la medición de comparación
	I	Corriente
	I1	Curso de curva de la corriente de referencia
	I1.2, I1.2	Cursos de curva de la banda de tolerancia para la corriente de referencia
40	I2	Curso de curva de la corriente de la medición de comparación
	D	Duración de impulso
	V	Válvulas semiconductoras en el seccionador rápido de puesta a tierra
	KS	Contacto en el seccionador rápido de puesta a tierra
45	31	Equipo de control en el seccionador rápido de puesta a tierra

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la vigilancia de líneas y conexiones eléctricas para verificar la seguridad operacional y personal en subestaciones de rectificación y en los tramos de línea correspondientes de ferrocarriles eléctricos, en el que se comprueban el sistema de conducción de retorno y el sistema de puesta a tierra, caracterizado por que después de la creación o revisión de la subestación de rectificación, en puntos de medición (A, B) definidos de la subestación de rectificación se alimenta un impulso eléctrico definido con una tensión (U) y con una corriente (I) así como con una duración de impulso (D) a un circuito de corriente (SK) con la impedancia total (Z), que ha de ser vigilado, y los cursos de corriente (I_1) y de tensión (U_1) se registran y se almacenan como valores de referencia que se comparan con los cursos de corriente (I_2) y de tensión (U_2) de una medición de comparación, fijándose para los cursos de corriente (I_1) y de tensión (U_1) bandas de tolerancia para la corriente ($I_{1,1}$, $I_{1,2}$) y la tensión ($U_{1,1}$, $U_{1,2}$), y en caso de cursos de corriente (I_2) y de tensión (U_2) que en mediciones de comparación se encuentran dentro de la banda de tolerancia ($I_{1,1}$, $I_{1,2}$, $U_{1,1}$, $U_{1,2}$), se puede concluir que el sistema de conducción de retorno y de puesta a tierra está intacto.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que se realizan mediciones de comparación en intervalos de tiempo periódicos o en caso de sospecha de una avería, con el mismo impulso eléctrico con la tensión (U) y con la corriente (I) así como con la duración de impulso (D).
3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la magnitud del impulso con la tensión (U), con la corriente (I) y con la duración de impulso (D) se elige conforme a la impedancia total (Z) del circuito de corriente (SK) que ha de ser vigilado, de tal forma que un aparato de medición de corriente (4) y un aparato de medición de tensión (5) captan valores de corriente (I_1 , I_2) y de tensión (U_1 , U_2) que en un equipo de medición y de control (3) son procesados formando cursos evaluables de corriente (I_1 , I_2) y de tensión (U_1 , U_2) y son almacenados.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la duración de impulso (D) del impulso eléctrico se sitúa en el rango de algunos milisegundos.
5. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la frecuencia de reloj de las mediciones para la registración de los cursos de curva de la corriente (I_1 , I_2) y de la tensión (U_1 , U_2) se sitúa en el rango de aprox. 50 microsegundos.
6. Dispositivo para la vigilancia de líneas y conexiones eléctricas para verificar la seguridad operacional y personal en subestaciones de rectificación y en los tramos de línea correspondientes de ferrocarriles eléctricos para la realización del procedimiento según la reivindicación 1, que presenta un almacén de energía (1), un conmutador (2), un equipo de medición y de control (3) así como un aparato de medición de corriente (4) y que en la subestación de rectificación está conectado en dos puntos de medición (A, B) definidos al circuito de corriente (SK) que ha de ser vigilado, caracterizado por que el dispositivo (E) presenta además un aparato de medición de tensión (5) y el dispositivo (E) está concebido para alimentar un impulso eléctrico del almacén de energía (1) al circuito de corriente (SK) que ha de ser vigilado y, por medio del aparato de medición de corriente (4) y del aparato de medición de tensión (5), medir la corriente (I_1 , I_2) y la tensión (U_1 , U_2) y, por medio del equipo de medición y de control (3), determinar y almacenar los cursos de curva de corriente (I_1 , I_2) y de tensión (U_1 , U_2) como valores de referencia y compararlos en mediciones de comparación con cursos de curva con bandas de tolerancias fijadas de corriente ($I_{1,1}$, $I_{1,2}$) y de tensión ($U_{1,1}$, $U_{1,2}$).
7. Uso del dispositivo según la reivindicación 6 para la vigilancia de un circuito de corriente (SK) que presenta una impedancia total (Z), caracterizado por que el circuito de corriente (SK) que ha de ser vigilado está formado por la tierra de edificio (BWE) de la subestación de rectificación, el subsuelo, la resistencia de balastado del balasto de vía (RB), las vías así como el sistema de conducción de retorno.
8. Uso del dispositivo según la reivindicación 6 para la vigilancia de un circuito de corriente (SK), caracterizado por que el dispositivo (E) está dispuesto paralelamente al circuito de corriente que ha de ser vigilado, estando unido el primer punto de medición (A) directamente a la tierra de edificio (BWE) de la subestación de rectificación y, a través del subsuelo y de la resistencia de balastado del balasto de vía (RB) así como de las vías y del cable de conexión de conductor de retorno (RL), al segundo punto de medición (B).
9. Uso del dispositivo según la reivindicación 6 para la vigilancia de un circuito de corriente (SK), caracterizado por que el dispositivo (E) está combinado directamente con un seccionador rápido de puesta a tierra (EKS), por el hecho de que el seccionador rápido de puesta a tierra (EKS) igualmente está dispuesto paralelamente al dispositivo (E) así como al circuito de corriente que ha de ser vigilado y está unido a los dos puntos de medición (A, B).

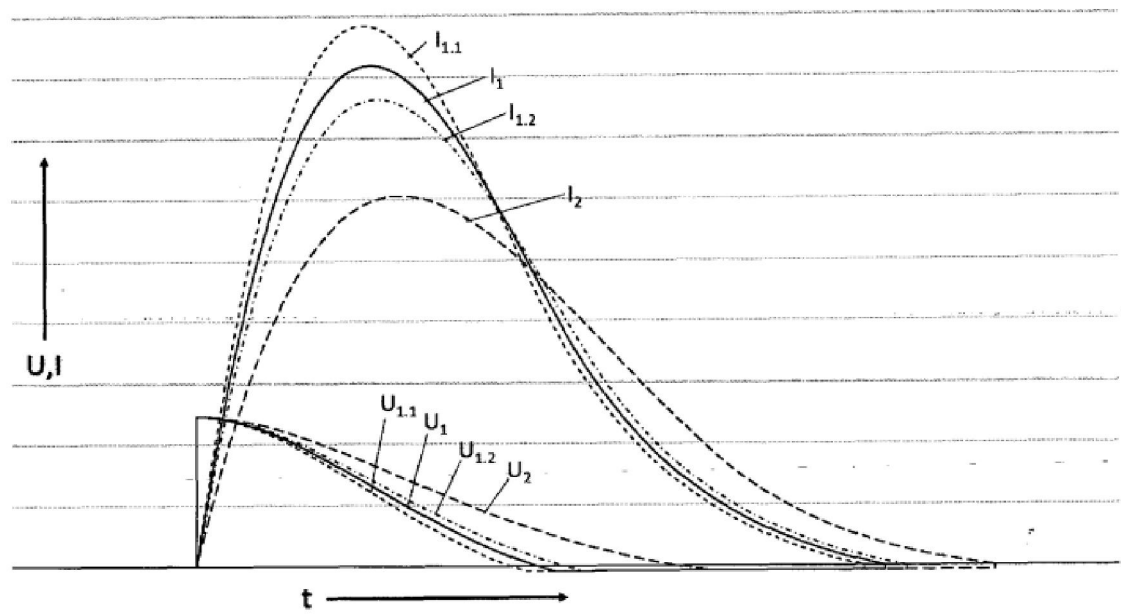


Fig. 1

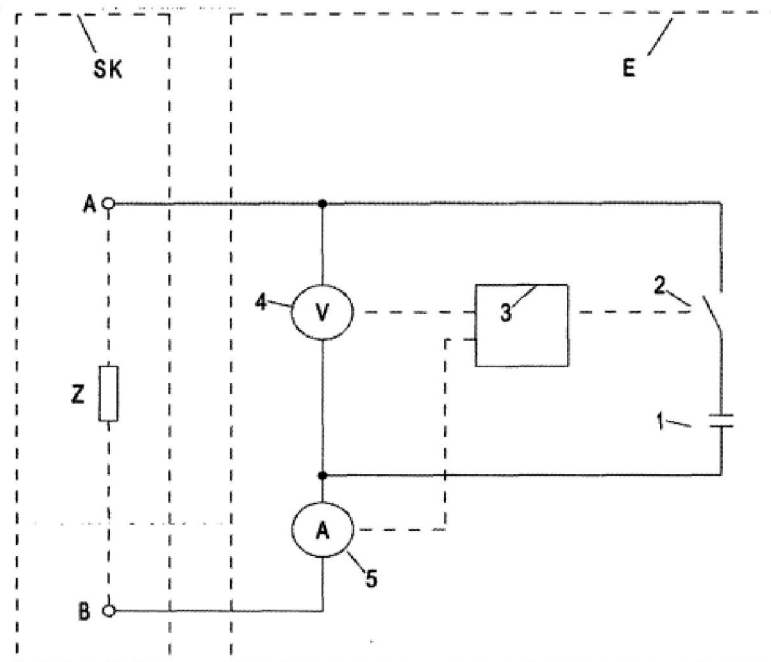


Fig. 2

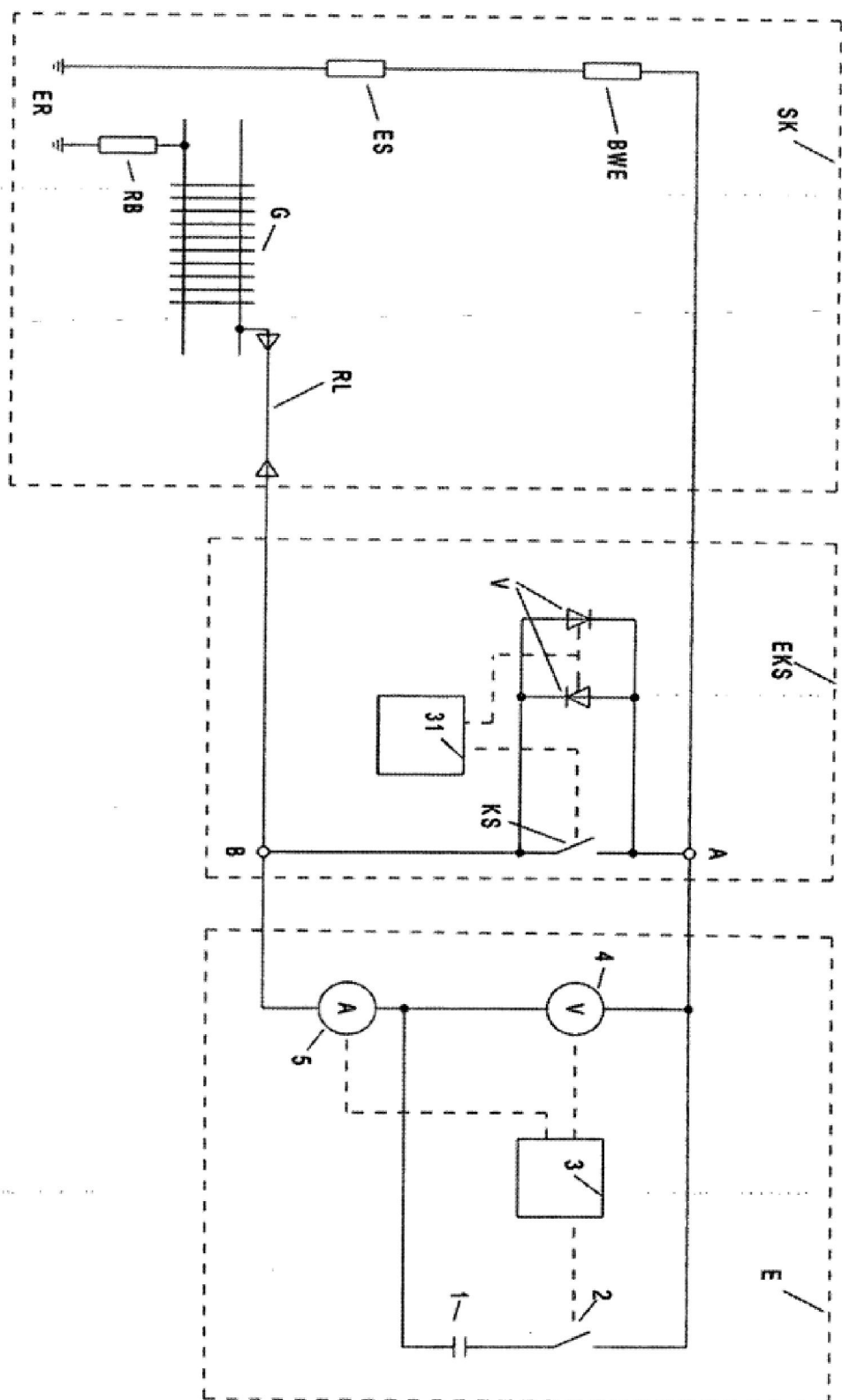


Fig. 3