

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 119**

51 Int. Cl.:

B61L 3/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2010 E 10757180 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2015 EP 2483126**

54 Título: **Vehículo ferroviario**

30 Prioridad:

29.09.2009 DE 102009048666

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

02.06.2015

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München , DE**

72 Inventor/es:

**WOLF, GUIDO y
DETERBECK, MANFRED**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 537 119 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

Vehículo ferroviario

La invención se refiere a un vehículo ferroviario con al menos una antena de vehículo dirigida hacia la vía de un sistema de seguridad del tren.

5 Se conocen, en general, vehículos ferroviarios del tipo mencionado, en los que las antenas de los vehículos ferroviarios correspondientes sirven normalmente para la transmisión de datos entre una instalación en el lado de recorrido dispuesta en la vía, tal vez en forma de una baliza, y el vehículo ferroviario. En función del sistema de seguridad del treno bien del sistema de influencia del tren respectivo así como del tipo de instalación respectiva en el lado del recorrido se pueden emplear en este caso antenas de vehículo de diferente tipo.

10 Un vehículo ferroviario del tipo mencionado se publica en el documento EP 2 082943 A2.

Las antenas de vehículos dirigidas hacia la vía, es decir, antenas de vehículos dirigidas hacia abajo, pueden presentar, especialmente en función del tipo de vehículo ferroviario respectivo, el problema de que pueden estar influenciadas por interferencias eléctricas. Así, por ejemplo, en tales vehículos ferroviarios, que adquieren su energía necesaria para la continuación del movimiento desde una línea aérea o desde una barra colectora, se producen, en la práctica, formaciones de chispas eléctricas inevitables entre la toma de corriente en el lado del vehículo y el hilo de alimentación o bien la barra colectora, con lo que se generan interferencias transitorias en la corriente de alimentación. En este caso se designan como interferencias transitorias las interferencias no periódicas, que presentan con frecuencia flancos ascendentes comparativamente empinados así como valores punta altos. Interferencias transitorias correspondientes se provocan también a través de la conexión y desconexión del conmutador principal de un vehículo ferroviario accionado con motor eléctrico. Durante la operación de la marcha aparece la formación de chispas entre el hilo de alimentación y la toma de corriente especialmente en inconsistencias del hilo de alimentación, como por ejemplo durante el tránsito de lugares de desviación o lugares de separación de fases.

Los fenómenos que generan las chispas descritas generan, por decirlo así, como generador de interferencias un espectro de interferencias transitorias de banda muy ancha, que se superpone a la corriente de avance y a la corriente de retorno, es decir, que fluye a la línea aérea o bien al hilo de alimentación y a los carriles. En este caso, se cierre el circuito de corriente de las corrientes de interferencia transitorias sobre capacidades parásita entre la red del hilo de alimentación y el carril. La porción del espectro de interferencias de chispas que se superpone a la corriente de retorno puede influir ahora especialmente sobre aquellos sistemas de seguridad del tren que trabajan con antenas de vehículos dirigidas hacia la vía.

Por otro lado, las interferencias transitorias provocadas a través del funcionamiento de otros vehículos ferroviarios para el caso de que varios vehículos ferroviarios se encuentren sobre la misma sección de la subestación influyen o bien perturban a través de las corrientes de retorno transitorias en los carriles también el sistema de seguridad del tren o bien las antenas de otros vehículos ferroviarios. Esto significa que interferencias correspondientes pueden influir, en principio, también en aquellos vehículos ferroviarios que incluso no están accionados con motor eléctrico.

La presente invención tiene el cometido de indicar un vehículo ferroviario con al menos una antena de vehículo dirigida hacia la vía de un sistema de seguridad del tren, a través del cual se eleva la resistencia a las interferencias del sistema de seguridad del tren.

Este cometido se soluciona de acuerdo con la invención por medio de un vehículo ferroviario con al menos una antena de vehículo dirigida hacia la vía de un sistema de seguridad del tren, en el que el vagón del vehículo ferroviario y un eje dispuesto en la zona de un extremo del vehículo ferroviario están conectados eléctricamente por medio de una conexión capacitiva y la al menos una antena de vehículo está dispuesta a una distancia mayor desde el extremo del vehículo ferroviario que el eje conectado eléctricamente con el vagón.

El vehículo ferroviario de acuerdo con la invención se caracteriza, por lo tanto, porque su vagón y una antena dispuesta en la zona de un extremo del vehículo ferroviario están conectados entre sí por medio de una conexión capacitiva. En este caso, la formulación "Vagón del vehículo ferroviario" en el marco de la descripción de la presente invención comprende también aquellos vehículos ferroviarios, que están constituidos por varios vagones o bien partes de vagón. En este caso, en el vagón del vehículo ferroviario, que está conectado con el eje por medio de la conexión capacitiva, se trata, por lo tanto, de la caja de vagón de uno de los vagones o bien partes de vagón del vehículo ferroviario.

La invención tiene el cometido de conducir el espectro de interferencias en la corriente de retorno no sobre el lado

activo de la antena del vehículo hacia el lecho de la vía, sino sobre el lado pasivo de la antena de vehículo, es decir, por encima de la antena de vehículo, a lo largo del vagón. En este caso, hay que tener en cuenta que las antenas de vehículos tienen normalmente una acción direccional significativa y son comparativamente insensibles hacia arriba hacia el vagón en virtud de las diferentes medidas, como por ejemplo un blindaje correspondiente.

5 No obstante, en general no es deseable con objeto de la desviación de las corrientes de interferencia transitorias conducir también la corriente de alimentación sobre el vagón y conducirla, por ejemplo, en el bastidor conductor de nuevo al carril. En este caso sería un inconveniente, entre otras cosas, que se tomaran corrientes de otros vehículos ferroviarios en el vagón. Por lo tanto, de acuerdo con la invención por medio de la conexión capacitiva entre el vagón del vehículo ferroviario y el eje dispuesto en la zona de un extremo del vehículo ferroviario se realiza de manera más
10 ventajosa una separación de las trayectorias de la corriente para corriente de interferencia transitoria de alta frecuencia y corriente de servicio de baja frecuencia con una frecuencia de por ejemplo 50 Hz.

De acuerdo con la invención, la antena del vehículo está dispuesta a una distancia mayor del extremo del vehículo ferroviario que el eje conectado eléctricamente con el vagón. Esto significa que la al menos una antena de vehículo, vista desde el extremo del vehículo ferroviario, está dispuesta detrás del eje conectado por medio de la conexión capacitiva eléctricamente con el vagón. Esto tiene como consecuencia que corrientes de interferencia transitorias son conducidas a través de la conexión capacitiva al vagón y de esta manera pasan la antena del vehículo dirigida hacia la vía, dispuesta en una zona debajo del vagón, sobre su lado pasivo. Esta desviación de la corriente de interferencia sobre el vagón tiene como consecuencia que la corriente de interferencia se reduce de manera correspondiente en los carriles debajo del vehículo ferroviario, de manera que se acopla sobre la antena de vehículo un campo magnético de interferencia claramente menor. Como resultado, esto conduce, por lo tanto, a una mejora clara o bien a una elevación de la resistencia a las interferencias de la antena de vehículo y con ello también de todo el sistema de seguridad del tren frente a interferencias de alta frecuencia, en particular transitorias.

De acuerdo con un desarrollo especialmente preferido, el vehículo ferroviario de acuerdo con la invención está configurado de tal forma que la conexión capacitiva comprende un condensador conectado eléctricamente entre el
25 vagón y el eje así como un contacto de toma de tierra previsto en el eje. En este caso se trata de manera más ventajosa de una realización especialmente sencilla, que utiliza componentes acreditados como tales de la conexión capacitiva.

Con preferencia, el vehículo ferroviario de acuerdo con la invención puede estar configurado también de tal manera que la conexión capacitiva presenta una capacidad, que está sincronizada sobre la inductividad de la conexión eléctrica entre el vagón y el eje de tal manera que el circuito oscilante resultante presenta una frecuencia de resonancia en la zona de la frecuencia de transmisión de la antena del vehículo. Esto significa que la capacidad de la conexión capacitiva está seleccionada de tal forma que en la conexión con la inductividad de la línea de alimentación hacia el eje, es decir, por ejemplo hacia el contacto de toma de tierra, forma un circuito oscilante, cuya frecuencia de resonancia se encuentra en la zona de una frecuencia de transmisión de la antena del vehículo. De esta manera, el circuito oscilante eléctrico o bien circuito trampa formado por la conexión capacitiva así como por la inductividad de la conexión eléctrica a la frecuencia relevante, es decir, a la frecuencia de transmisión de la antena del vehículo, presenta una resistencia compleja especialmente reducida. De esta manera, se amplía la toma de tierra capacitiva de manera más ventajosa a una "toma de tierra de circuito trampa", que provoca con preferencia una derivación de corrientes con frecuencias en el intervalo de la frecuencia de transmisión de la antena de vehículo.
40 Esto es ventajoso porque con ello se posibilita una desviación de corrientes transitorias o bien de corrientes, en general, de alta frecuencia a través del vagón y, por lo tanto, fuera de la zona activa de los sistemas del vehículo también para aquellos sistemas de seguridad del tren, cuya frecuencia de transmisión o bien cuyas frecuencia de transmisión están en la zona de megahertzios. De esta manera se puede conseguir una mejora de la resistencia a las interferencias, por ejemplo también párale sistema de seguridad del tren ETCS (European Train Control System),
45 cuya señal de entrada trabaja en una gama de frecuencias en torno a 4,2 MHz.

Con preferencia, el vehículo ferroviario de acuerdo con la invención puede estar caracterizado también porque el vagón y otro eje dispuesto en la zona del otro extremo del vehículo ferroviario están conectados eléctricamente por medio de otra conexión capacitiva. Esto ofrece la ventaja de que para las corrientes de interferencia transitorias de alta frecuencia se acondiciona una trayectoria de la corriente de retorno perfectamente definida sobre el vagón del
50 vehículo ferroviario en ambas direcciones.

Con preferencia, el vehículo ferroviario de acuerdo con la invención está desarrollado en este caso, además, de tal manera que al menos otra antena de vehículo está dispuesta a una distancia mayor del otro extremo del vehículo ferroviario que el otro eje conectado eléctricamente con el vagón. Esto ofrece la ventaja de que se crea una disposición simétrica con relación a los dos extremos del vehículo ferroviario, de manera que el vehículo ferroviario se puede emplear independientemente de la dirección de la marcha y, por lo tanto, de una manera flexible. En este caso hay que tener en cuenta que las antenas de vehículos de sistemas de seguridad del tren están dispuestas normalmente, vistas en la dirección de la marcha, en una zona delantera de un sistema ferroviario, para posibilitar

una transmisión de datos lo más precoz posible sobre el vehículo ferroviario. En la forma de realización mencionada del vehículo ferroviario de acuerdo con la invención se conducen las corrientes de interferencia de alta frecuencia de manera más ventajosa independientemente de la dirección de la marcha, respectivamente, a la antena activa del vehículo en los vagones del vehículo ferroviario, con lo que se pueden conducir considerablemente de manera más ventajosa los campos magnéticos de interferencia que actúan sobre la antena respectiva del vehículo.

De acuerdo con otra configuración especialmente ventajosa del vehículo ferroviario de acuerdo con la invención, la otra conexión capacitiva comprende otro condensador conectado eléctricamente entre el vagón y el otro eje así como un contacto de toma de tierra previsto en el otro eje. De manera similar a las explicaciones a este respecto en combinación con la conexión capacitiva, en este caso se trata de una forma de realización especialmente sencilla y al mismo tiempo robusta de la otra conexión capacitiva.

Con preferencia, el vehículo ferroviario de acuerdo con la invención puede estar desarrollado también de tal manera que la otra conexión capacitiva presenta una capacidad, que está sincronizada con la inductividad de la conexión eléctrica entre el vagón y el otro eje, de tal manera que el otro circuito oscilante resultante presenta una frecuencia de resonancia en la zona de una frecuencia de transmisión de la otra antena de vehículo. De manera correspondiente a las explicaciones realizadas a este respecto en conexión con el desarrollo correspondiente el vehículo ferroviario de acuerdo con la invención con respecto a la conexión capacitiva se puede orificar de esta manera también para frecuencias de interferencia en la zona de megahertzios una desviación efectiva de las corrientes de interferencia correspondientes sobre el vagón del vehículo ferroviario. A tal fin, la toma de tierra del vagón sobre la otra conexión capacitiva y la otra antena se configura en forma de un circuito eléctrico trampa.

En el vehículo ferroviario de acuerdo con la invención, se puede tratar, en principio, de un vehículo ferroviario con un accionamiento opcional conocido en sí. Esto incluye además de vehículos accionados con motor eléctrico, por ejemplo, también vehículos Diesel, locomotoras de vapor o también vehículos con accionamiento por hidrógeno. Como ya se ha mencionado al principio, en efecto, también los vehículos sin motor eléctrico propio pueden estar afectados por corrientes de interferencia, que están provocadas por vehículos externos.

De acuerdo con otra forma de realización especialmente preferida, el vehículo ferroviario de acuerdo con la invención está accionado con motor eléctrico y presenta un transformador que se puede conectar a través de una toma de corriente en un hilo de alimentación. Esto es ventajoso porque los vehículos ferroviarios correspondientes accionados con motor eléctrico están expuestos en virtud de la conexión en el hilo de alimentación de manera especial a interferencias transitorias y, por lo tanto, se consigue para tales vehículos ferroviarios una mejora especialmente significativa de la resistencia a las interferencias de la antena del vehículo o bien del sistema de seguridad del tren.

De acuerdo con otra configuración ventajosa del vehículo ferroviario de acuerdo con la invención, el vagón y la derivación de la corriente de retorno del transformador están conectados eléctricamente por medio de una primera conexión capacitiva adicional. De esta manera se puede conseguir de manera más ventajosa otra reducción de corrientes de interferencia en la zona debajo de la antena del vehículo, de manera que la resistencia a las interferencias de la antena del vehículo o bien del sistema de seguridad del tren se eleva adicionalmente de manera más ventajosa. Para conseguir el mejor efecto posible, se puede realizar la conexión capacitiva adicional de una manera más ventajosa de tal forma que un primer condensador adicional de baja inductividad se incluye o bien se dispone entre la derivación de la corriente de retorno o bien la línea de la corriente de retorno del transformador y el vagón. Esto se puede realizar, por ejemplo, porque el conductor de la corriente de retorno se conduce directamente sobre el primer condensador adicional, mientras que la otra conexión del primer condensador adicional se conecta superficialmente, por ejemplo a través de una barra colectora corta, con el vagón.

Con preferencia, el vehículo ferroviario de acuerdo con la invención puede estar configurado también de tal forma que el vagón y el lado de alta tensión del transformador están conectados eléctricamente por medio de una segunda conexión capacitiva adicional. De manera similar a las explicaciones realizadas en relación con la primera conexión capacitiva adicional, de manera adicional o alternativa se puede realizar a tal fin también por medio de la segunda conexión capacitiva adicional una introducción selectiva de corrientes de interferencia transitoria, que tienen su origen en el hilo de alimentación o bien en el vehículo ferroviario respectivo o bien en su interacción, en el vagón del vehículo ferroviario.

De acuerdo con otra forma de realización especialmente preferida, el vehículo ferroviario de acuerdo con la invención está desarrollado de tal manera que el vehículo ferroviario presenta un accionamiento de motor eléctrico con una instalación de tracción alimentada con corriente continua. En este caso, la instalación de tracción comprende, además de al menos un rectificador de la corriente de tracción, dado el caso, un filtro de la red antepuesto delante del rectificador de la corriente de tracción. El desarrollo preferido mencionado del vehículo ferroviario de acuerdo con la invención es ventajoso porque los vehículos ferroviarios correspondientes accionados con motor eléctrico con alimentación de tensión continua están expuestos a interferencias transitorias en virtud de la

conexión en el hilo de alimentación lo mismo que los vehículos descritos anteriormente con alimentación de tensión alterna, por lo tanto, se puede conseguir para tales vehículos ferroviarios una mejora especialmente significativa de la resistencia a la interferencia de la antena del vehículo o bien del sistema de seguridad del tren.

5 Con preferencia, el vehículo ferroviario de acuerdo con la invención está configurado, además, en este caso de tal forma que el vagón y la derivación de la corriente de retorno de la instalación de tracción están conectados eléctricamente por medio de una tercera conexión capacitiva adicional.

De acuerdo con otra configuración especialmente preferida del vehículo ferroviario de acuerdo con la invención, el vagón y el lado de alta tensión de la entrada de la instalación de tracción están conectados eléctricamente por medio de una cuarta conexión capacitiva adicional.

10 Las ventajas de los dos desarrollos preferidos mencionados anteriormente del vehículo ferroviario de acuerdo con la invención en el caso de una alimentación de tensión continua corresponden esencialmente a los desarrollos preferidos ya descritos anteriormente del vehículo ferroviario de acuerdo con la invención en el caso de una alimentación de tensión alterna, de manera que a este respecto se remite a las explicaciones anteriores respectivas. Hay que indicar que en el vehículo ferroviario se puede tratar también de un vehículo de varios sistemas, que está
15 previsto tanto para la alimentación de tensión alterna como también para la alimentación de tensión continua.

En la antena de vehículo se puede tratar, en principio, de una antena de vehículo de un sistema de seguridad del tren discrecional. En este caso solamente es esencial que la antena de vehículo esté dirigida sobre la vía, es decir, que está colocada normalmente debajo del vagón o en un bastidor, para posibilitar una comunicación con una
20 instalación en el lado del recorrido dispuesta en la vía. En la instalación en el lado del recorrido se puede tratar en este caso especialmente de una baliza, por ejemplo del sistema nacional español de seguridad del tren ASFA.

De acuerdo con otra forma de realización especialmente preferida del vehículo ferroviario de acuerdo con la invención, la al menos una antena del vehículo es la al menos una antena del vehículo del sistema europeo de seguridad del tren ETCS (European Train Control System). Esto es ventajoso, porque se ha mostrado que también
25 ETCS presenta una sensibilidad frente a corrientes de interferencia en las vías. En este caso hay que tener en cuenta que las interferencias en ETCS conducen normalmente a un frenado forzoso del vehículo respectivo, con lo que pueden resultar retrasos considerables e interferencias en el tráfico ferroviario. De manera más ventajosa, el vehículo ferroviario de acuerdo con la invención ofrece de esta manera la posibilidad de mejorar en el lado del vehículo la resistencia a las interferencias de este sistema de seguridad del tren comparativamente nuevo, previsto para toda Europa.

30 De acuerdo con otro desarrollo especialmente preferido, el vehículo ferroviario de acuerdo con la invención es un tren automotor eléctrico. Esto es ventajoso porque especialmente también en trenes automotores eléctricos con tracción distribuida se pueden observar interferencias de la antena del vehículo o bien del sistema de seguridad del tren respectivo a través de corrientes de interferencia de alta frecuencia en los carriles.

A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda de un ejemplo de realización. A tal fin, la figura muestra en una representación esquemática simplificada un ejemplo de realización del vehículo ferroviario de acuerdo con la invención.

En la figura se representa un vehículo ferroviario 1 en forma de un tren automotor eléctrico. En este caso, por razones de claridad solamente se reproduce una mitad del tren. El vehículo ferroviario 1 presenta un vagón final 2, un vagón transformador 3 así como un vagón central 4 representado sólo parcialmente. Los vagones 2, 3, 4
40 presentan, respectivamente, una caja de vagón 5a, 5b, 5c así como bastidores 6a, 6b, 6c, 6d, 6e con ejes o bien ruedas 7a, 7b, 7c, 7d, 7e, 7f, 7g, 7h, 7i, 7j.

Hay que subrayar que en la representación de la figura solamente se trata de una representación esquemática, muy simplificada con la finalidad de la explicación de la invención. Además, hay que indicar que las cajas de vagón 5a, 5b, 5c de los vagones 2, 3, 4 del vehículo ferroviario 1 de designan a continuación en su totalidad también como
45 vagones. Esto se aplica, por una parte, ante el principio de que la invención descrita con la ayuda del ejemplo de realización se puede aplicar también para vehículos ferroviarios con cajas de vagones continuas; además, las cajas de vagones 5a, 5b, 5c de los vagones 2, 3, 4 están conectadas eléctricamente entre sí en el ejemplo de realización de la figura por medio de conductores de compensación de potencial 12a, 12b, de manera que también a este respecto desde el punto de vista eléctrico se pueden considerar como unidad.

50 De acuerdo con la representación de la figura, el vagón transformador 3 está conectado eléctricamente a través de una toma de corriente 15 eléctricamente con un hilo de alimentación 35. La energía eléctrica tomada desde el hilo de alimentación 35 es alimentada en este caso a través de un conmutador principal 14 al lado de alta tensión de un

transformador 13 del vehículo ferroviario 1. En este caso se trata, por lo tanto, de una conexión habitual de los motores eléctricos de un vehículo ferroviario alimentado con corriente alterna accionado con motor eléctrico en el hilo de alimentación 35 o bien en la red de alta tensión correspondiente.

5 Hay que indicar que las explicaciones siguientes se aplican de una manera esencialmente similar para el caso de un vehículo ferroviario accionado con motor eléctrico con alimentación de tensión continua, por ejemplo por medio de una tensión continua de 600 V, 750 V, 1,5 kV o 3 kV. En este caso, en la figura esencialmente sólo el transformador 14 se puede sustituir por una instalación de tracción, que comprende, además de al menos un rectificador de corriente, dado el caso, un filtro de la red antepuesto delante del rectificador de corriente de tracción, de manera que los restantes componentes permanecen en gran medida no afectados por ello. Además, en el vehículo ferroviario se puede tratar también de un vehículo de sistemas múltiples, que está previsto tanto para la alimentación de tensión continua como también para la alimentación de tensión alterna, siendo aplicables los siguientes ejemplos de realización, respectivamente, para ambos sistemas.

15 El vagón transformador 3 o bien dicho con mayor exactitud los ejes 7f y 7g del vagón transformador 3 presentan contactos de toma de tierra 10a, 10b para la toma de tierra del funcionamiento. Además, en el eje 7j del vagón central 4 está previsto un contacto de toma de tierra 11 para la toma de tierra de protección.

20 En el caso de presencia exclusiva de los componentes mencionados anteriormente, las interferencias transitorias, que aparecen entre la toma de corriente 15 y el hilo de alimentación 35, llegan a través de capacidades parasitarias C_P y C_D sobre la caja del vagón 5 del vagón de transformador 3. Desde allí la corriente de interferencia de alta frecuencia acoplada de esta manera capacitivamente fluiría a través del conductor de compensación de potencial 12b hacia el vagón central y a través del contacto de toma de tierra de la toma de tierra de protección 11 llegaría sobre los carriles 30. Además, las corrientes de interferencia llegarían también directamente sobre el conmutador principal 14 o – especialmente si el conmutador principal 14 está abierto – sobre la capacidad parasitaria C_{HS} del conmutador principal 14 así como sobre la capacidad de arrollamiento parasitaria C_{TR} del transformador 13 y los contactos de toma de tierra para la toma de tierra de servicio 10a, 10b sobre los carriles 30. Si una corriente de interferencia pasa ahora por los carriles o bien por la vía 30 a la altura de una antena del vehículo 25 de un sistema de seguridad del tren, el campo magnético que rodea la corriente de interferencia se acopla sobre la antena del vehículo 25. En función de la modulación, de la gama de frecuencias y de la amplitud de la transmisión de la señal del sistema de seguridad del tren, al que pertenece la antena del vehículo 25, se pueden producir a través de la superposición de este campo magnético transitorio con el campo magnético útil de la antena del vehículo 25 unas interferencias en la señal de recepción del sistema de seguridad del tren.

35 Por las interferencias del tipo descrito anteriormente están afectados también especialmente los trenes automotores eléctricos en el modo de corriente alterna y/o en el modo de corriente continua con tracción distribuida. Además, especialmente tales tipos de sistemas de seguridad del tren son sensibles a interferencias correspondientes, que en un instante dado no trabajan, respectivamente, con dos sino solamente con una antena de vehículo. La causa de ello es que en el caso de utilización de una sola antena de vehículo, se suprime la posibilidad de una supresión de una cadencia sincrónica de los campos de interferencia. Sistemas de seguridad del tren correspondientes, que presentan, respectivamente, sólo una antena de vehículo activa, utilizan normalmente balizas en el lecho de la vía.

40 Para elevar ahora la resistencia a las interferencias de sistemas de seguridad del tren correspondientes a través de medidas en el lado del vehículo, las cajas de vagones 5a, 5b, 5c del vehículo ferroviario 1 y un eje 7a dispuesto en la zona de un extremo del vehículo ferroviario 1 están conectados eléctricamente entre sí por medio de una conexión capacitiva. En este caso, la conexión capacitiva comprende un condensador 16 conectado eléctricamente entre las cajas de vagones 5a, 5b, 5c y el eje 7a así como un contacto de toma de tierra 17 previsto en el eje 7a. Esto significa que el primer eje 7a del vehículo ferroviario 1 está conectado a través el condensador 16 con la caja de vagón 5a, 5b, 5c del vehículo ferroviario 1. Con preferencia, además, también otro eje en la zona del otro extremo del vehículo ferroviario 1 no representado en la figura presenta otro contacto de toma de tierra y está conectado por medio de este otro contacto de toma de tierra así como a través de otro condensador está conectado de la misma manera en las cajas de vagón 5a, 5b, 5c del vehículo ferroviario.

50 De acuerdo con la representación de la figura, la antena de vehículo 25 está dispuesta con relación a la dirección de la marcha que se extiende hacia la izquierda detrás del eje conectado eléctricamente con la caja de vagón 5a del vehículo ferroviario 1, es decir, que la antena del vehículo 25 presenta una distancia mayor desde el extremo del vehículo ferroviario 1, en cuya zona está dispuesta, que el eje 7a conectado eléctricamente con la caja de vehículo 5a. En este caso, se dispone la antena de vehículo 25 por razones de espacio con preferencia después del primer bastidor 6a del vehículo ferroviario 1.

55 Como otra medida para la reducción de las corrientes de interferencia que actúan sobre la antena del vehículo 25, la caja de vagón 5b del vagón transformador 3 y la derivación de la corriente de retorno del transformador 13 están conectadas eléctricamente por medio de una primera conexión capacitiva adicional. A tal fin, están previstos

primeros condensadores 19a y 19b adicionales. Los primeros condensadores 19a, 19b adicionales provocan de esta manera que las corrientes de alta frecuencia desde la derivación de la corriente de retorno del transformador 13 sean introducidas de la misma manera en las cajas de vagón 5a, 5b, 5c del vehículo ferroviario 1.

5 De manera alternativa o adicional a la medida mencionada anteriormente, en la figura se muestra, además, también la posibilidad de que la caja del vagón 5a, 5b, 5c del vehículo ferroviario 1 y el lado de alta tensión del transformador 13 estén conectados eléctricamente por medio de una segunda conexión capacitiva adicional. En este caso, la segunda conexión capacitiva adicional presenta un segundo condensador adicional 20 en forma de un condensador de alta tensión. De esta manera se conducen las corrientes de interferencia de alta frecuencia ya sobre el lado de alta tensión del transformador 13 a las cajas de vagón 5a, 5b, 5c del vehículo ferroviario 1 o bien dicho con mayor exactitud a la caja de vagón 5b del vagón transformador 3.

15 Las vías de la corriente de interferencia transitoria que resultan teniendo en cuenta la medida descrita anteriormente se indican en la figura por medio de flechas pequeñas correspondientes. De esta manera, las corrientes de interferencia transitorias, que se acoplan desde la pérgola capacitivamente en la caja de vagón 5b del vagón transformador 3, permanecen debido al acoplamiento inductivo entre la caja de vagón 5b del vagón transformador 3 y el hilo de alimentación 35 en la caja de vagón 5b del vagón transformador 3. A través el conductor de compensación del potencial 12a, las corrientes de interferencia llegan, por lo demás, hacia el vagón final 2 y fluyen allí sobre el condensador 16 y el contacto de toma de tierra 17 a los carriles o bien a la vía 30.

20 La porción de las corrientes de interferencia transitorias, que fluye a través de la capacidad de arrollamiento C_{TR} del transformador 13, llega a través de los primeros condensadores adicionales 19a, 19b entre la trayectoria de la corriente de retorno del transformador 13 y la caja de vagón 5b del vagón transformador 3 sobre la caja de vagón 5b y fluye desde allí de nuevo sobre el conductor de compensación del potencial 12a así como el condensador 16y el contacto de toma de tierra 11 hasta los carriles 30. Si adicional o alternativamente a los primeros condensadores adicionales 19a, 19b en la trayectoria de la corriente de retorno de la corriente de servicio se dispone el segundo condensador adicional 20 en la trayectoria de alta tensión del transformador 13, también aquí la porción de alta frecuencia de la corriente toma el camino sobre el conductor de compensación del potencial 12a, la caja del vagón 5a, el condensador 16 así como el contacto de toma de tierra 17 y el eje 7a hasta los carriles o bien la vía 30.

25 En este lugar hay que indicar de nuevo que en la figura solamente se representa una parte del vehículo ferroviario 1. Si el vehículo ferroviario 1 presenta otro vagón transformador, éste corresponde con respecto a los componentes previstos con preferencia al vagón transformador 3 mostrado. Lo mismo se aplica de manera similar con respecto a la estructura de otro vagón final del vehículo ferroviario 1.

30 Por lo tanto, en los casos descritos anteriormente la corriente de interferencia transitoria, en virtud del acoplamiento inductivo con la línea aérea, es decir, el hilo de alimentación 25, y las cajas de vagones 5a, 5b, 5c buenas conductoras, de impedancia muy baja, prefiere con trayectoria de la corriente de retorno las caja del vagón 5a, 5b, 5c, de manera que solamente fluye todavía una parte pequeña de la corriente de interferencia debajo del vehículo ferroviario 1 en los carriles 30. Puesto que la antena del vehículo 25 está dispuesta detrás de la toma de tierra capacitiva de la caja del vagón 5a, 5b, 5c, es decir, detrás de la conexión capacitiva entre la caja del vagón 5a y el eje 7a, se acopla sobre la antena del vehículo 25 un campo magnético de interferencia claramente menor, puesto que la corriente de interferencia se ha reducido de manera correspondiente en la zona de los carriles o bien de la vía 30 debajo del vehículo ferroviario 1 a través de la desviación de las corrientes de interferencia especialmente transitorias sobre las caja de vagón 5a, 5b, 5c. De esta manera, se mejora claramente de forma más ventajosa la resistencia a las interferencias de la antena del vehículo 25 o bien del sistema de seguridad del tren correspondiente.

35 Para mejorar la resistencia a las interferencias de manera correspondiente también para antenas del vehículo con altas frecuencias de transmisión, es decir, por ejemplo en la zona de megahertzios, la conexión capacitiva presenta de manera más ventajosa una capacidad, que está adaptada a la inductividad 18 de la conexión eléctrica entre la caja de vagón 5a del vagón final 2 y el eje 6a, de tal manera que el circuito oscilante resultante presenta una frecuencia de resonancia en la zona de una frecuencia de transmisión de la antena de vehículo 25. Si no se realizase una adaptación correspondiente, la inductividad de la línea de conexión entre el condensador 16 y el contacto de toma de tierra de la rueda o bien el contacto de toma de tierra 16 a altas frecuencias formaría una resistencia compleja demasiado alta, de manera que la derivación de la interferencia a través del condensador 16 no trabajaría ya de manera satisfactoria en determinadas circunstancias.

40 Para mejorar la resistencia a las interferencias de manera correspondiente también para antenas del vehículo con altas frecuencias de transmisión, es decir, por ejemplo en la zona de megahertzios, la conexión capacitiva presenta de manera más ventajosa una capacidad, que está adaptada a la inductividad 18 de la conexión eléctrica entre la caja de vagón 5a del vagón final 2 y el eje 6a, de tal manera que el circuito oscilante resultante presenta una frecuencia de resonancia en la zona de una frecuencia de transmisión de la antena de vehículo 25. Si no se realizase una adaptación correspondiente, la inductividad de la línea de conexión entre el condensador 16 y el contacto de toma de tierra de la rueda o bien el contacto de toma de tierra 16 a altas frecuencias formaría una resistencia compleja demasiado alta, de manera que la derivación de la interferencia a través del condensador 16 no trabajaría ya de manera satisfactoria en determinadas circunstancias.

45 Para mejorar la resistencia a las interferencias de manera correspondiente también para antenas del vehículo con altas frecuencias de transmisión, es decir, por ejemplo en la zona de megahertzios, la conexión capacitiva presenta de manera más ventajosa una capacidad, que está adaptada a la inductividad 18 de la conexión eléctrica entre la caja de vagón 5a del vagón final 2 y el eje 6a, de tal manera que el circuito oscilante resultante presenta una frecuencia de resonancia en la zona de una frecuencia de transmisión de la antena de vehículo 25. Si no se realizase una adaptación correspondiente, la inductividad de la línea de conexión entre el condensador 16 y el contacto de toma de tierra de la rueda o bien el contacto de toma de tierra 16 a altas frecuencias formaría una resistencia compleja demasiado alta, de manera que la derivación de la interferencia a través del condensador 16 no trabajaría ya de manera satisfactoria en determinadas circunstancias.

50 Para mejorar la resistencia a las interferencias de manera correspondiente también para antenas del vehículo con altas frecuencias de transmisión, es decir, por ejemplo en la zona de megahertzios, la conexión capacitiva presenta de manera más ventajosa una capacidad, que está adaptada a la inductividad 18 de la conexión eléctrica entre la caja de vagón 5a del vagón final 2 y el eje 6a, de tal manera que el circuito oscilante resultante presenta una frecuencia de resonancia en la zona de una frecuencia de transmisión de la antena de vehículo 25. Si no se realizase una adaptación correspondiente, la inductividad de la línea de conexión entre el condensador 16 y el contacto de toma de tierra de la rueda o bien el contacto de toma de tierra 16 a altas frecuencias formaría una resistencia compleja demasiado alta, de manera que la derivación de la interferencia a través del condensador 16 no trabajaría ya de manera satisfactoria en determinadas circunstancias.

55 A través de la adaptación de la capacidad del condensador 16 sobre la inductividad 18 de la línea de conexión se realiza ahora una "toma de tierra del circuito trampa" adaptada a la frecuencia de transmisión o bien a la frecuencia de señalización de la antena del vehículo 25. De esta manera, se garantiza una derivación de las corrientes de interferencia de una forma fiable también para altas frecuencias, tal vez en la zona de megahertzios. Esto ofrece la ventaja de que se posibilita una elevación de la resistencia a las interferencias, por ejemplo, también para el sistema

europeo de seguridad del tren ETCS, que trabaja en el canal de recepción en una gama de frecuencias en torno a aproximadamente 4,2 MHz.

Hay que indicar que el principio descrito del circuito trampa adaptado se puede emplear de manera correspondiente, en principio, también con respecto a los primeros condensadores adicionales 19a, 19b o bien con respecto al segundo condensador adicional 20. Esto se aplica especialmente para el caso de que aquí no sea posible una conexión de baja inductividad entre la línea de alta tensión o bien la línea de corriente de retorno y la caja del vagón 5a, 5b, 5c, puesto que por ejemplo son necesarias líneas de adaptación hacia los primeros condensadores adicionales 19a, 19b o hacia el segundo condensador adicional 20.

A continuación se describe de forma ejemplar cómo se puede realizar una adaptación de la capacidad de la conexión capacitiva, es decir, del condensador 16, a la inductividad 18 de la conexión eléctrica entre la caja del vagón 5a y el eje 7a. Esto se puede realizar, por ejemplo, de tal forma que se determina una vez para una serie de vehículos – con preferencia en el primer vehículo montado – la capacidad 16, es decir, la capacidad del circuito trampa. A tal fin se puede determinar por cálculo en primer lugar la capacidad 16 a la inductividad de la línea estimada de por ejemplo aproximadamente 1 µH/m de la línea de conexión con el contacto de toma de tierra 17 y la frecuencia de recepción dada del sistema de seguridad del tren de acuerdo con la fórmula siguiente

$$C = \frac{1}{L * (2 * \pi * f)^2}$$

, en la que C designa la capacidad, L designa la inductividad y f designa la frecuencia de recepción o bien la frecuencia de transmisión del sistema de seguridad del tren.

A continuación se puede introducir o bien incluir un condensador con la capacidad determinada de esta manera en la línea de conexión hacia el contacto de toma de tierra de la rueda o bien el contacto de toma de tierra 17. En este caso, se puede reproducir con exactitud la situación de montaje real del condensador 16 para la solución en serie, para tener en cuenta al mismo tiempo la influencia de las capacidades parasitarias y de las inductividades ya en la construcción de ensayo. En un ensayo se puede calcular a continuación la frecuencia de resonancia del circuito oscilante formado de esta manera. Esto se puede realizar, por ejemplo, de tal manera que se envuelve la línea de alimentación hacia el contacto de toma de tierra 17 con una línea, que cortocircuita una salida del generador de ensayo con una resistencia interna de por ejemplo 50 Ω. La tensión en el condensador 16 se toma y se mide, lo que se puede realizar, por ejemplo, por medio de un osciloscopio y una cabeza de exploración 10:1 antepuesta con resistencia interna de 10 MΩ. A través de una variación de la frecuencia se calcula el máximo de la tensión en el condensador 16 y se lee la frecuencia correspondiente. Teniendo en cuenta la capacidad parasitaria de la cabeza de exploración se puede determinar ahora con exactitud la inductividad de la línea. Durante una nueva medición con un condensador 16, que presenta una capacidad modificada de forma correspondiente, entonces la frecuencia, a la que aparece el máximo de la tensión, debería coincidir esencialmente con la frecuencia de la transmisión del sistema de seguridad del tren.

En general, hay que pretender mantener lo más reducidas posible las tolerancias de los componentes en diferentes vehículos de una serie, para que sea necesario solamente una vez el proceso de igualación descrito anteriormente. Esto se puede conseguir para la inductividad de la línea a través de una longitud constante de la conexión capacitiva así como un mismo recorrido a través de abrazaderas de cables hacia el contacto de toma de tierra 17. Con preferencia, el condensador 16 debería presentar, además, una tolerancia lo más reducida posible así como una desviación de la temperatura y del tiempo lo más reducida posible.

Si la calidad del circuito trampa es comparativamente reducida, es decir, que no existe una elevación excesiva de la curva de resonancia, esto tiene el efecto o bien la ventaja de que en este caso el circuito trampa actúa de banda ancha y las tolerancias de los componentes o bien las desviaciones de los componentes tienen una influencia comparativamente reducida sobre la actividad del circuito.

De manera correspondiente al ejemplo de realización descrito anteriormente, el vehículo ferroviario de acuerdo con la invención posibilita a través de medidas en el lado del vehículo comparativamente sencillas y unidas con un gasto de coste comparativamente reducido, mejorar claramente la resistencia a las interferencias de antenas de vehículos dirigidas sobre la vía o bien de los sistemas de seguridad del tren correspondientes.

REIVINDICACIONES

- 1.- Vehículo ferroviario (1) con al menos una antena de vehículo (25) dirigida hacia la vía (30) de un sistema de seguridad del tren, caracterizado porque
- 5 - el vagón (5a, 5b, 5c) del vehículo ferroviario (1) y un eje (7a) dispuesto en la zona de un extremo del vehículo ferroviario (1) están conectados eléctricamente por medio de una conexión capacitiva y
- la al menos una antena de vehículo (25) está dispuesta a una distancia mayor desde el extremo del vehículo ferroviario (1) que el eje (7a) conectado eléctricamente con el vagón (5a, 5b, 5c).
- 2.- Vehículo ferroviario de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la conexión capacitiva comprende un condensador (16) conectado eléctricamente entre el vagón (5a, 5b, 5c) y el eje (7a) así como un contacto de toma de tierra (17) previsto en el eje.
- 10
- 3.- Vehículo ferroviario de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la conexión capacitiva presenta una capacidad que está sincronizada con la inductividad de la conexión eléctrica entre el vagón (5a, 5b, 5c) y el eje (7a), de tal manera que el circuito oscilante resultante presenta una frecuencia de resonancia en la zona de una frecuencia de transmisión de la antena de vehículo (25).
- 15
- 4.- Vehículo ferroviario de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el vagón (5a, 5b, 5c) y otro eje dispuesto en la zona del otro extremo del vehículo ferroviario (1) están conectados eléctricamente por medio de otra conexión capacitiva.
- 5.- Vehículo ferroviario de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque al menos otra antena de vehículo está dispuesta a una distancia mayor del otro extremo del vehículo ferroviario (1) que el otro eje conectado eléctricamente con el vagón (5a, 5b, 5c).
- 20
- 6.- Vehículo ferroviario de acuerdo con la reivindicación 4 ó 5, caracterizado porque la otra conexión capacitiva comprende otro condensador conectado eléctricamente entre el vagón y el otro eje así como un contacto de toma de tierra previsto en el otro eje.
- 7.- Vehículo ferroviario de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado porque la otra conexión capacitiva presenta una capacidad, que está sincronizada con la inductividad de la conexión eléctrica entre el vagón (5a, 5b, 5c) y el otro eje, de tal manera que el otro circuito oscilante resultante presenta una frecuencia de resonancia en la zona de una frecuencia de transmisión de la otra antena de vehículo.
- 25
- 8.- Vehículo ferroviario de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el vehículo ferroviario (1) está accionado con motor eléctrico y presenta un transformador (13) que se puede conectar a través de una toma de corriente (15) en un hilo de alimentación (35).
- 30
- 9.- Vehículo ferroviario de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque el vagón (5a, 5b, 5c) y la derivación de la corriente de retorno del transformador (13) están conectados eléctricamente por medio de una primera conexión capacitiva adicional.
- 35
- 10.- Vehículo ferroviario de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 ó 9, caracterizado porque el vagón (5a, 5b, 5c) y el lado de alta tensión del transformador (13) están conectados eléctricamente entre sí por medio de una segunda conexión capacitiva adicional.
- 11.- Vehículo ferroviario de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el vehículo ferroviario (1) presenta un accionamiento de motor eléctrico con una instalación de tracción alimentada con corriente continua.
- 40
- 12.- Vehículo ferroviario de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado porque el vagón (5a, 5b, 5c) y la derivación de corriente de retorno de la instalación de tracción están conectados eléctricamente por medio de una tercera conexión capacitiva adicional.
- 13.- Vehículo ferroviario de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 ó 12, caracterizado porque el vagón (5a, 5b, 5c) y el lado de alta tensión de la entrada de la instalación de tracción están conectados entre sí por medio de una cuarta conexión capacitiva adicional.
- 45
- 14.- Vehículo ferroviario de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la al menos

una antena de vehículo (25) es una antena de vehículo del sistema europeo de seguridad del tren ETCS (European Train Control System).

15.- Vehículo ferroviario de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el vehículo ferroviario (1) es un tren automotor eléctrico.

