

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 598**

51 Int. Cl.:

H04B 5/00	(2006.01)
H01Q 13/20	(2006.01)
B61L 3/22	(2006.01)
H01Q 1/32	(2006.01)
H01Q 1/46	(2006.01)
H01Q 13/08	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2015** E 15169565 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018** EP 2950457

54 Título: **Sistema de comunicación de datos, sistema ferroviario que comprende tal sistema de comunicación y procedimiento de comunicación asociado**

30 Prioridad:

28.05.2014 FR 1454892

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

27.09.2018

73 Titular/es:

**ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)
3, avenue André Malraux
92300 Levallois-Perret, FR**

72 Inventor/es:

COMTE, RENAUD

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 683 598 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de comunicación de datos, sistema ferroviario que comprende tal sistema de comunicación y procedimiento de comunicación asociado

5

[0001] La invención se refiere a un sistema de comunicación de datos que comprende un primer módulo de emisión-recepción de datos en forma de una señal radioeléctrica y una primera antena radioeléctrica de emisión-recepción, conectada al primer módulo de emisión-recepción y adaptada para estar dispuesta a proximidad de un conductor eléctrico, estando la primera antena de emisión-recepción configurada para emitir, respectivamente
10 recibir, la señal radioeléctrica en forma de ondas radioeléctricas de superficie que se propagan a lo largo del conductor eléctrico. El sistema de comunicación comprende además una segunda antena radioeléctrica de emisión-recepción y un segundo módulo de emisión-recepción de datos, adaptado para intercambiar unos datos con el primer módulo de emisión-recepción, estando el segundo módulo de emisión-recepción conectado a la segunda antena.

15

[0002] La invención se refiere igualmente a un sistema ferroviario, que comprende una red eléctrica ferroviaria que consta al menos de una catenaria, constando cada catenaria de un conductor eléctrico, al menos un vehículo ferroviario destinado a desplazarse a lo largo de la red ferroviaria y tal sistema de comunicación de datos.

20 **[0003]** La invención se refiere igualmente a un procedimiento de comunicación de datos en forma de una señal radioeléctrica en el seno de tal sistema de comunicación de datos.

[0004] La invención se refiere al campo de las radiocomunicaciones para las que la señal radioeléctrica se transmite al menos parcialmente en forma de ondas de superficie que se propagan a lo largo del conductor eléctrico. Se conoce a partir del documento US 3590383A (NAKAHARA TSUNEO ET AL) un sistema de comunicación de datos por ondas de superficie. Se conocen a partir del documento WO 2006/050331 A2 tales sistemas y procedimiento de comunicación de datos, acoplados a una red eléctrica. La red eléctrica consta de una pluralidad de conductores eléctricos unidos eléctricamente unos a otros, estando dispuesto cada conductor entre dos elementos de mantenimiento del conductor y estando incorporado cada elemento de mantenimiento a un mástil vertical.

30

[0005] El sistema de comunicación comprende una antena de emisión fijada a un elemento de soporte y dispuesta a proximidad del conductor eléctrico para emitir una señal radioeléctrica que se acopla en forma de ondas de superficie a lo largo de este conductor eléctrico. El sistema de comunicación comprende igualmente varios pares de antenas repetidoras, constando cada par de antenas repetidoras de una antena de recepción configurada para recibir unas ondas de superficie que se propagan a lo largo de un primer conductor eléctrico y una antena de emisión unida a la antena de recepción correspondiente y configurada para retransmitir dicha señal radioeléctrica en forma de ondas de superficie destinadas a propagarse a lo largo de un segundo conductor eléctrico. El sistema de comunicación comprende además una antena de recepción configurada para recibir, en un extremo de la red eléctrica situada al opuesto de la antena de emisión, la señal radioeléctrica emitida por la antena de emisión. La antena de recepción está igualmente dispuesta a proximidad de un conductor eléctrico correspondiente y está configurada para recibir dicha señal en forma de unas ondas de superficie que se propagan a lo largo de los conductores eléctricos de la red. La antena de recepción situada al extremo de la red está conectada además a un dispositivo central de comunicación a través de unos medios radioeléctricos clásicos de comunicación.

45 **[0006]** Cuando un usuario desea conectarse al sistema de comunicación, por ejemplo para transmitir unos datos, se aproxima a un mástil de la red eléctrica y transmite dichos datos a una antena de emisión fijada a un elemento de mantenimiento a través de un primer emisor-receptor radioeléctrico contenido en un aparato electrónico a su disposición y un segundo emisor-receptor radioeléctrico conectado a la antena de emisión. La primera parte de la transmisión de datos se efectúa entonces en forma de ondas radioeléctricas transmitidas entre el primer emisor-receptor y el segundo emisor-receptor y la parte siguiente de la transmisión de los datos se efectúa a través de la transmisión de ondas de superficie a lo largo de los diferentes conductores eléctricos de dicha red.

[0007] Dicho de otro modo, el usuario se conecta localmente a una antena y a unos medios radioeléctricos, después los datos son transmitidos a lo largo de los conductores eléctricos en forma de ondas de superficie.

55

[0008] Sin embargo, tal sistema de comunicación no es siempre muy práctico para el usuario, debiendo conectarse este localmente a una de las antenas de emisión situada a proximidad de un conductor eléctrico.

[0009] El objetivo de la invención es por tanto proponer un sistema de comunicación que permite facilitar la

transmisión de datos a través de este sistema, a la vez que se utilizan unos conductores eléctricos para efectuar esta transmisión al menos en parte en forma de ondas de superficie que se propagan a lo largo de los conductores eléctricos de la red eléctrica.

5 **[0010]** A tal efecto, la invención tiene como objeto un sistema de comunicación según la reivindicación 1.

[0011] Según otros aspectos ventajosos de la invención, el sistema de comunicación de datos es según las reivindicaciones dependientes 2 a 11.

10 **[0012]** La invención tiene igualmente como objeto un sistema ferroviario según la reivindicación 12.

[0013] Según otro aspecto ventajoso, el sistema ferroviario es según la reivindicación 13.

15 **[0014]** La invención tiene igualmente como objeto un procedimiento de comunicación de datos según la reivindicación 14.

[0015] Estas características y ventajas de la invención se mostrarán con la lectura de la descripción que aparece a continuación, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo, y realizada en referencia a los dibujos anexos, en los que:

20

- la figura 1 es una representación esquemática de un sistema ferroviario según un primer modo de realización, comprendiendo el sistema ferroviario una red eléctrica ferroviaria, un vehículo ferroviario destinado a desplazarse a lo largo de la red ferroviaria y un sistema de comunicación de datos, constando el sistema de comunicación de datos especialmente de una primera antena de emisión-recepción dispuesta a proximidad de un conductor eléctrico de la red y configurada para emitir, respectivamente recibir, una señal radioeléctrica en forma de ondas de superficie que se propagan a lo largo de los conductores eléctricos de dicha red;

25

- la figura 2 es una representación esquemática de la primera antena de la figura 1;

- la figura 3 es un organigrama de un procedimiento de comunicación de datos según la invención;

- la figura 4 es una vista análoga a la de la figura 1 según un segundo modo de realización de la invención; y

30

- la figura 5 es una vista análoga a la de la figura 2 según el segundo modo de realización de la invención.

35

[0016] En la figura 1, un sistema ferroviario 10 comprende una red eléctrica ferroviaria 12, una pluralidad de vehículos ferroviarios 14 y un sistema 16 de comunicación de datos. Un solo vehículo ferroviario 14 se representa en la figura 1 a fin de simplificar los dibujos, y cada vehículo ferroviario 14 está destinado a desplazarse a lo largo de la red ferroviaria 12.

40

[0017] La red eléctrica ferroviaria 12 consta al menos de una catenaria 18, constando cada catenaria 18 de una pluralidad de conductores eléctricos 20, estando los conductores eléctricos 20 unidos uno a otros para asegurar una continuidad de la transmisión de una corriente eléctrica a través de ellos.

45

[0018] La red eléctrica ferroviaria 12 consta igualmente de unos elementos 22 de mantenimiento de los conductores eléctricos 20 de la catenaria 18, así como unos mástiles verticales 24 a los que están fijados los elementos de mantenimiento 22. Los mástiles verticales 24 que permiten entonces disponer los conductores eléctricos 20 a una altura predeterminada con respecto al suelo sobre el que están fijados unos raíles 26 para la circulación de los vehículos ferroviarios 14.

50

[0019] Cada vehículo ferroviario 14 es conocido en sí y está adaptado para circular sobre los raíles 26 a lo largo de la red eléctrica ferroviaria 12. Los vehículos ferroviarios 14 pueden utilizar cualquier tipo de alimentación, ya sea externa, del tipo alimentación eléctrica por catenaria o por un raíl adicional por ejemplo, o interna, del tipo diésel por ejemplo.

55

[0020] En el ejemplo de realización ilustrado en la figura 1, cada vehículo ferroviario 14 está adaptado para ser alimentado eléctricamente a través del conductor eléctrico 20 correspondiente de la catenaria 18. Cada vehículo ferroviario 14 consta por ejemplo de unos pantógrafos 28, estando configurado cada uno para estar en contacto con un conductor eléctrico 20 correspondiente.

[0021] El sistema de comunicación de datos 16 comprende un primer módulo 30 de emisión-recepción de datos en forma de una señal radioeléctrica y una primera antena radioeléctrica de emisión-recepción 32 conectada al primer módulo de emisión-recepción 30 y dispuesta a proximidad de un conductor eléctrico 20. La primera antena

de emisión-recepción 32 está configurada para emitir, respectivamente para recibir, la señal radioeléctrica en forma de ondas de superficie que se propagan a lo largo del conductor eléctrico 20 correspondiente.

5 **[0022]** El sistema de comunicación de datos 16 comprende igualmente una segunda antena radioeléctrica de emisión-recepción 34 y un segundo módulo de emisión-recepción de datos 36, adaptado para intercambiar unos datos con el primer módulo de emisión-recepción 30. El segundo módulo de emisión-recepción 36 está conectado a la segunda antena de emisión-recepción 34.

10 **[0023]** En el ejemplo de realización de la figura 1, el vehículo ferroviario 14 consta de la segunda antena radioeléctrica de emisión-recepción 34 y el segundo módulo de emisión-recepción 36, estando el segundo módulo de emisión-recepción 36 conectado a la segunda antena 34 y adaptado para recibir unos datos emitidos por el primer módulo de emisión-recepción 30.

15 **[0024]** Los conductores eléctricos 20 pertenecen igualmente al sistema de comunicación de datos 16, participando los conductores eléctricos 20 en la transmisión de los datos en forma de señal radioeléctrica, sirviendo de soporte de propagación a las ondas de superficie emitidas, respectivamente recibidas, por la primera antena 32.

20 **[0025]** Cada conductor eléctrico 20 se extiende según una dirección longitudinal X, como se representa en la figura 2.

[0026] El primer módulo de emisión-recepción 30 es conocido en sí y está adaptado para convertir los datos que se van a transmitir en una señal eléctrica transmitida a la primera antena 32, respectivamente para convertir una señal eléctrica recibida de la primera antena 32 en datos.

25 **[0027]** La primera antena 32 está adaptada entonces para transformar dicha señal eléctrica recibida de la parte del primer módulo de emisión-recepción 30 en una señal radioeléctrica emitida en forma de ondas de superficie a lo largo del conductor eléctrico 20 correspondiente, respectivamente para transformar una señal radioeléctrica recibida en forma de ondas de superficie a lo largo del conductor eléctrico 20 correspondiente en una señal eléctrica emitida hacia el primer módulo de emisión-recepción 30.

30 **[0028]** La primera antena 32 está dispuesta suficientemente cerca del conductor eléctrico 20 para permitir una propagación, a lo largo del conductor eléctrico 20, de las ondas de superficie, y de manera general para tener un buen acoplamiento con el conductor eléctrico 20. La primera antena 32 está dispuesta por ejemplo a menos de 50 cm del conductor eléctrico 20 correspondiente, de preferencia incluso a menos de 20 cm de dicho conductor 20.

35 **[0029]** La primera antena 32 está por ejemplo fija con respecto al conductor eléctrico 20 correspondiente. Dicho de otro modo, la posición de la primera antena 32 es intercambiada con respecto a la del conductor eléctrico 20 correspondiente, especialmente con respecto a la posición de los elementos de mantenimiento 22.

40 **[0030]** En el primer modo de realización descrito, solo la primera antena de emisión-recepción 32 está dispuesta a proximidad del conductor eléctrico 20 correspondiente, como se representa en la figura 1. Dicho de otro modo, la única antena dispuesta a proximidad del conductor eléctrico 20 es la primera antena 32, estando situada esta de preferencia a menos de 50 cm de dicho conductor eléctrico 20.

45 **[0031]** La primera antena 32 consta de dos elementos activos 40 dispuestos a lo largo del conductor eléctrico 20 correspondiente y a ambos lados de dicho conductor 20, como se representa en la figura 2.

50 **[0032]** La primera antena 32 está incorporada al mástil 24, o, como variante no representada, a un elemento de mantenimiento 22, y el primer módulo de emisión-recepción 30 está dispuesto, por ejemplo, a proximidad de la base del mástil 24 asociado a este elemento de mantenimiento 22.

[0033] Según la invención, la segunda antena de emisión-recepción 34 está dispuesta a distancia de los conductores eléctricos 20, de preferencia a una distancia superior a 0,5 metros del conductor eléctrico 20 más próximo, como se representa en la figura 1. Como complemento, la segunda antena de emisión-recepción 34 está situada, por ejemplo, a una distancia inferior a 1,5 m del conductor eléctrico 20 más próximo.

[0034] La segunda antena de emisión-recepción 34 está configurada además para captar unas ondas que entre las ondas de superficie emitidas a lo largo del conductor eléctrico 20, son difundidas a continuación a distancia del conductor eléctrico 20 y directamente desde este, respectivamente configurada para emitir unas ondas

radioeléctricas, estando ciertas ondas emitidas por la segunda antena 34 destinadas a propagarse a lo largo del conductor eléctrico 20 en forma de ondas radioeléctricas de superficie.

5 **[0035]** La segunda antena de emisión-recepción 34 que está configurada para captar unas ondas difundidas a distancia del conductor eléctrico 20 correspondiente, respectivamente configurada para emitir unas ondas hacia el conductor eléctrico 20 correspondiente, es por ejemplo una antena bipolar, o una antena de cuarto de onda o incluso una antena con ranura.

10 **[0036]** Como variante, la segunda antena 34 es una antena directiva, es decir focalizada, tal como una antena en hélice, una antena de parche o incluso una antena bocina. La segunda antena 34 está destinada entonces de preferencia a estar dirigida en dirección del conductor eléctrico 20, de preferencia incluso dirigida según una dirección casi perpendicular a la del conductor eléctrico 20.

15 **[0037]** La segunda antena 34 es por ejemplo móvil con respecto al conductor eléctrico 20 según la dirección longitudinal X. Dicho de otro modo, la posición de la segunda antena 34 varía según la dirección longitudinal X con respecto a la del conductor eléctrico 20, especialmente con respecto a la posición de los elementos de mantenimiento 22.

20 **[0038]** El segundo módulo de emisión-recepción 36 es conocido en sí y permite convertir una señal eléctrica recibida de la segunda antena 34 a la que está unido, en datos correspondientes, respectivamente convertir unos datos en una señal eléctrica emitida hacia la segunda antena 34, que permite intercambiar así unos datos con el primer módulo de emisión-recepción 30.

25 **[0039]** En la figura 2, los elementos activos 40 son de preferencia de forma idéntica y dispuestos de manera simétrica con respecto a un plano vertical P que contiene el conductor eléctrico 20 correspondiente.

30 **[0040]** Cada elemento activo 40 consta de un primer extremo 42 y un segundo extremo 44 según la dirección longitudinal X. Cada elemento activo 40 presenta una longitud L entre el primer y segundo extremos 42, 44 según la dirección longitudinal X. La longitud L está comprendida, por ejemplo, entre 5 cm y 30 cm, de preferencia igual a 20 cm, siendo estas longitudes en función de la frecuencia elegida.

35 **[0041]** Cada elemento activo 40 presenta una altura H según una dirección vertical Z perpendicular a la dirección longitudinal X. La altura H está comprendida, por ejemplo, entre 5 cm y 30 cm, de preferencia igual a 30 cm.

40 **[0042]** Cada elemento activo 40 presenta de preferencia un perfil curvado según un plano vertical paralelo al conductor eléctrico 20, es decir según un plano que contiene las direcciones longitudinal X y vertical Z, como se representa en la figura 2. El perfil curvado de cada elemento activo 40 es de preferencia cóncavo con respecto al conductor eléctrico 20.

45 **[0043]** Un espaciamiento W está presente entre los elementos activos 40 de una misma antena, estando definido el espaciamiento según una dirección transversal Y perpendicular al plano vertical que contiene las direcciones longitudinal X y vertical Z. El espaciamiento W está comprendido, por ejemplo, entre 0,5 cm y 10 cm. El espaciamiento W es de valor variable entre el primer y segundo extremo 42, 44, para asegurar una transición sin ruptura desde la impedancia de alimentación en el primer extremo 42, por ejemplo igual a 50 ohms, hasta la impedancia de propagación en el segundo extremo 44, por ejemplo igual a 377 ohms.

50 **[0044]** Cada elemento activo 40 presenta entonces, de preferencia, una forma alargada según la dirección longitudinal X, a la vez que tiene un perfil curvado según el plano vertical paralelo al conductor eléctrico 20.

55 **[0045]** Esta forma particular de cada uno de los elementos activos 40 permite tener el primer extremo 42 del elemento activo fijado a un elemento de mantenimiento 22 correspondiente, a la vez que tiene el segundo extremo 44 del elemento activo dispuesto a una altitud según la dirección vertical Z casi igual a la altitud del conductor eléctrico 20, según el perfil curvado de cada elemento activo 40.

[0046] Cada elemento activo 40 permite igualmente, por su forma alargada según la dirección longitudinal X, facilitar, tanto en emisión como en recepción, el acoplamiento con unas ondas de superficie a lo largo del conductor eléctrico 20.

[0047] El conjunto de los dos elementos activos 40 de la primera antena 32 presenta además una forma general cónica desde los primeros extremos 42 de los elementos activos en dirección de los segundos extremos 44, lo que permite facilitar incluso la propagación de las ondas de superficie a lo largo del conductor eléctrico 20.

5 **[0048]** Cada elemento activo 40 está realizado por ejemplo a partir de un elemento eléctricamente conductor que es inicialmente plano y presenta un espesor E por ejemplo comprendido entre 0,5 cm y 3 cm, de preferencia igual a 1 cm. Este elemento eléctricamente conductor que es inicialmente plano, es curvado a continuación a fin de obtener el perfil curvado de los elementos activos 40.

10 **[0049]** El funcionamiento del sistema de comunicación 16 según la invención se va a describir ahora con la ayuda de la figura 3 que representa un organigrama de un procedimiento de comunicación según la invención. Por cuestiones de simplificación, el camino descendente, que en la siguiente descripción corresponde, por convención, al camino desde el primer módulo 30 hasta el segundo módulo 36, se describe primero, después el camino ascendente se describirá a continuación. El camino ascendente corresponde, por convención y por analogía, al
15 camino desde el segundo módulo 36 hasta el primer módulo 30, siendo el sistema de comunicación 16 perfectamente recíproco.

[0050] Para el camino descendente, durante la etapa inicial 100, una señal radioeléctrica es emitida a través del primer módulo de emisión-recepción 30 acoplado a la primera antena 32, en forma de ondas de superficie que se propagan a lo largo del conductor eléctrico 20 correspondiente, estando dispuesta la primera antena 32 a proximidad del conductor eléctrico 20.
20

[0051] La señal radioeléctrica se propaga entonces durante la etapa 110 en forma de ondas de superficie a lo largo de este conductor eléctrico 20 y desde la primera antena 32. Durante esta etapa de transmisión 110, a medida
25 que las ondas se propagan a la superficie del conductor eléctrico 20, ciertas de estas ondas son progresivamente difundidas cada vez más a distancia del conductor eléctrico 20 y directamente desde dicho conductor eléctrico 20.

[0052] La segunda antena de emisión-recepción 34 es entonces apta, durante la etapa 120, para recibir dichas ondas difundidas a distancia del conductor 20, estando dispuesta la segunda antena 34 a distancia de dicho
30 conductor eléctrico 20 y configurada para captar estas ondas difundidas.

[0053] Durante esta etapa de recepción 120, la señal radioeléctrica recibida por la segunda antena 34 es entonces transmitida al segundo módulo de emisión-recepción 36 para ser convertida en una señal eléctrica suministrada en la salida del segundo módulo de emisión-recepción 36. Los datos emitidos por el primer módulo de
35 emisión-recepción 30 y la primera antena 32 son recibidas así directamente en el interior del vehículo ferroviario 14 por medio del segundo módulo de emisión-recepción 36 acoplado a la segunda antena 34.

[0054] Para el camino ascendente, durante la etapa de emisión 100, una señal radioeléctrica es emitida a través del segundo módulo de emisión-recepción 36 acoplado a la segunda antena 34, en forma de ondas radioeléctricas, estando destinadas ciertas de las ondas emitidas por la segunda antena 34 a propagarse en forma de ondas radioeléctricas de superficie a lo largo del conductor eléctrico 20 correspondiente.
40

[0055] La señal radioeléctrica se propaga entonces durante la etapa 110 en forma de ondas de superficie a lo largo de este conductor eléctrico 20 y hacia la primera antena 32. Durante esta etapa de transmisión 110, las ondas
45 se propagan a la superficie del conductor eléctrico 20 en dirección de la primera antena 32.

[0056] La primera antena 32 es entonces apta, durante la etapa de recepción 120, para recibir dichas ondas de superficie que se propagan a lo largo de este conductor eléctrico 20, estando dispuesta la primera antena 32 a proximidad de dicho conductor eléctrico 20 y configurada para captar estas ondas de superficie.
50

[0057] Durante esta etapa de recepción 120, la señal radioeléctrica recibida por la primera antena 32 es entonces transmitida al primer módulo de emisión-recepción 30 para ser convertida en una señal eléctrica suministrada en la salida del primer módulo de emisión-recepción 30. Los datos emitidos por el segundo módulo de
emisión-recepción 36 y la segunda antena 34 son recibidos así por el primer módulo de emisión-recepción 30
55 conectado a la primera antena 32.

[0058] Esto permite facilitar entonces la comunicación de los datos a la vez que se conserva, en una parte del camino entre el primer módulo de emisión-recepción 30 y el segundo módulo de emisión-recepción 36, la transmisión de las ondas radioeléctricas en forma de ondas de superficie a lo largo del conductor eléctrico 20. Esto

permite entonces obtener un alcance importante para la transmisión de la señal radioeléctrica, a la vez que se facilita la recepción de los datos en el interior del vehículo ferroviario 14, respectivamente la emisión de los datos desde el interior del vehículo ferroviario 14.

5 **[0059]** Contrariamente al sistema de comunicación del estado de la técnica, el sistema de comunicación 16 según la invención no requiere para el usuario conectarse localmente a través de unos medios de radiocomunicación a una antena de emisión-recepción de ondas de superficie situada a proximidad de un mástil de la red eléctrica ferroviaria. El sistema de comunicación 16 según la invención facilita entonces la recepción, respectivamente la emisión, de los datos en cualquier punto del conductor eléctrico 20.

10 **[0060]** Al nivel del vehículo ferroviario, el sistema de comunicación 16 permite la utilización de antenas clásicas, siendo la segunda antena de emisión-recepción 34 por ejemplo de tipo omnidireccional.

[0061] Como variante, para obtener mejor rendimiento, la segunda antena de emisión-recepción 34 es de preferencia directiva, o focalizada, que apunta en dirección del conductor eléctrico 20.

[0062] El hecho de disponer la segunda antena de emisión-recepción 34 a distancia de los conductores eléctricos 20, de preferencia a una distancia superior a 50 cm del conductor eléctrico 20 más próximo, permite además tener una distancia de seguridad entre el vehículo ferroviario 14 y el conductor eléctrico 20, cuando la segunda antena de emisión-recepción 34 está fijada al vehículo ferroviario 14.

[0063] Las figuras 4 y 5 ilustran un segundo modo de realización de la invención, para el que los elementos idénticos a los del primer modo de realización, descrito anteriormente, son marcados por unas referencias idénticas, y no se describen de nuevo.

25 **[0064]** Según este segundo modo de realización, el sistema de comunicación 16 comprende además al menos un par 200 de antenas repetidoras, constando cada par de antenas repetidoras 200 de una primera antena repetidora de emisión-recepción 202 configurada para recibir, respectivamente retransmitir, unas ondas de superficie que se propagan a lo largo de un primer conductor eléctrico 20A y una segunda antena repetidora de emisión-recepción 204. La segunda antena repetidora de emisión-recepción 204 están unida a la primera antena repetidora de emisión-recepción 202 correspondiente de dicho par de antenas 200 y está configurada para retransmitir, respectivamente recibir, unas ondas de superficie que se propagan a lo largo de un segundo conductor eléctrico 20B, correspondiendo las ondas de superficie a lo largo del primer conductor 20A a las ondas de superficie a lo largo del segundo conductor eléctrico 20B.

35 **[0065]** Para cada par de antenas repetidoras 200, la primera antena repetidora de emisión-recepción 202 y la segunda antena repetidora de emisión-recepción 204 presentan cada una, una forma análoga a la de la primera antena de emisión-recepción 32.

40 **[0066]** La primera antena repetidora de recepción 202 y la segunda antena repetidora de emisión-recepción 204 presentan, por ejemplo, la forma de la primera antena 32 descrita anteriormente con respecto a la figura 2 y constan entonces cada una de los dos elementos activos 40, como se representa en la figura 5.

[0067] En el ejemplo de realización de la figura 4, la primera antena de emisión-recepción 32 y la primera antena repetidora 202 están dispuestas cada una en un extremo del primer conductor eléctrico 20A extendiéndose globalmente según la dirección longitudinal X y estando orientadas según unos sentidos opuestos.

[0068] La segunda antena repetidora 204, acoplada a la primera antena repetidora 202 situada a proximidad del primer conductor eléctrico 20A, está situada en cuanto a sí misma a proximidad del segundo conductor eléctrico 20B, estando orientada según el mismo sentido que la primera antena de emisión-recepción 32, a la vez que se extiende igualmente de forma global según la dirección longitudinal X.

50 **[0069]** El par de antenas repetidoras 200 permite entonces retransmitir las ondas de superficie que se propagan inicialmente a lo largo del primer conductor 20A hacia el segundo conductor eléctrico 20B y retransmitir inversamente las ondas de superficie que se propagan inicialmente a lo largo del segundo conductor eléctrico 20B hacia el primer conductor 20A.

[0070] Para el camino descendente, la primera antena repetidora 202 es apropiada para captar las ondas de superficie que se propagan a lo largo del primer conductor 20A, después la segunda antena repetidora 204 que está

acoplada a la primera antena repetidora 202 es apropiada para retransmitir esta misma señal radioeléctrica en forma de ondas de superficie que se propagan a lo largo del segundo conductor eléctrico 20B.

5 **[0071]** A la inversa, para el camino ascendente, la segunda antena repetidora 204 es apropiada para captar las ondas de superficie que se propagan a lo largo del segundo conductor 20B, después la primera antena repetidora 202 que está acoplada a la segunda antena repetidora 204 es apropiada para retransmitir esta misma señal radioeléctrica en forma de ondas de superficie que se propagan a lo largo del primer conductor eléctrico 20A, con destino a la primera antena de emisión-recepción 32.

10 **[0072]** Las antenas repetidoras 202, 204 son llamadas entonces igualmente antenas de retransmisión o incluso antenas repetidoras, permitiendo estas antenas 202, 204 repetir a lo largo del segundo conductor 20B la señal radioeléctrica que se propaga inicialmente a lo largo del primer conductor 20A en forma de ondas de superficie, y recíprocamente a lo largo del primer conductor 20A la señal radioeléctrica que se propaga inicialmente a lo largo del segundo conductor 20B en forma de ondas de superficie.

15 **[0073]** Cada par de antenas repetidoras 200 permite aumentar entonces incluso la distancia de propagación de la señal radioeléctrica a lo largo de los conductores eléctricos 20A, 20B, es decir, aumentar de manera general el alcance de transmisión de la señal radioeléctrica a través de este sistema de comunicación de datos 16.

20 **[0074]** Cada par de antenas repetidoras 200 está incorporado al menos a un elemento de mantenimiento 22 y está dispuesto entonces de preferencia a proximidad de un mástil de la red eléctrica ferroviaria 12.

[0075] El funcionamiento del sistema de comunicación 16 según este segundo modo de realización es entonces análogo al del sistema de comunicación 16 según el primer modo de realización.

25 **[0076]** Para el camino descendente, la emisión de la señal radioeléctrica se efectúa siempre a través de la primera antena de emisión-recepción 32 asociada al primer módulo de emisión-recepción 30, y la recepción final de los datos se efectúa siempre a través de la segunda antena de emisión-recepción 34 acoplada al segundo módulo de emisión-recepción 36, con la segunda antena de emisión-recepción 34 dispuesta a distancia de los diferentes
30 conductores eléctricos 20A, 20B.

[0077] Recíprocamente, para el camino ascendente, la emisión de la señal radioeléctrica se efectúa a través de la segunda antena de emisión-recepción 34 asociada al segundo módulo de emisión-recepción 36 y la recepción final de los datos se efectúa a través de la primera antena de emisión-recepción 32 acoplada al primer módulo de
35 emisión-recepción 30.

[0078] Según esta segunda realización, la etapa de transmisión 110 consta además de una retransmisión de las ondas de superficie de un conductor eléctrico 20A al otro conductor eléctrico 20B por medio de un par de antenas repetidoras 200 correspondiente, permitiendo cada par de antenas repetidoras 200 hacer que se propaguen
40 las ondas de superficie de un conductor eléctrico al otro.

[0079] Las ventajas de esta segunda realización comprenden las ventajas del primer modo de realización descrito anteriormente.

45 **[0080]** El sistema de comunicación 16 según esta segunda realización permite además aumentar el alcance de la transmisión de los datos en forma de señales radioeléctricas, según los pares de antenas repetidoras 200 capaces de asegurar una continuidad en la propagación de las ondas de superficie a lo largo de los conductores eléctricos a pesar del paso del primer conductor 20A al segundo conductor 20B. Este efecto se obtiene especialmente cuando los conductores eléctricos 20 forman parte de la catenaria 18 de la red eléctrica ferroviaria.

50 **[0081]** Se concibe así que el sistema de comunicación de datos 16 según la invención permite tener una distancia elevada entre la primera antena de emisión-recepción 32 y la segunda antena de emisión-recepción 34, típicamente una distancia superior a 1 km, a la vez que se mejora la facilidad de comunicación de los datos, estando fijada la segunda antena de emisión-recepción 34 por ejemplo a un vehículo ferroviario 14, estando acoplada al
55 segundo módulo de emisión-recepción 36 dispuesto en el interior de dicho vehículo ferroviario.

[0082] Esto permite entonces recibir los datos en el interior del vehículo ferroviario 14, incluido cuando está en movimiento a lo largo de la red eléctrica ferroviaria 12.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (16) de comunicación de datos, que comprende:
 - 5 - un primer módulo (30) de emisión-recepción de datos en forma de una señal radioeléctrica,
 - una primera antena radioeléctrica de emisión-recepción (32), conectada al primer módulo de emisión-recepción (30) y adaptada para estar dispuesta a proximidad de un conductor eléctrico (20; 20A, 20B), estando configurada la primera antena de emisión-recepción (32) para emitir, respectivamente recibir, la señal radioeléctrica en forma de ondas radioeléctricas de superficie que se propagan a lo largo del conductor eléctrico (20; 20A, 20B),
 - 10 - una segunda antena radioeléctrica de emisión-recepción (34), y
 - un segundo módulo de emisión-recepción de datos (36), adaptado para intercambiar unos datos con el primer módulo de emisión-recepción (30), estando conectado el segundo módulo de emisión-recepción (36) a la segunda antena (34),
 - 15 **caracterizado porque** la segunda antena de emisión-recepción (34) está destinada a estar dispuesta a distancia del conductor eléctrico (20; 20A, 20B), estando configurada la segunda antena (34) para recibir unas ondas radioeléctricas que, entre las ondas radioeléctricas de superficie emitidas por la primera antena (32), son difundidas a distancia del conductor eléctrico (20; 20A, 20B) y directamente desde dicho conductor eléctrico (20; 20A, 20B), estando configurada la segunda antena (34) respectivamente para emitir unas ondas radioeléctricas, estando
 - 20 destinadas ciertas de las ondas emitidas por la segunda antena (34) a propagarse a lo largo del conductor eléctrico (20; 20A, 20B) en forma de ondas radioeléctricas de superficie, y
porque la primera antena (32) consta de dos elementos activos (40), adaptados para estar dispuestos a lo largo del conductor eléctrico (20; 20A, 20B), y a ambos lados de dicho conductor (20; 20A, 20B), presentando los elementos
 25 activos (40) cada uno un perfil curvado según un plano vertical paralelo al conductor eléctrico (20; 20A, 20B).
2. Sistema de comunicación (16) según la reivindicación 1, en el que solo la primera antena (32) está destinada a estar dispuesta a proximidad del conductor eléctrico (20), de preferencia a menos de 20 cm del conductor eléctrico.
- 30 3. Sistema de comunicación (16) según la reivindicación 1, en el que el sistema (16) comprende además al menos un par (200) de antenas repetidoras (202, 204), constando cada par de antenas repetidoras (200) de una primera antena repetidora de emisión-recepción (202) configurada para recibir, respectivamente retransmitir, unas ondas de superficie que se propagan a lo largo de un primer conductor eléctrico (20A) y una segunda antena repetidora de emisión-recepción (204), estando unida la segunda antena repetidora (204) a la primera antena repetidora (202) correspondiente del par de antenas y estando configurada para retransmitir, respectivamente recibir, unas ondas de superficie que se propagan a lo largo de un segundo conductor eléctrico (20B), las ondas de superficie a lo largo del primer conductor (20A) correspondiente a las ondas de superficie a lo largo del segundo conductor eléctrico (20B).
- 40 4. Sistema de comunicación (16) según la reivindicación 3, en el que cada antena repetidora (202, 204) consta de dos elementos activos (40), adaptados para estar dispuestos a lo largo del conductor eléctrico (20A, 20B) y a ambos lados de dicho conductor (20A, 20B), presentando cada uno de los elementos activos (40) un perfil curvado según un plano vertical paralelo al conductor eléctrico (20A, 20B).
- 45 5. Sistema de comunicación (16) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema (16) comprende además el conductor eléctrico (20; 20A, 20B) destinado a ser recorrido por una corriente eléctrica y la primera antena de emisión-recepción está dispuesta a proximidad del conductor eléctrico (20; 20A, 20B), de preferencia a casi menos de 20 cm del conductor eléctrico (20; 20A, 20B).
- 50 6. Sistema de comunicación (16) según la reivindicación 5, en el que el conductor eléctrico (20; 20A, 20B) es un conductor eléctrico de una catenaria (18) de una red ferroviaria (12).
7. Sistema de comunicación (16) según la reivindicación 5 o 6, en el que la distancia entre el conductor eléctrico (20; 20A, 20B) y la segunda antena de emisión-recepción (34) está comprendida casi entre 50 cm y 150 cm, de preferencia casi comprendida entre 50 cm y 100 cm.
8. Sistema de comunicación (16) según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que el conductor eléctrico (20; 20A, 20B) se extiende según una dirección longitudinal (X) y en el que la primera antena de

emisión-recepción (32) está fija con respecto al conductor eléctrico (20; 20A, 20B) y la segunda antena de emisión-recepción (34) es móvil con respecto al conductor eléctrico (20; 20A, 20B) según la dirección longitudinal (X).

9. Sistema de comunicación (16) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los 5 elementos activos (40) son de forma idéntica y están destinados a estar dispuestos de manera simétrica con respecto a un plano vertical (P) que contiene el conductor (20; 20A, 20B).

10. Sistema de comunicación (16) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el perfil curvado es cóncavo con respecto al conductor eléctrico (20; 20A, 20B).

11. Sistema de comunicación (16) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda antena de emisión-recepción (34) es una antena directiva y está destinada a estar dirigida en dirección del conductor eléctrico (20).

12. Sistema ferroviario (10) que comprende:

- una red eléctrica ferroviaria (12) que consta al menos de una catenaria (18), constando cada catenaria (18) de un conductor eléctrico (20; 20A, 20B),

- al menos un vehículo ferroviario (14) destinado a desplazarse a lo largo de la red ferroviaria (12), y

20 - un sistema de comunicación de datos (16),

caracterizado porque el sistema de comunicación de datos (16) es conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

13. Sistema ferroviario (10) según la reivindicación 12, en el que la primera antena de emisión-recepción (32) está configurada para emitir, respectivamente recibir, la señal radioeléctrica en forma de ondas de superficie que se propagan a lo largo del conductor de la catenaria correspondiente y en el que al menos un vehículo ferroviario (14) consta de la segunda antena radioeléctrica de emisión-recepción (34) y el segundo módulo de emisión-recepción de datos (36), estando conectado el segundo módulo de emisión-recepción (36) a la segunda 30 antena (34) y adaptado para intercambiar unos datos con el primer módulo de emisión-recepción (30).

14. Procedimiento de comunicación de datos en forma de una señal radioeléctrica en el seno de un sistema de comunicación de datos (16), constando el sistema de comunicación (16) de un primer módulo de emisión-recepción de datos (30), una primera antena radioeléctrica de emisión-recepción (32) conectada al primer 35 módulo de emisión-recepción (30), estando dispuesta la primera antena de emisión-recepción (32) a proximidad del conductor eléctrico (20; 20A, 20B), una segunda antena radioeléctrica de emisión-recepción (34) y un segundo módulo de emisión-recepción de datos (36) conectado a la segunda antena (34), comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:

40 - la emisión (100) de la señal radioeléctrica, a través de un módulo entre el primer módulo (30) y el segundo módulo (36) y a través de una antena entre la primera antena (32) y la segunda antena (34),

- la transmisión (110) de la señal radioeléctrica en forma de ondas de superficie que se propagan a lo largo de un conductor eléctrico (20; 20A, 20B), y

45 - la recepción (120) de dicha señal radioeléctrica, a través de la otra antena entre la primera antena (32) y la segunda antena (34) y a través del otro módulo entre el primer módulo (30) y el segundo módulo (36),

caracterizado porque la señal radioeléctrica asociada a la segunda antena (34) es recibida en forma de ondas que, entre las ondas de superficie emitidas, son difundidas a distancia del conductor eléctrico (20; 20A, 20B) y directamente desde dicho conductor eléctrico (20; 20A, 20B), respectivamente emitido en forma de ondas 50 radioeléctricas, estando destinadas ciertas de las ondas emitidas por la segunda antena (34) a propagarse a lo largo del conductor eléctrico (20; 20A, 20B) en forma de ondas radioeléctricas de superficie,

estando dispuesta la segunda antena (34) a distancia del conductor eléctrico (20; 20A, 20B), y

55 constando la primera antena (32) de dos elementos activos (40), adaptados para estar dispuestos a lo largo del conductor (20; 20A, 20B) y a ambos lados de dicho conductor (20; 20A, 20B), presentando los elementos activos (40) cada uno un perfil curvado según un plano vertical paralelo al conductor eléctrico (20; 20A, 20B).

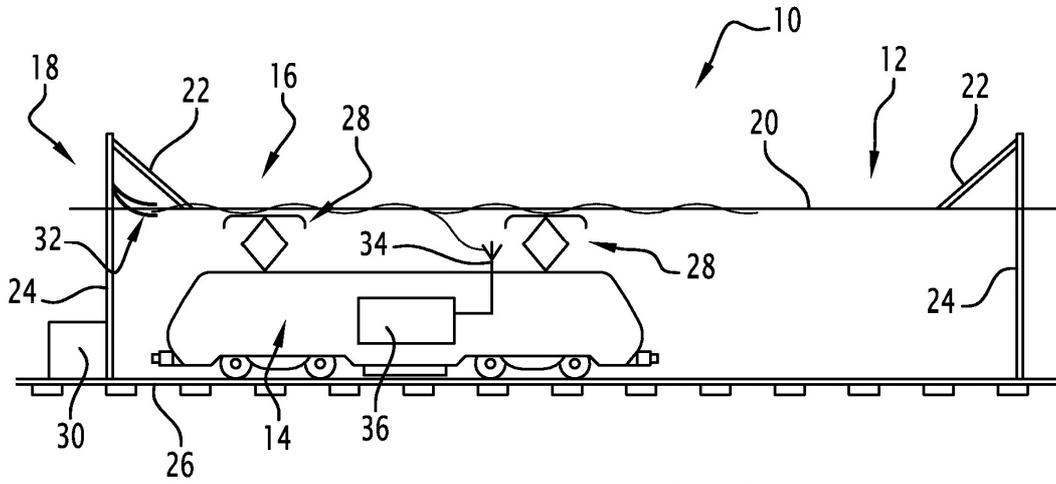


FIG.1

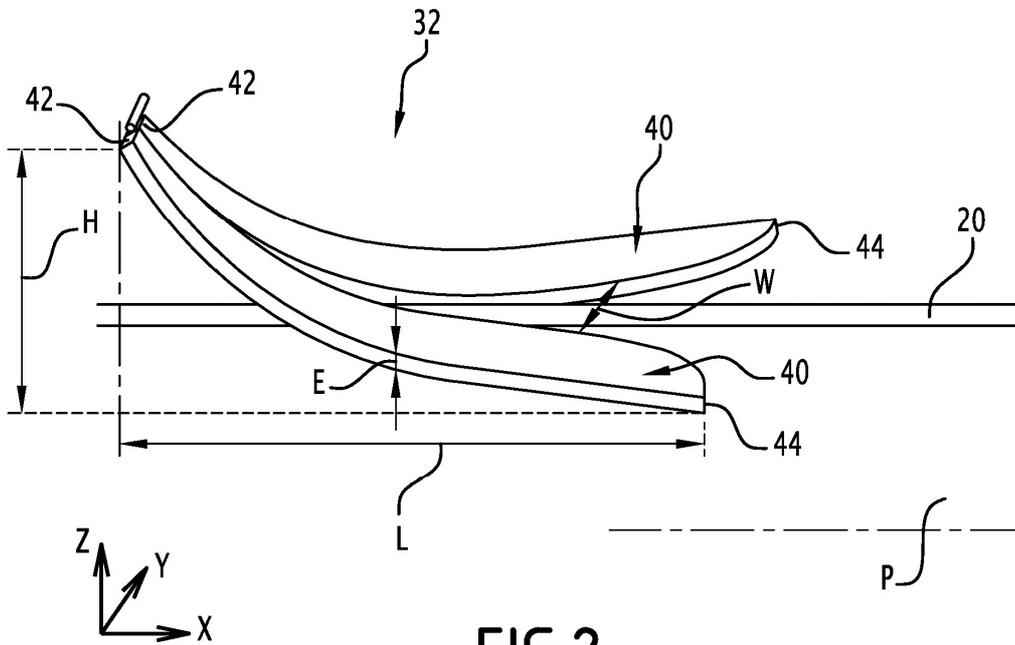


FIG.2

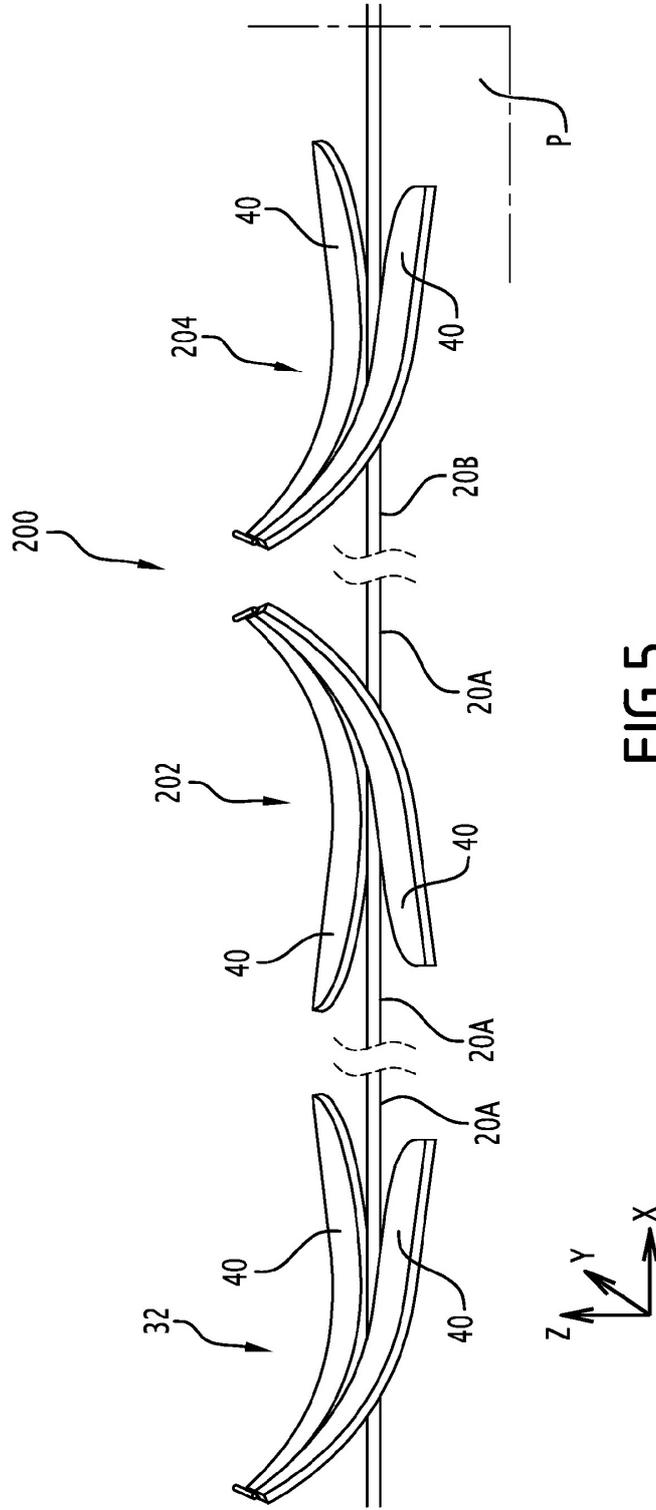


FIG. 5