(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 968 233**

(51) Int. Cl.:

H04B 7/0408 (2007.01)
H01Q 1/32 (2006.01)
H04B 7/0491 (2007.01)
H04B 7/06 (2006.01)
H04W 84/00 (2009.01)
B61L 15/00 (2006.01)
H01Q 21/29 (2006.01)
H01Q 25/00 (2006.01)
H04B 7/10 (2007.01)
B61L 25/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2020 E 20162190 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2023 EP 3709527**

(54) Título: **Sistema de comunicación inalámbrica para vehículos terrestres**

(30) Prioridad:

15.03.2019 SE 1950326

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.05.2024

(73) Titular/es:

ICOMERA AB (100.0%)
Odinsgatan 28
411 03 Göteborg, SE

(72) Inventor/es:

KARLSSON, MATS y
REINHAGEN, RIKARD

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

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 inalámbrica para vehículos terrestres

Campo técnico de la invención

La presente invención está relacionada con el campo de la tecnología de la comunicación inalámbrica y, más concretamente, con un sistema y un método de comunicación inalámbricos especialmente adecuados para vehículos terrestres, como los trenes.

Antecedentes de la invención

Las últimas décadas han introducido grandes mejoras y avances en el campo de la tecnología de la comunicación. De hecho, la llegada de Internet, los teléfonos móviles y, más recientemente, los teléfonos inteligentes y las tabletas ha cambiado enormemente nuestra forma de comunicarnos y, muy posiblemente, ha acelerado el campo tecnológico que rodea a estos dispositivos. Como consecuencia inevitable, existe una demanda cada vez mayor de ancho de banda para satisfacer la necesidad de conectividad en línea del mercado, lo que se traduce en una mayor atención al desarrollo y la mejora constantes de la tecnología y los sistemas subyacentes para dar cabida a esta demanda.

Además, existe una demanda cada vez mayor por parte de los consumidores de poder comunicarse a través de teléfonos móviles y otros terminales de mano en todo momento, incluso mientras viajan, por ejemplo, en trenes, autobuses y barcos.

En particular, los problemas se presentan en los vehículos terrestres en movimiento, y en particular cuando varios usuarios/clientes viajan juntos en vehículos más grandes y a una velocidad relativamente alta, como autobuses, trenes y similares. Al mismo tiempo, existe hoy en día una creciente demanda por parte de los pasajeros de poder comunicarse a través de teléfonos móviles y otros terminales de mano cuando viajan, por ejemplo, en tren, y también de poder acceder a Internet con ordenadores portátiles, PDA, etc. Además, con los nuevos teléfonos inteligentes y la forma en que éstos se utilizan, por ejemplo con aplicaciones en funcionamiento continuo, muchos teléfonos están activos en todo momento, lo que significa que se requieren muchos traspasos cuando el tren se mueve. Aunque este problema es común a todos los vehículos en movimiento, es especialmente pronunciado en los vehículos que se desplazan a gran velocidad, como los trenes.

PE 1 175 757 y EP 2 943 011 del mismo solicitante describen dos métodos por los que muchas de estas debilidades derivadas de la comunicación inalámbrica pueden superarse mediante el uso concurrente de múltiples enlaces inalámbricos. Las optimizaciones pueden basarse, por ejemplo, en la latencia, el ancho de banda y otros parámetros de rendimiento, pero también, por ejemplo, en el coste. Sin embargo, las soluciones mencionadas son a veces insuficientes para obtener un rendimiento de transmisión óptimo y la capacidad de transmisión necesaria. Los trenes y otros vehículos en movimiento atraviesan a menudo zonas con mala cobertura de radio y, en particular en esas zonas, las soluciones actuales pueden ser a veces incapaces de gestionar el tráfico necesario.

US 2018/367209 se dirige a un sistema de comunicación de trenes en el que antenas que tienen polarizaciones diferentes están dispuestas en diferentes lados del techo del tren, con el fin de proporcionar enlaces separados a una estación base dispuesta en una dirección hacia delante o hacia atrás del tren.

JP 2019/021978 está dirigido a un sistema de comunicación para vehículos, tales como automóviles, y dirigido a proporcionar diversidad doppler.

US 2017/214128 se dirige a un sistema de comunicación para trenes, en el que las antenas están dispuestas en las ventanillas del tren.

Por lo tanto, es necesario un sistema de comunicación inalámbrica mejorado para vehículos en movimiento, que proporcione una mejor utilización de la capacidad. Aunque la discusión anterior se centra en los trenes, se dan situaciones y problemas similares en muchos otros tipos de vehículos terrestres en movimiento y, en particular, en los vehículos de transporte público en movimiento, como autobuses y barcos.

Así pues, en vista de lo anterior, existe la necesidad de un sistema de comunicación inalámbrica mejorado para vehículos terrestres que proporcione una mayor capacidad y fiabilidad sin dejar de ser rentable.

Breve descripción de la invención

Por lo tanto, es un objetivo de la presente invención proporcionar un sistema y un método de comunicación inalámbrica para vehículos terrestres, como un tren o un autobús, que alivie todos o al menos algunos de los inconvenientes de los sistemas actualmente conocidos. Otro objetivo de la invención es proporcionar un medio para una conectividad inalámbrica robusta y estable en vehículos terrestres.

Este objetivo se logra mediante un sistema de comunicación inalámbrica y un método para la comunicación inalámbrica

de datos entre un sistema de comunicación inalámbrica en un vehículo terrestre y un servidor de comunicación estacionario fuera del vehículo, tal como se define en las reivindicaciones anexas.

Según un primer aspecto de la invención se proporciona un sistema de comunicación inalámbrica para un vehículo terrestre, dicho sistema de comunicación inalámbrica comprende:

un enrutador conectado a una pluralidad de antenas, en el que el enrutador está configurado para transmitir y recibir comunicación inalámbrica de datos hacia y desde un servidor de comunicación estacionario situado en el exterior de dicho vehículo a través de al menos una estación base de una red móvil exterior a través de dichas antenas;
en el que dichas antenas son antenas direccionales dispuestas en planos del vehículo que funcionan como planos de tierra, planos aislantes o planos absorbentes, extendiéndose cada plano en una dirección de altura y en una dirección de longitud de dicho vehículo, en el que al menos una antena está dirigida de forma que su haz de antena cubre un sector lateralmente dirigido hacia un primer lado del vehículo, y al menos una antena está dirigida de forma que su haz de antena cubre un sector lateralmente dirigido hacia un segundo lado del vehículo, siendo el segundo lado opuesto al primero.

La invención se basa, al menos en parte, en la constatación de que mediante la disposición de las antenas en planos verticales que funcionan como planos de tierra, planos aislantes o planos absorbentes, las antenas de cada lado del vehículo quedan separadas y aisladas entre sí. Así, las antenas de cada lado sólo estarán en contacto de comunicación con las estaciones base de ese lado del vehículo, y no con las estaciones base del otro lado. La invención se basa además en la constatación de que con las antenas omnidireccionales convencionales es difícil obtener un mayor ancho de banda y capacidad utilizando varios enlaces de uso simultáneo operados por el mismo operador de red móvil. La mayoría de los países cuentan con unas tres redes de acceso de radio independientes, es decir, redes de estaciones base. Si dos módems establecen la conexión a través del mismo operador, o a través de dos operadores que utilicen la misma red de acceso de radio, lo más probable es que las antenas estén conectadas a la misma estación base y al mismo poste móvil. De este modo, aunque se obtengan dos enlaces utilizables simultáneamente, los dos enlaces competirán entre sí y dividirán esencialmente el ancho de banda que estaría disponible si sólo se estableciera un enlace con la estación base. Por lo tanto, en estos casos, la mejora de la capacidad mediante el uso de enlaces múltiples es muy limitada. Sin embargo, al aislar las antenas y los sectores entre sí, esto obliga a establecer los enlaces con dos estaciones base diferentes, incluso en los casos en los que se utiliza el mismo operador. De este modo, la velocidad de transmisión puede mejorarse en gran medida utilizando dos enlaces utilizables simultáneamente, y muchas veces duplicarse. Así, utilizando la antena y la estrategia de radio de la presente invención, la capacidad aumenta considerablemente.

En una realización, los planos funcionan como planos de tierra. De este modo, cada plano comprende una superficie conductora, por ejemplo de metal, que lo hace reflectante a las ondas de radiofrecuencia (RF). De este modo, cualquier onda RF que se propague en dirección hacia atrás, hacia el plano, se reflejará de regreso en dirección hacia delante.

En otra realización, los planos funcionan como planos absorbentes. De este modo, cada plano comprende una superficie no conductora, y que es de un material y/o estructura que hace que la superficie sea altamente absorbente a las ondas de radiofrecuencia. De este modo, cualquier onda de radiofrecuencia que se propague en dirección contraria, hacia el plano, será absorbida e impedirá que se propague más allá del plano.

En otra realización, los planos pueden funcionar como planos aislantes. De este modo, cada plano comprende una superficie conductora o no conductora, y que es de un material y/o estructura que prohíbe la penetración de las ondas de radiofrecuencia. De este modo, las ondas de radiofrecuencia que se propaguen en dirección contraria, hacia el plano, dejarán de propagarse más allá del plano.

Las antenas son antenas direccionales, que en el contexto de la presente solicitud debe entenderse como una antena que irradia o recibe mayor potencia en un sector específico que en otros sectores en el plano horizontal, teniendo el sector un ángulo de 180 grados o menos. Preferiblemente, la radiación y la recepción en otros sectores son muy limitadas, o incluso inexistentes. Preferiblemente, la antena sólo transmite y recibe esencialmente en este sector.

Así, no es necesario que las antenas proporcionen lóbulos perfectamente dirigidos, sino con lóbulos suficientemente dirigidos en la dirección prevista y correcta para proporcionar la directividad y el aislamiento suficientes hacia otros sectores, de modo que las antenas sólo estén conectadas a estaciones base en sus sectores previstos, y no a estaciones base situadas en otros sectores.

Los planos del vehículo en los que están dispuestas las antenas pueden, según una realización, estar situados en las paredes laterales exteriores del vehículo. Así, el vehículo en sí puede funcionar como plano de tierra, plano aislante o plano absorbente. Las antenas pueden, por ejemplo, estar dispuestas directamente en las paredes laterales, preferiblemente en una posición relativamente alta, como cerca del techo. Como alternativa, las antenas pueden estar dispuestas sobre una placa metálica o similar, fijada a las paredes laterales. Las antenas también pueden disponerse en ventanas metalizadas, como las divulgadas, por ejemplo, en WO 2016/013968 del mismo solicitante. Utilizando el vehículo en sí mismo como aislante entre la antena, se obtiene una separación y un aislamiento muy eficaces, y al mismo tiempo a un coste muy bajo, y sin ningún añadido a la altura del vehículo.

Según la invención reivindicada, los planos se proporcionan en los lados de una viga longitudinal que se extiende en una

dirección longitudinal del vehículo. Dicha viga longitudinal, preferiblemente de metal o con una superficie metalizada, está dispuesta en el centro del techo y tiene forma alargada, extendiéndose en la dirección longitudinal del vehículo. La viga debe tener lados verticales suficientemente grandes para proporcionar un aislamiento adecuado entre las antenas de los distintos lados. La viga puede tener, por ejemplo, una altura del orden de 10-25 cm y una longitud del orden de 50-200 cm. La viga está preferiblemente en contacto conductor de electricidad con el techo del vehículo. La disposición de antenas en una estructura tan alargada es relativamente sencilla de producir y montar, y también se puede adaptar con relativa facilidad a vehículos más antiguos. Además, incluso dichas antenas pueden realizarse solo con un añadido limitado a la altura del vehículo.

Preferiblemente, las antenas son relativamente delgadas y se extienden en un plano paralelo al plano de tierra, al plano aislante o al plano absorbente. Por ejemplo, la antena puede ser una antena de parche. Como la antena es delgada, sólo sobresaldrá de forma muy limitada hacia los lados de la pared lateral del vehículo o hacia los lados de la viga longitudinal del techo.

Las antenas son preferiblemente de polarización cruzada, por lo que transmiten y reciben simultáneamente en dos polarizaciones diferentes. La separación relativa y el aislamiento de los sectores de cada antena permiten utilizar las antenas de polarización cruzada. Estas antenas de polarización cruzada son muy eficaces, por ejemplo, para su uso con MIMO, ya que la separación puede obtenerse por diversidad de polarización en lugar de por separación espacial. De este modo, las antenas pueden disponerse relativamente cerca unas de otras, lo que facilita el montaje y la fabricación.

Las antenas pueden estar provistas de direcciones fijas de haz de antena. De este modo, los sectores proporcionados por las antenas son fijos y estáticos en relación con el vehículo, y siempre están dirigidos en la misma dirección. Esto permite utilizar antenas rentables y una instalación y funcionamiento relativamente sencillos. En una realización preferida, las antenas son antenas de parche con polarizaciones ortogonales. Por ejemplo, las polarizaciones ortogonales pueden proporcionarse como polarización vertical y horizontal. Alternativamente, las direcciones de polarización pueden estar dispuestas en disposiciones inclinadas, por ejemplo en forma de doble inclinación, como estar dispuestas en orientaciones de +/- 45 grados. Tal disposición puede ser preferible si las antenas de las estaciones base con las que se van a comunicar las antenas del vehículo tienen orientaciones de polarización similares, lo que suele ser el caso.

Alternativamente, las antenas tienen haces orientables. De este modo, los haces, es decir, los sectores, pueden ser controlados activamente por un controlador, para ser dirigidos a un subsector concreto dentro de un sector generalmente abarcable. La antena puede ser, por ejemplo, una antena de matriz en fase. Sin embargo, también son factibles otras realizaciones, como un montaje de antena móvil mecánica o eléctricamente, que dirija físicamente el haz de la antena en varias direcciones.

El sistema de comunicación inalámbrica puede comprender al menos dos antenas dirigidas de modo que sus haces de antena cubran sectores lateralmente dirigidos a un primer lado del vehículo, y al menos dos antenas dirigidas de modo que sus haces de antena cubran sectores lateralmente dirigidos a un segundo lado del vehículo, siendo el segundo lado opuesto al primero, en el que los sectores para al menos las dos antenas de cada lado no están solapadas al menos en su mayor parte. De este modo, las dos antenas de cada lado pueden estar dispuestas, por ejemplo, para cubrir esencialmente un sector de 90 grados cada una, una en dirección de avance y otra en dirección de retroceso, en relación con la dirección de movimiento del tren. De este modo, las dos antenas de cada lado también pueden conectarse a estaciones base diferentes, lo que proporciona, en el mejor de los casos, una cuadruplicación de la capacidad en comparación con la solución de antenas omnidireccionales. Los sectores para al menos las dos antenas de cada lado preferiblemente no se solapan.

También pueden proporcionarse más de dos sectores en cada lado, como tres antenas y tres sectores en cada lado, o cuatro antenas y cuatro sectores en cada lado, o más. En particular, más de dos antenas y sectores a cada lado, como tres o cuatro, resultan ventajosos si están repartidos por un vehículo largo, como dispuestos en distintos vagones de un tren.

Al disponer de antenas que operan en sectores diferenciados, se obtiene una mejor capacidad. Además, los sectores más o menos estrechos proporcionan una mayor ganancia y un mejor alcance y cobertura y, en consecuencia, una utilización más eficaz de la energía.

En caso de que sólo se proporcione un sector en cada lado del vehículo, el sector puede estar dirigido de forma generalmente perpendicular a la dirección longitudinal del vehículo, y puede tener un ángulo de apertura tan grande como 180 grados. Sin embargo, también son factibles ángulos de apertura menores, y el sector también puede estar dirigido de forma no perpendicular a la dirección longitudinal, por ejemplo, parcialmente en una dirección hacia delante del vehículo. En caso de que se utilicen dos sectores en cada lado, el ángulo de apertura es preferiblemente de 90 grados o menos, y los sectores se orientan preferiblemente de forma que el solapamiento sea mínimo. Por ejemplo, un sector puede estar dirigido hacia una dirección de avance del vehículo y otro hacia una dirección de retroceso del vehículo. En caso de que se utilicen tres sectores en cada lado del vehículo, los sectores pueden tener un ángulo de apertura de 60 grados o menos, y pueden estar dirigidos en una dirección hacia delante, en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal del vehículo y en una dirección hacia atrás. Las disposiciones correspondientes pueden utilizarse cuando se proporcionan cuatro o más sectores en cada lado. En un vehículo largo, la separación entre los sectores también puede obtenerse

disponiendo las antenas lejos unas de otras, y así pueden utilizarse teóricamente sectores solapados, ya que los sectores separados prácticamente no se solaparán mucho.

Los sectores pueden estar fijos en relación con el vehículo, pero también pueden ser móviles, por ejemplo mediante el uso de antenas direccionales activas.

Es preferible que los sectores no se solapen al menos en su mayor parte, y preferiblemente que no se solapen. Sin embargo, una pequeña cantidad de solapamiento puede seguir siendo aceptable, como un solapamiento de área inferior al 25 %, inferior al 20 %, inferior al 15 %, inferior al 10 % o inferior al 5 %.

Preferiblemente, el enrutador está conectado o incluye una pluralidad de módems, cada uno de los cuales está conectado o puede conectarse al menos a una antena, y preferiblemente al menos a dos antenas. Los módems son preferiblemente utilizables para establecer varios enlaces utilizables simultáneamente, proporcionados en los dos o más sectores.

Preferiblemente, pueden proporcionarse varios módems relacionados con operadores de redes móviles que utilicen la misma red de acceso de radio, y preferiblemente, varios módems relacionados con el mismo operador de red móvil, lo que permite establecer enlaces utilizables simultáneamente con la misma red de acceso de radio, y posiblemente incluso con el mismo operador, en diferentes sectores, mediante la conexión a diferentes estaciones base.

Preferiblemente, hay más de un módem conectado o conectable a cada sector de antena, lo que permite a un controlador del enrutador determinar y controlar continuamente qué módem utilizar para establecer un enlace de comunicación para cada sector.

El "enrutador" es preferiblemente un enrutador de red, que es una máquina que reenvía paquetes de datos entre redes informáticas, preferiblemente en al menos dos enlaces de datos en cada dirección. Dicho de otro modo, el enrutador de red es capaz de proporcionar comunicación de datos entre una red de área local interna (dispuesta dentro del vehículo) y una red de área amplia (WAN) externa fuera del vehículo. El enrutador puede ser un enrutador de acceso móvil (MAR), y preferiblemente un enrutador de acceso móvil y aplicaciones (MAAR).

En cuanto al funcionamiento general del sistema de comunicación, el enrutador y el servidor de comunicación estacionario (remoto) están conectados preferentemente a través de una pluralidad de redes móviles/celulares exteriores (proporcionadas por las estaciones base), que pueden utilizarse simultáneamente. Asimismo, es preferible que el enrutador esté dispuesto para comunicarse con el servidor de comunicación estacionario a través de al menos dos enlaces de datos diferentes (rutas de comunicación) que tengan características distintas (por ejemplo, en bandas de frecuencia diferentes) y, a continuación, para separar automáticamente el tráfico de datos entre los enlaces de datos basándose en una evaluación de la calidad del enlace. La evaluación de la calidad del enlace puede ejecutarse, por ejemplo, como se divulga en WO 2015/169917del mismo solicitante. A continuación, los flujos de datos se reenvían en uno o varios enlaces hacia y desde un servidor externo dedicado, que puede denominarse servidor de agregación o compuerta. Los diferentes enlaces forman así un único enlace virtual entre el enrutador y la compuerta.

Según una realización, la calidad de los enlaces de datos disponibles se evalúa en una capa anfitriona enviando repetidamente peticiones dispuestas para desencadenar una respuesta automatizada determinable al servidor de comunicación estacionario a través de los enlaces de datos, y para medir el tiempo transcurrido hasta que se reciben las respuestas automatizadas desencadenadas, y asignando flujos de datos a los enlaces de datos basándose, al menos en parte, en la calidad evaluada.

Los "flujos de datos" son tráfico que necesita ser enrutado. En el contexto de la presente solicitud, un flujo debe considerarse como toda comunicación con una combinación específica de direcciones IP de origen y destino finales y puertos de red, o cualquiera que sea su equivalente en un esquema de red en el que estos identificadores no se utilicen o no sean suficientemente distintivos. Un flujo se "crea" cuando cualquier entidad de un lado del sistema intenta comunicarse con cualquier entidad del otro lado, utilizando cualquier combinación específica de puertos.

"Las solicitudes dispuestas para desencadenar una respuesta automatizada determinable" son cualquier envío activo de una solicitud u otra provocación a través de una red, mediante un enlace específico, con la expectativa de recibir una respuesta predeterminada, y preferiblemente bajo un tiempo de espera o la salvaguarda correspondiente. La implementación específica de dichas solicitudes puede variar, dependiendo de la información que deba determinarse, los protocolos de comunicación, la ubicación del host de destino, la cantidad de tráfico enviado y solicitado, y el límite preciso establecido por la función de tiempo de espera.

El enrutador y el servidor estacionario están conectados preferiblemente a través de una pluralidad de redes móviles exteriores, que pueden utilizarse simultáneamente. Además, el enrutador está dispuesto preferiblemente para comunicarse con el servidor de comunicación en al menos dos enlaces de datos diferentes (rutas de comunicación) que tienen características diferentes, y para separar automáticamente el tráfico de comunicación entre dichos enlaces de datos basándose en la evaluación. La comunicación puede optimizarse automáticamente basándose en la evaluación, y también opcionalmente en otras condiciones, como el precio, la velocidad, la latencia, etc. Así, además de la evaluación, la priorización y las asignaciones pueden realizarse en función de otros parámetros estáticos o dinámicos, como la intensidad

de la señal y similares. Tales optimizaciones adicionales son per se conocidas por EP 1 175 757 del mismo solicitante. A continuación, se realiza una selección automática entre los enlaces de datos disponibles para utilizar la combinación más eficaz. De este modo, se obtiene una distribución sin fisuras de los datos entre los distintos enlaces de datos.

El enrutador puede utilizar cualquier enlace de datos disponible, como dos o más de, por ejemplo, GSM, satélite, DVB-T, HSPA, EDGE, 1X RTT, EVDO, LTE, WiFi (802.11) y WiMAX; y combinarlos en una conexión de red virtual. En concreto, la presente invención es muy adecuada para su uso con LTE, y en particular LTE de categoría 20, y 5G. En particular, se prefiere utilizar enlaces de datos proporcionados a través de tecnologías de comunicación de red inalámbrica de área amplia (WWAN).

La selección se realiza preferentemente una vez para cada flujo de datos. Sin embargo, también puede hacerse una nueva selección para los flujos de datos que hayan fallado. Además, los flujos de datos también pueden dividirse entre dos o más enlaces de datos, por ejemplo, transfiriendo una primera parte de un flujo de datos en un enlace de datos para empezar, y luego continuar la transferencia del resto del flujo de datos en otro enlace de datos, basándose en una decisión de reasignación. La re-selección y/o reasignación también puede realizarse basándose en otros criterios que no sean el fallo completo del enlace de datos actualmente utilizado, como cuando la calidad evaluada del enlace actualmente utilizado se deteriora significativamente, cae por debajo de un determinado umbral, o similares.

La asignación de flujos de datos a los enlaces de datos basada, al menos en parte, en la calidad evaluada puede producirse de varias maneras. En una realización preferida, los enlaces de datos disponibles se conectan a valores de mérito, por ejemplo, valores de mérito enteros, basados en la calidad evaluada, a su vez basada en los resultados medidos de las pruebas, y opcionalmente también basada en el rendimiento máximo nominal (NMT) de los enlaces. Preferiblemente, se asignan valores de mérito separados en cada dirección de tráfico a cada enlace. A continuación, los enlaces pueden ponderarse entre sí al menos en parte, y preferiblemente en su totalidad, por estos valores de mérito. Así, en una realización, todos los flujos a los enlaces pueden asignarse en proporción lineal a los valores de mérito de los enlaces.

Las solicitudes que desencadenan una respuesta automatizada determinable pueden ser solicitudes a un servidor del sistema de nombres de dominio (DNS). Un proveedor de servicios de Internet (ISP) WWAN ofrecerá normalmente las direcciones de uno o varios servidores del sistema de nombres de dominio (DNS), como servicio esencial. Las consultas DNS pueden vincularse a cada enlace, para intentar resolver un nombre de dominio en gran medida arbitrario utilizando uno de los servidores proporcionados por el ISP, o cualquier otro. La falta de respuesta en un plazo determinado se interpreta como un problema general en la transferencia de la pequeña cantidad de datos o un problema más específico con el servidor DNS consultado.

Alternativamente, la solicitud que desencadena una respuesta automatizada determinable puede utilizar el protocolo ICMP. En particular, se prefiere que las solicitudes que desencadenan una respuesta automatizada determinable sean datagramas ECHO_REQEST, utilizados para desencadenar una ECHO_RESPONSE desde un host remoto arbitrario. Además, las ECHO_REQEST pueden estar provistas de una cantidad variable de datos de relleno adicionales. Este tipo de solicitud de eco suele denominarse "ping" o "pinging".

La evaluación y selección de los enlaces de datos puede basarse adicional o alternativamente en otros parámetros de rendimiento, en los que los parámetros de rendimiento pueden ser medidos y evaluados por el controlador, con el fin de distribuir los flujos de datos entre los enlaces disponibles. Los parámetros de rendimiento pueden incluir al menos uno de los siguientes: pérdida de paquetes (fallo intermitente en la llegada de paquetes de datos), latencia (tiempo de respuesta de ida y vuelta, y por tanto capacidad de respuesta), rendimiento/ancho de banda (velocidad general de transmisión de datos, ya sea actual o potencial) y una serie de métricas radiofísicas, como la intensidad de la señal. A continuación, los flujos de datos se reenvían en uno o varios enlaces a un servidor externo dedicado, que puede denominarse servidor de agregación o compuerta. De este modo, los distintos enlaces pueden formar un único enlace virtual entre un enrutador y la compuerta.

El enrutador puede proporcionarse como un único enrutador, dispuesto en algún lugar del vehículo, y de preferencia en una ubicación relativamente central. El enrutador puede incluir módems y tarjetas SIM como parte integrada del mismo. Sin embargo, los módems y/o las tarjetas SIM pueden disponerse alternativamente fuera del enrutador y conectarse a éste mediante conexiones por cable o inalámbricas. Por ejemplo, es posible disponer los módems en las proximidades de las antenas.

El enrutador también puede proporcionarse en forma de una pluralidad de enrutadores que se conectan entre sí, para formar un sistema de enrutador distribuido, como se divulga en US 2018/0020334 por el mismo solicitante. Por ejemplo, se pueden disponer uno o varios enrutadores en cada carro.

En el interior del vehículo en movimiento puede haber una o varias LAN internas para proporcionar comunicación (inalámbrica) entre cada enrutador y al menos un cliente (a veces denominado terminal) a bordo. En una realización ejemplar, cada LAN interna puede proporcionar comunicación WiFi entre el enrutador y al menos un cliente a bordo del vehículo en movimiento. Si se proporcionan varios carros, cada carro se asocia preferiblemente sólo con una LAN interna proporcionada por un enrutador. Así, al menos un punto de acceso inalámbrico está dispuesto en el interior del vehículo.

El enrutador comprende, o está conectado a, una pluralidad de módems para la comunicación con al menos la red móvil exterior, en la que cada módem es conectable al menos a dos antenas exteriores para permitir la comunicación MIMO. Así, el enrutador puede incluir varios puertos de antena por módem, lo que permite MIMO para la comunicación externa, y el gran ancho de banda así proporcionado puede distribuirse después a los clientes internos con, por ejemplo, 802.11n. Los módems pueden compartir una pluralidad de antenas, cada una de ellas preferiblemente utilizable sólo por un módem a la vez.

Además, el enrutador puede comprender además un conjunto de módulos de identidad de abonado (SIM) que incluya una pluralidad de SIM, y en el que el controlador sea capaz de asignar periódicamente SIM dentro del conjunto de SIM a cualquiera de la pluralidad de módems. Al incluir en el sistema una capacidad de conjunto de SIM, se puede reducir el número de tarjetas SIM (SIM) y también el número de módems del sistema. Al utilizar un conjunto común de SIM, accesible a cada uno de la pluralidad de enrutadores, el número total de SIM puede reducirse y las SIM disponibles pueden utilizarse de forma más eficiente. Al mismo tiempo, aumenta la accesibilidad de cada módem a una SIM adecuada en cada momento, ya que el número de SIM accesibles puede gestionarse así de forma más eficaz. El término "periódicamente" se utiliza aquí para indicar una asignación que no es fija, sino que se establece temporalmente, durante un cierto periodo de tiempo. En particular, de este modo es posible proporcionar acceso para cada enrutador a una o varias SIM adecuadas en cada país por el que pueda circular el vehículo.

El conjunto de tarjetas SIM es conocido per se desde PE 2 518 977 del mismo solicitante.

En la realización del conjunto de tarjetas SIM antes descrito, las tarjetas SIM que forman el conjunto de tarjetas SIM pueden estar dispuestas en el enrutador o enrutadores. Alternativamente, el conjunto de tarjetas SIM puede estar dispuesto en otra unidad a bordo del vehículo. Esto permite que cualquier módem utilice cualquier tarjeta SIM. Aún más, el conjunto de tarjetas SIM puede estar dispuesto en el exterior del vehículo. Una realización de este tipo puede denominarse SIM remota con conjunto SIM central.

Las tarjetas SIM para la puesta en común de cualquiera de las formas antes descritas no tienen por qué ser tarjetas SIM físicas, dispuestas de forma local o centralizada, sino que también pueden utilizarse SIM de software, también denominadas E-SIM, soft SIM o SIM virtual.

En una realización preferida, el vehículo terrestre es un tren, y más preferiblemente un tren de alta velocidad.

Según otro aspecto de la presente invención se proporciona un método para la comunicación inalámbrica de datos entre un sistema de comunicación inalámbrica en un vehículo terrestre y un servidor de comunicación estacionario fuera del vehículo, dicho método comprende:

proporcionar un enrutador dentro del vehículo, el enrutador estando conectado a una pluralidad de antenas direccionales y configurado para transmitir y recibir la comunicación inalámbrica de datos desde y hacia el servidor de comunicación estacionario fuera del vehículo a través de al menos una estación base mediante dichas antenas direccionales;
proporcionar dichas antenas en planos del vehículo que funcionan como planos de tierra, planos de aislamiento o planos absorbentes, cada plano que se extiende en una dirección de altura y dirección longitudinal de dicho vehículo;
dirigir al menos una antena de modo que su haz de antena cubra un sector dirigido lateralmente a un primer lado del vehículo; y
orientar al menos una antena de modo que su haz de antena cubra un sector dirigido lateralmente hacia un segundo lado del vehículo, siendo el segundo lado opuesto al primero, el método diferenciándose porque los planos están dispuestos a los lados de un haz longitudinal que se extiende en una dirección longitudinal del vehículo terrestre y dispuesto en el centro del techo de dicho vehículo terrestre.
Con este aspecto de la invención, se presentan ventajas y características preferidas similares a las del primer aspecto de la invención comentado anteriormente, y viceversa.

Estas y otras características y ventajas de la presente invención se aclararán en lo sucesivo con referencia a las realizaciones descritas a continuación.

Breve descripción de los dibujos

A título de ejemplo, la invención se describirá más detalladamente a continuación con referencia a las realizaciones de la misma ilustradas en los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una ilustración esquemática de un tren dotado de un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con una realización de la presente invención;
La figura 2 es una vista lateral esquemática de un tren con antenas dispuestas en las paredes laterales de acuerdo con una realización de la presente invención;
Las figuras 3A y 3B son ilustraciones esquemáticas de un tren con antenas dispuestas a los lados de una viga alargada en el techo del tren, según una realización reivindicada de la presente invención, en la que la figura 3A muestra una vista lateral del tren y la figura 3B una vista superior del mismo tren;

La figura 4 es una vista superior que ilustra esquemáticamente las direcciones generales de los haces y los sectores de antena para una realización que tiene dos antenas a cada lado del tren, de acuerdo con una realización de la invención;
La figura 5 es una vista superior que ilustra esquemáticamente las direcciones generales de los haces y los sectores de antena para una realización que tiene tres antenas a cada lado del tren, de acuerdo con otra realización de la invención; y
La figura 6 es una vista superior que ilustra esquemáticamente las direcciones generales de los haces y los sectores de antena para una realización que tiene una antena a cada lado del tren, de acuerdo con otra realización más de la invención.

Descripción detallada de la invención

En la siguiente descripción detallada, se describirán las realizaciones preferidas de la presente invención. Aunque en la siguiente descripción se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión más completa de la presente invención, será evidente para un experto en la materia que la presente invención puede practicarse sin estos detalles específicos. En otros casos, no se describen en detalle construcciones o funciones bien conocidas, para no oscurecer la presente invención. En los ejemplos siguientes, se divulga una realización relacionada con un tren. No obstante, el lector experto reconocerá que el método y el sistema pueden utilizarse en otros vehículos en movimiento, como autobuses y similares.

En la Fig. 1 se proporciona una ilustración esquemática de un vehículo 1, como un tren, dotado de un sistema de comunicación. El sistema de comunicación comprende un enrutador de comunicación de datos 2 para recibir y transmitir datos entre una red de área local (LAN) interna 3, y una o varias redes de área amplia (WAN) externas 4a, 4b, 4c. La comunicación hacia y desde las WAN se realiza a través de una o varias antenas 5 a-n situadas en el techo del vehículo. Se dispone de dos o más enlaces de datos, ya sea entre el tren y una de las WAN, y/o utilizando varias WAN simultáneamente.

La LAN es preferiblemente una red inalámbrica, que utiliza una o varias antenas internas para comunicarse con las unidades terminales 6 dentro del vehículo. También es posible utilizar una red cableada dentro del vehículo. La LAN puede configurarse como punto o puntos de acceso inalámbrico. El cliente o clientes 6 pueden ser dispositivos informáticos como computadoras portátiles, teléfonos móviles, PDA, y así sucesivamente.

El enrutador de comunicación de datos comprende una pluralidad de módems 21 a-n. La asignación de flujos de datos a diferentes WAN y/o a diferentes enlaces de datos en una WAN está controlada por un controlador 23. El controlador se realiza preferentemente como un procesador controlado por software. Sin embargo, el controlador puede realizarse alternativamente en su totalidad o en parte en hardware.

El sistema también puede comprender un receptor del sistema de posicionamiento global (GPS) 7 para recibir señales GPS indicativas de la posición actual del vehículo, y en el que el controlador puede estar dispuesto para asignar flujos de datos a diversos enlaces de datos también en parte en función de dichas señales GPS recibidas.

El enrutador de comunicación de datos también puede denominarse MAR (Enrutador de Acceso Móvil) o MAAR (Enrutador de Acceso Móvil y Aplicaciones).

El enrutador 2 está dispuesto para comunicarse en varias rutas de comunicación diferentes (enlaces de datos) que tienen características diferentes, como diferentes rutas de comunicación hacia y desde la red móvil exterior 4, por ejemplo, propiedad de diferentes operadores de red o del mismo operador de red. Los diversos flujos de datos pueden transferirse y distribuirse entre la pluralidad de enrutadores en los diferentes enlaces de datos, basándose, por ejemplo, en el ancho de banda disponible, o en otros parámetros de rendimiento, como se ha comentado anteriormente, y como se ha divulgado per se en el documento EP 2 943 011 del mismo solicitante.

El enrutador 2 dispone además de una pluralidad de módems 21a-n, en los que cada antena 5a - 5nc, o cada par ortogonal de antenas, está preferiblemente asignada y conectada a un módem 21a-n separado. En este último caso, cada módem 21a-n está provisto preferentemente de 2 puertos de antena para la conexión a cada par ortogonal de antenas. Sin embargo, cada módem también puede estar provisto de cuatro o más puertos para cumplir con los sistemas MIMO (múltiple entrada múltiple salida). Además, el enrutador 2 comprende preferiblemente un conjunto de módulos de identidad de abonado (conjunto de SIM) 24 que incluye una pluralidad de SIM, y la unidad de control 23 está configurada en consecuencia para asignar periódicamente SIM dentro del conjunto SIM 24 a cualquiera de la pluralidad de módems 21a-n proporcionados dentro del enrutador 2. En otras palabras, las SIM forman un conjunto común de SIM 24, accesible para todos los módems 21a-n. Las SIM son preferentemente tarjetas SIM, y el conjunto de SIM 24 puede realizarse como un soporte para tarjetas SIM, que comprende una pluralidad de ranuras para recibir una pluralidad de tarjetas SIM.

La asignación de las SIM a los módems en cada momento específico se determina preferiblemente en función de un conjunto de reglas en el controlador. El conjunto de reglas puede utilizarse, por ejemplo, para asignar SIM a los módems basándose en información como el país por el que viaja actualmente el vehículo, la cantidad de datos que se han transportado utilizando las diferentes SIM, el precio actual relacionado con el transporte de datos a través de las diferentes SIM, el tipo de datos que se transportan, etc.

Además, el enrutador 2 está configurado preferiblemente para recibir y transmitir datos entre la red de área local (LAN) interna y una pluralidad de redes de área amplia (WAN) externas. La LAN es preferiblemente una red inalámbrica, que utiliza una o varias antenas internas para comunicarse con los clientes dentro del vehículo 1. Para ello, es factible, por ejemplo, utilizar una antena distribuida, como un alimentador con fugas que se extienda a través del vehículo, pero también pueden utilizarse otros tipos de antenas. La red inalámbrica puede realizarse como una red de área local inalámbrica (WLAN), y puede, por ejemplo, funcionar basándose en la norma IEEE 802.11, ("Wi-Fi"), y en la que se proporcionan uno o más puntos de acceso en el vehículo. Sin embargo, también es posible utilizar una red cableada dentro del vehículo.

La figura 2 ilustra una vista lateral esquemática de un vehículo 1, en este caso en forma de tren, dotado de un sistema de comunicación inalámbrica como el descrito anteriormente. En esta realización, las antenas están dispuestas en la pared lateral metálica exterior 11 del vehículo, funcionando así la pared lateral como plano de tierra, plano aislante o plano absorbente, de esta manera separando entre sí los sectores de antena situados en distintos lados del vehículo.

Las antenas 5a - 5d (de las que sólo 5a y 5b son visibles en la figura) son antenas direccionales, que pueden ser, por ejemplo, disposiciones pasivas de formación de haces con varias polarizaciones. Además, cada antena 5a - 5d puede realizarse como un par ortogonal de antenas utilizando, por ejemplo, una configuración de antena de doble polarización con un ángulo de 90 grados entre dos polarizaciones lineales o utilizando polarizaciones circulares izquierda y derecha. En una realización preferida, se utilizan antenas de parche de polarización cruzada relativamente finas. Las antenas están, de acuerdo con esta realización, preferiblemente dispuestas en una pared metálica de la pared lateral, y preferiblemente en una parte superior del vehículo, relativamente cerca del techo. No obstante, las antenas también pueden estar dispuestas, por ejemplo, en las superficies metalizadas de las ventanas dispuestas en las paredes laterales.

Sin embargo, también es factible disponer las antenas en otros planos del vehículo que funcionen como planos de tierra, planos aislantes o planos absorbentes, y que se extiendan en dirección de la altura y en dirección de la longitud del vehículo.

En una realización alternativa correspondiente a la invención reivindicada, ilustrada esquemáticamente en las figuras 3A y 3B, las antenas 5a-5d están dispuestas en los lados de una estructura alargada que se extiende en la dirección longitudinal del vehículo, estando la estructura alargada formada por una viga longitudinal. En el ejemplo ilustrativo, la viga longitudinal 12 tiene lados 12 generalmente verticales que son de metal o están metalizados, funcionando así como plano de tierra. No obstante, también pueden utilizarse otros tipos de estructuras que formen planos verticales de tierra. Alternativamente, la viga longitudinal puede ser de un material absorbente, o estar provista de un material absorbente en los lados verticales. Alternativamente, la viga longitudinal puede ser de un material o estructura que funcione como aislante de las ondas de radiofrecuencia.

Las antenas están dispuestas y dirigidas de forma que el haz de antena cubra un sector dirigido lateralmente hacia el lado del vehículo en el que están dispuestas.

La figura 4 lo ilustra esquemáticamente para la realización comentada anteriormente en relación con la figura 2. Aquí, dos antenas 5a y 5b, y 5c y 5d, respectivamente, están formadas en dos lados diferentes del vehículo. Cada antena forma un haz de antena que cubre generalmente un sector de antena 51a-d de unos 90 grados, pero también es factible un poco más o un poco menos. Así, suponiendo que el vehículo se desplaza hacia la izquierda en la figura, como ilustra la flecha de la figura, la antena 5a estará dirigida para cubrir un sector 51a que se extiende hacia la izquierda y en la dirección de avance del vehículo, y la dirección del haz 52a estará dirigida generalmente en dirección noroeste, si se considera que el norte es la dirección de avance del vehículo. Correspondientemente, la antena 5b se dirigirá para cubrir un sector 51b que se extiende hacia la izquierda y en la dirección de retroceso del vehículo, y la dirección del haz 52b se dirigirá generalmente en la dirección suroeste, la antena 5c se dirigirá para cubrir un sector 51c que se extiende hacia la derecha y en la dirección de avance del vehículo, y la dirección del haz 52c se dirigirá generalmente en dirección noreste, mientras que la antena 5d se dirigirá para cubrir un sector 51d que se extiende hacia la derecha y en dirección hacia atrás del vehículo, y la dirección del haz 52d se dirigirá generalmente en dirección sureste.

De este modo, los sectores de antena 51a-d son, al menos en gran medida, no solapables, lo que hace posible que las antenas 5a-d se conecten a diferentes estaciones base 8a-d de forma independiente y sin competir, como se ha comentado anteriormente.

En el ejemplo ilustrativo de la figura 5, se muestra una realización que tiene tres antenas en cada lado del vehículo, en la que las antenas 5a-c están situadas en el primer lado izquierdo del vehículo y las antenas 5d-f están situadas en el segundo lado derecho del vehículo. De forma similar a la realización anteriormente comentada, las antenas de cada lado forman sectores de antena que cubren conjuntamente el total de los lados izquierdo y derecho, respectivamente, pero con un solapamiento limitado o inexistente. En este caso, los sectores de antena 51a-f tienen un ángulo de apertura de unos 60 grados, aunque también son factibles ángulos ligeramente mayores o menores.

Así, suponiendo que el vehículo se desplaza hacia la izquierda en la figura, como ilustra la flecha de la figura, la antena 5a se orientará para cubrir un sector 51a que se extiende hacia la izquierda y en la dirección de avance del vehículo, y la dirección del haz 52a se orientará generalmente en algún punto entre NW y NNW, si se considera que el norte es la dirección de avance del vehículo. Correspondientemente, la antena 5b estará dirigida para cubrir un sector 51b que se

extiende generalmente hacia la izquierda, y la dirección del haz 52b estará dirigida generalmente en dirección oeste, y la antena 5c estará dirigida para cubrir un sector 51c que se extiende hacia la izquierda y en dirección hacia atrás del vehículo, y la dirección del haz 52c estará dirigida generalmente entre SW y SSW. Los sectores de antena proporcionados por las antenas 5d-5f del otro lado pueden ser similares, pero dirigidos hacia la derecha/este en su lugar.

De este modo, los sectores de antena 51a-f son, al menos en gran medida, no solapables, lo que hace posible que las antenas 5a-f se conecten a diferentes estaciones base de forma independiente y sin competir, como se ha comentado anteriormente.

También puede haber más de tres antenas en cada lado, de forma similar.

También es posible utilizar una sola antena 5a, 5b en cada lado del vehículo, como se ilustra esquemáticamente en la figura 6. De este modo, las antenas están dispuestas preferentemente para proporcionar un sector de antena relativamente grande 51a, 51b, por ejemplo con un ángulo de apertura tan grande como 180 grados, y con direcciones generales del haz 52a, 52b dirigidas lateralmente hacia la izquierda y la derecha. No obstante, también pueden utilizarse sectores de antena más pequeños.

La invención se ha descrito ahora con referencia a realizaciones específicas. Sin embargo, son factibles diversas variaciones del sistema de comunicación. Por ejemplo, el enrutador puede proporcionarse de varias maneras, como en una sola unidad, o en múltiples unidades, formando un sistema de enrutador distribuido. Además, se puede proporcionar cualquier número de antenas y sectores de antena correspondientes a ambos lados del vehículo. Aún más, los sectores de antena pueden no solaparse por completo, pero también pueden tolerarse diversos grados de solapamiento. Debe tenerse en cuenta que las realizaciones mencionadas ilustran más que limitan la invención, y que los expertos en la materia podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones anexas. En las reivindicaciones, los signos de referencia colocados entre paréntesis no se interpretarán como limitativos de la reivindicación. La palabra "que comprende" no excluye la presencia de otros elementos o pasos distintos de los enumerados en la reivindicación. La palabra "un" o "una" que precede a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de comunicación inalámbrica para un vehículo terrestre (1), dicho sistema de comunicación inalámbrica que comprende:

un enrutador (2) conectado a una pluralidad de antenas (5a-n), donde el enrutador está configurado para transmitir y recibir comunicación inalámbrica de datos hacia y desde un servidor de comunicación estacionario situado en el exterior de dicho vehículo a través de al menos una estación base (8a-d) de una red móvil exterior a través de dichas antenas; donde dichas antenas (5a-n) son antenas direccionales dispuestas en planos del vehículo que funcionan como planos de tierra, planos aislantes o planos absorbentes, extendiéndose cada plano en una dirección de altura y en una dirección de longitud de dicho vehículo, donde al menos una antena está dirigida de modo que su haz de antena cubre un sector dirigido lateralmente (51a-f) hacia un primer lado del vehículo y al menos una antena está dirigida de modo que su haz de antena cubra un sector dirigido lateralmente (51a-f) hacia un segundo lado del vehículo, siendo el segundo lado opuesto al primero, caracterizado porque los planos están dispuestos a los lados de un haz longitudinal que se extiende en una dirección longitudinal del vehículo terrestre y dispuestos en el centro del techo de dicho vehículo terrestre.

2. El sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las antenas son de polarización cruzada, transmitiendo y recibiendo así simultáneamente en dos polarizaciones diferentes.

3. El sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las antenas están provistas de direcciones de haz de antena fijas.

4. El sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las antenas son antenas de parche con polarizaciones ortogonales, como polarizaciones vertical y horizontal u orientaciones oblicuas duales de +/- 45 grados.

5. El sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, donde las antenas tienen haces de antena orientables

6. El sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con la reivindicación 5, donde la antena es una antena de matriz en fase.

7. El sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde al menos dos antenas (5a-n) están dirigidas de forma que sus haces de antena cubren sectores dirigidos lateralmente (51a-f) hacia un primer lado del vehículo, y al menos dos antenas están dirigidas de forma que sus haces de antena cubren sectores dirigidos lateralmente (51a-f) hacia un segundo lado del vehículo, siendo el segundo lado opuesto al primero, en el que los sectores para al menos las dos antenas de cada lado están al menos en su mayor parte no solapados.

8. El sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con la reivindicación 7, donde los sectores (51a-f) para al menos las dos antenas de cada lado no están solapados.

9. El sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el enrutador (2) comprende, o está conectado a, una pluralidad de módems (21a-n) para la comunicación con al menos una red móvil exterior.

10. El sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el enrutador comprende al menos un módem para la comunicación con al menos la red móvil exterior, en el que el módem es conectable al menos a dos de dicha pluralidad de antenas para permitir la comunicación MIMO (entrada múltiple salida múltiple).

11. El sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el enrutador comprende una pluralidad de módems para la comunicación con al menos dicha red móvil exterior, donde cada módem es conectable al menos a dos antenas externas para permitir la comunicación MIMO (entrada múltiple salida múltiple).

12. Un tren, que comprende el sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

13. Un método para la comunicación inalámbrica de datos entre un sistema de comunicación inalámbrica en un vehículo terrestre y un servidor de comunicación estacionario fuera del vehículo, dicho método comprende:

proporcionar un enrutador dentro del vehículo, el enrutador estando conectado a una pluralidad de antenas direccionales y configurado para transmitir y recibir la comunicación inalámbrica de datos desde y hacia el servidor de comunicación estacionario fuera del vehículo a través de al menos una estación base mediante dichas antenas direccionales;
proporcionar dichas antenas en planos del vehículo que funcionan como planos de tierra, planos de aislamiento o planos absorbentes, cada plano que se extiende en una dirección de altura y dirección longitudinal de dicho vehículo;

dirigir al menos una antena de modo que su haz de antena cubra un sector dirigido lateralmente a un primer lado del vehículo; y

dirigir al menos una antena de modo que su haz de antena cubra un sector dirigido lateralmente hacia un segundo lado del vehículo, siendo el segundo lado opuesto al primero,

caracterizado porque los planos están provistos en los lados de una viga longitudinal que se extiende en una dirección longitudinal del vehículo terrestre y está dispuesta en el centro del techo de dicho vehículo terrestre.

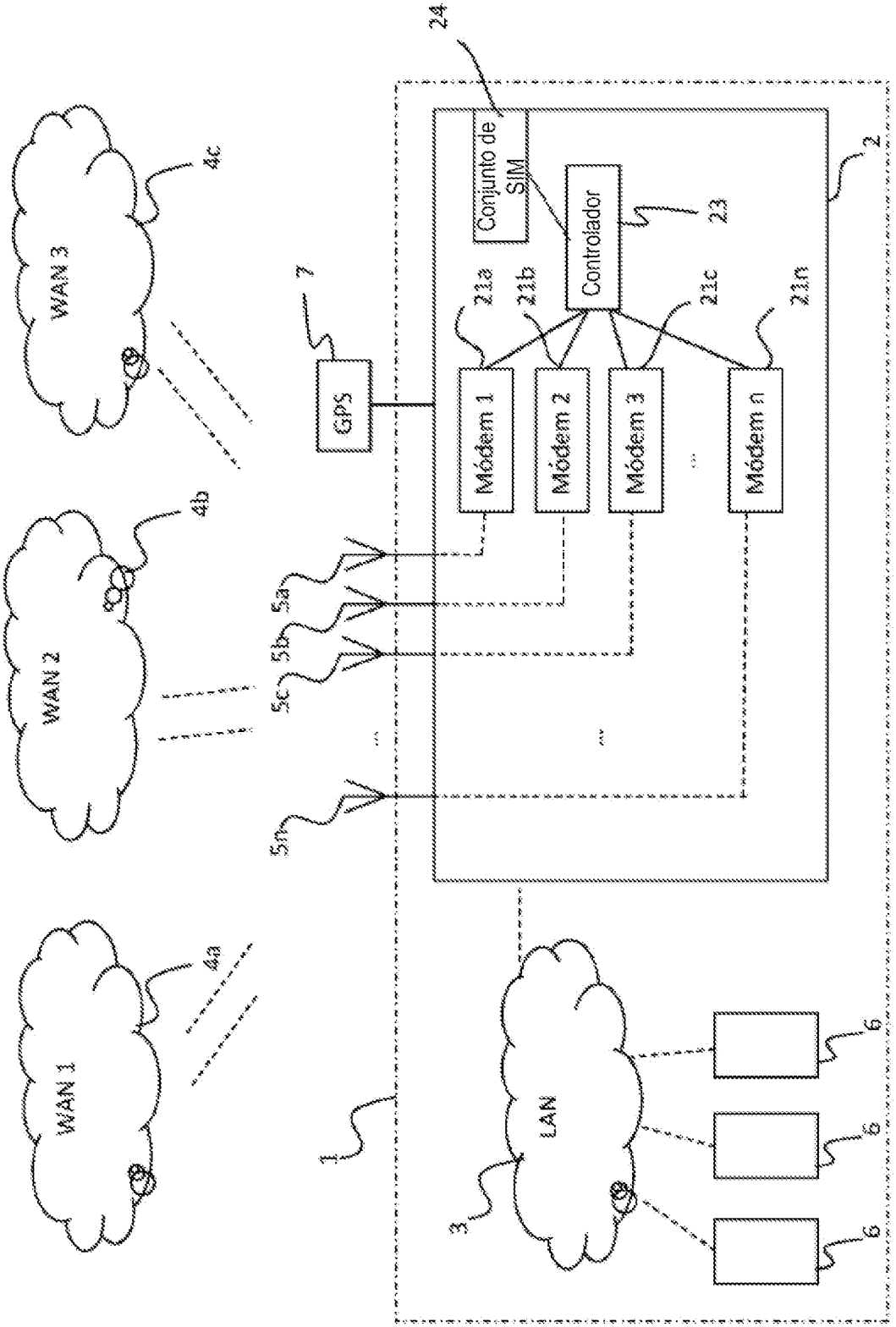
WAN 1
WAN 2
WAN 3
4a
4b
4c
LAN
3
1
2
GPS
7
Conjunto de SIM
24
Controlador
23
Módem 1
Módem 2
Módem 3
Módem n
21a
21b
21c
21n
5a
5b
5c
5n
6
6
6

Fig. 1

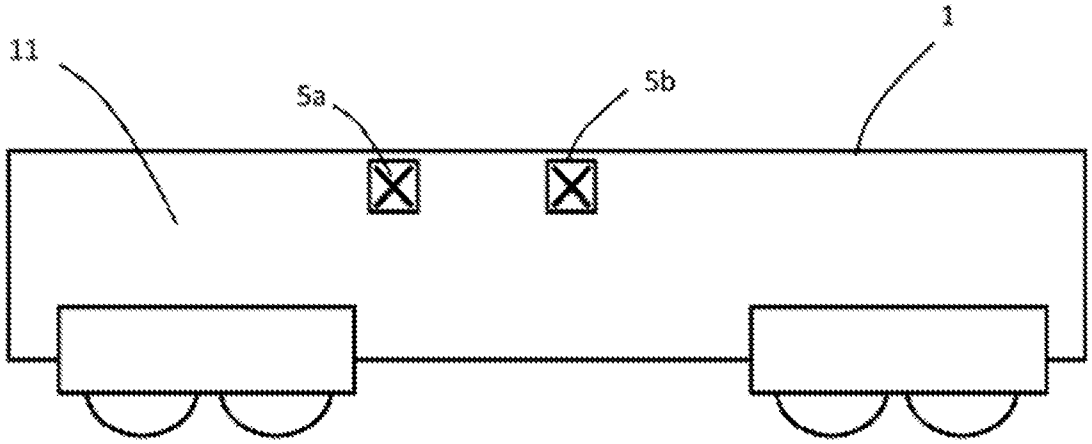

Fig. 2

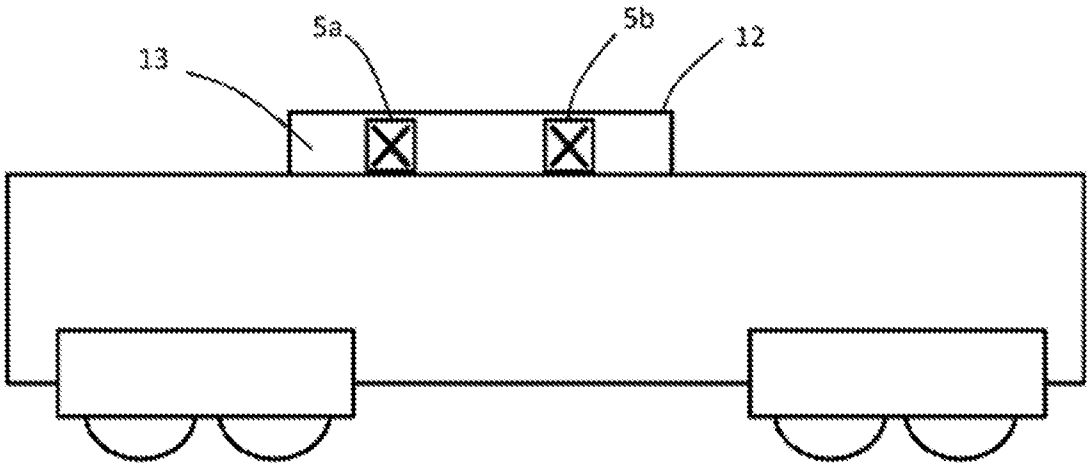

Fig. 3A

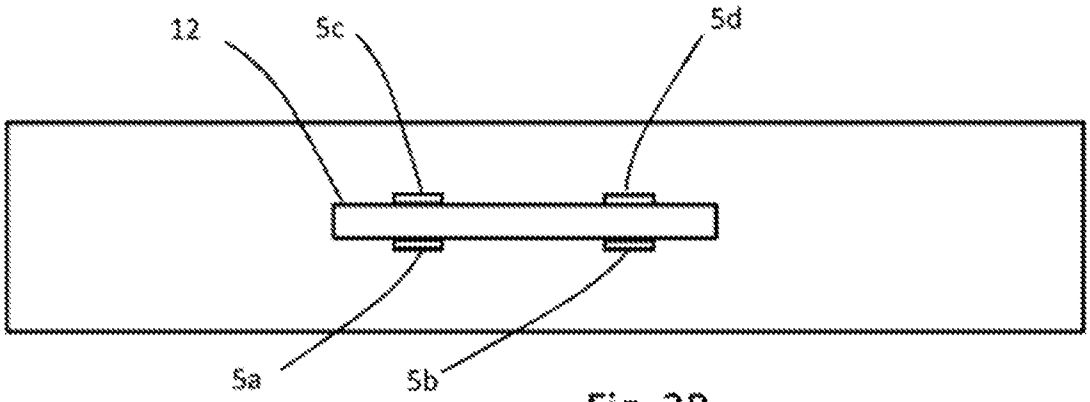

Fig. 3B

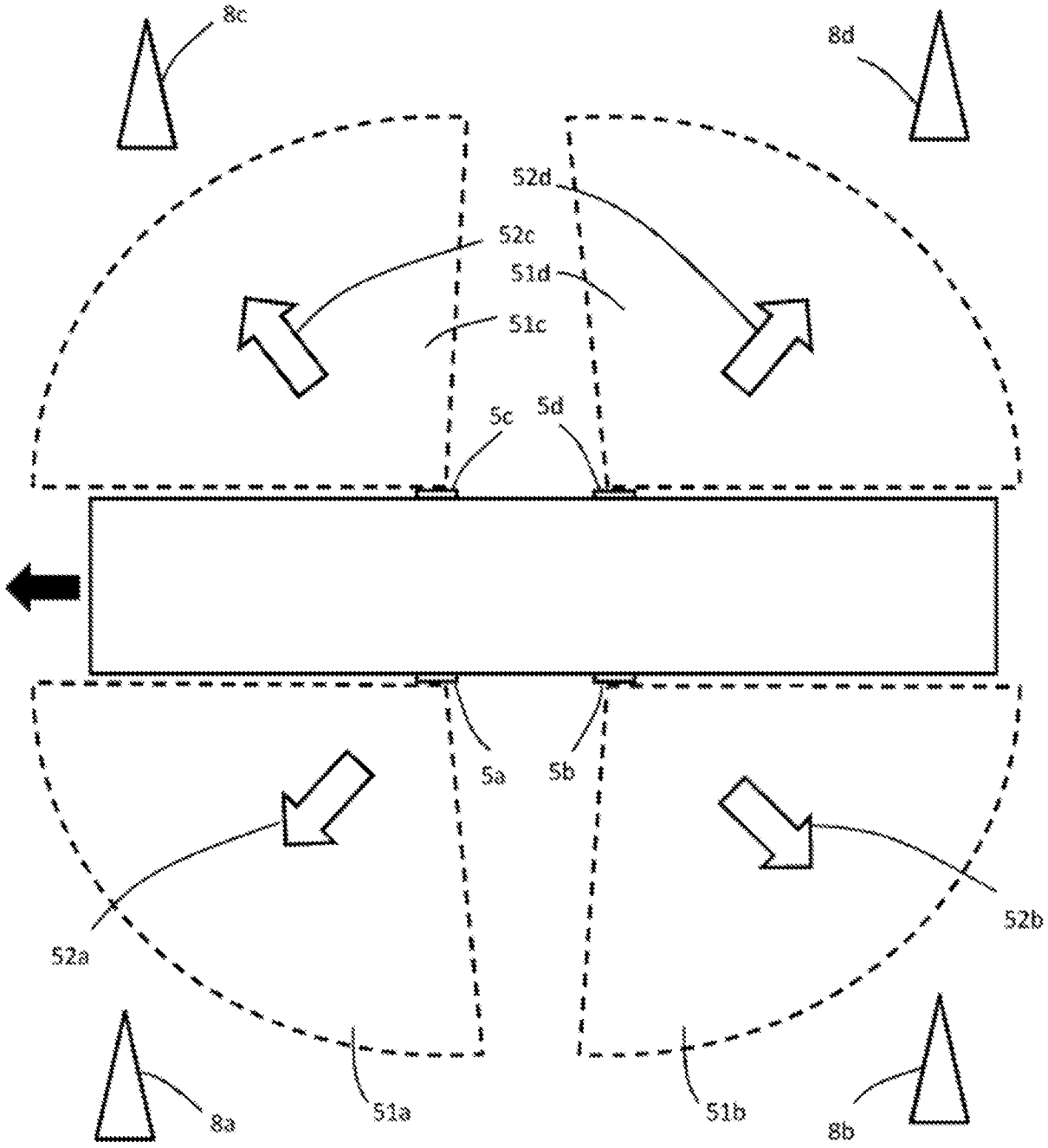

Fig. 4

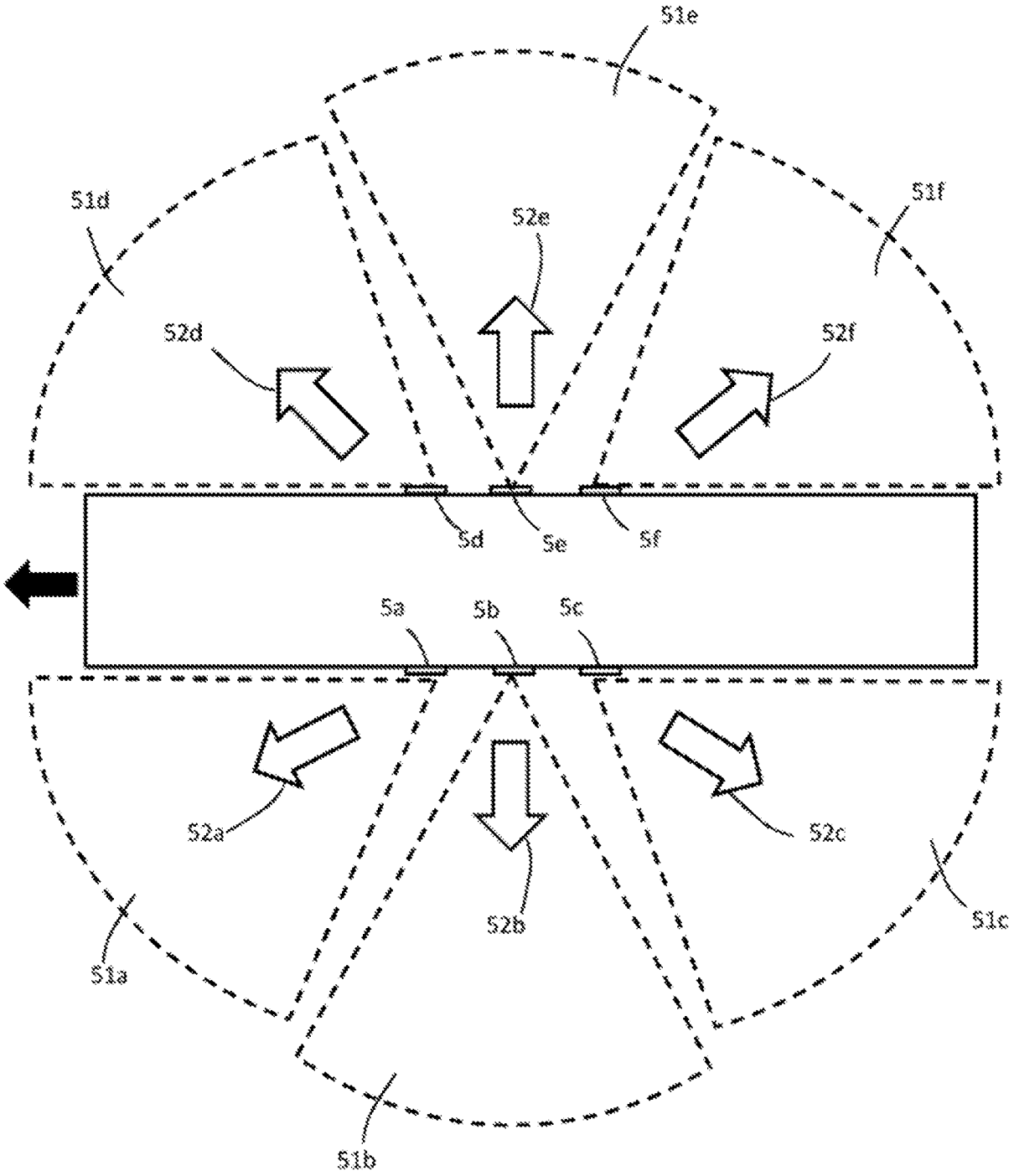

Fig. 5

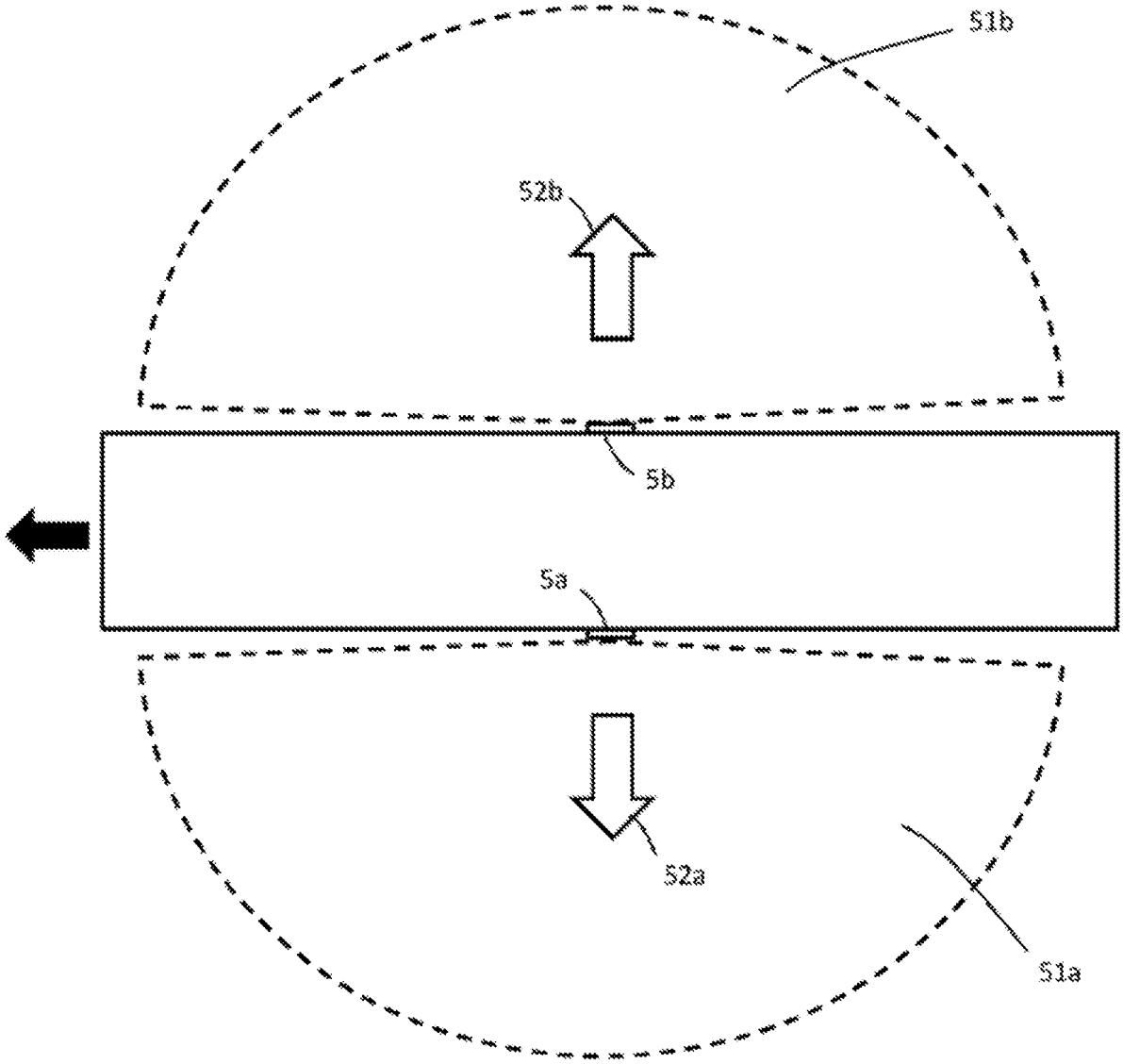

Fig. 6