

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 058**

51 Int. Cl.:

H04W 4/02 (2008.01)
H04L 1/18 (2006.01)
H04L 12/26 (2006.01)
H04L 12/721 (2013.01)
H04W 72/04 (2009.01)
H04W 72/08 (2009.01)
H04W 84/12 (2009.01)
H04W 84/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2017** **E 17152878 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019** **EP 3200378**

54 Título: **Sistema y método de comunicación inalámbrica para trenes y otros vehículos usando estaciones base en tierra**

30 Prioridad:

29.01.2016 SE 1650110

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.10.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KARLSSON, MATS y
EKLUND, PETER**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 728 058 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 y método de comunicación inalámbrica para trenes y otros vehículos usando estaciones base en tierra

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un método y sistema de comunicación inalámbrica para vehículos en movimiento, tal como trenes, y en particular un método/sistema que permite una comunicación más eficiente entre el vehículo en movimiento y una red de comunicación externa estacionaria usando una norma WLAN, y en particular usando la norma IEEE 802.11.

Antecedentes

Las demandas sobre capacidades de comunicación inalámbricas en la sociedad actual están aumentando rápidamente. En particular, se desea una comunicación accesible rápida y fácil a través de dispositivos de mano en grandes áreas. Es particularmente desafiante conseguir tal comunicación para dispositivos móviles que se están moviendo, por ejemplo, cuando se mueven en grandes distancias con una cobertura de red mala o cuando se ven afectados por fuerzas desconocidas de ruido que interrumpen una señal para comunicación, tal como clientes que se mueven en, por ejemplo, trenes, aviones y otros tipos de vehículos en movimiento. En particular, si un cliente, tal como un teléfono móvil, se mueve en grandes áreas el cliente tiene que conectarse a varias estaciones base para mantener una conexión suficiente para comunicación.

Además, por ejemplo, los vagones de tren están fabricados de metal e incluso las ventanas normalmente están cubiertas con una película metálica. Por consiguiente, los vagones de tren son compartimentos blindados y es difícil de obtener comunicación directa entre antenas terminales dentro de los vagones y antenas ubicadas externamente.

La naturaleza móvil de un cliente con respecto a las estaciones base también puede introducir varias fuentes potenciales de degradación de rendimiento de la comunicación. Tales fuentes pueden derivar a partir de terreno complejo, competición por canales disponibles o la fuente puede ser una fuente desconocida de ruido relacionada con, por ejemplo, interferencia de radiofrecuencia.

Al mismo tiempo, existe hoy una demanda creciente de los pasajeros para poder comunicarse a través de teléfonos móviles y otros terminales de mano cuando viajan en, por ejemplo, trenes y también poder lograr acceso a la Internet con portátiles, PDA etc. Además, con los nuevos teléfonos inteligentes, y la forma en que se usan, con, por ejemplo, aplicaciones que operan continuamente, muchos teléfonos están activos todo el tiempo, significando que se requieren muchos trasposos cuando el tren se mueve. Incluso aunque este problema es común para todos los vehículos en movimiento, es especialmente acusado para vehículos que se mueven a alta velocidad, tal como trenes y aviones, y los trenes además se enfrentan a problemas con una mala línea de visión entre las estaciones base y el tren. Esto pone un estrés en la infraestructura de red inalámbrica, conduciendo a un mal rendimiento.

Para este fin, a menudo se proporciona a vehículos en movimiento, tal como vagones de tren, con una antena externa conectada a una unidad repetidora dentro del vagón, que a su vez se conecta a una antena interna. Por lo tanto, la comunicación entre los terminales de los pasajeros y las antenas de operador fuera el vehículo se produce a través de la unidad repetidora. De manera similar, se conoce proporcionar un encaminador de acceso móvil para comunicación de datos, también conectado tanto a una antena externa como una antena interna, en cada vagón, para proporcionar acceso a Internet dentro del vehículo. Tales soluciones de encaminador de acceso móvil están, por ejemplo, comercialmente disponibles del solicitante de la presente solicitud, Icomera AB, de Gotemburgo, Suecia, y también se divulgan en el documento EP 1 175 757 y el documento WO 15/169917 por el mismo solicitante. Este método ha mejorado enormemente la fiabilidad de comunicación inalámbrica de ancho de banda alto para trenes y otros vehículos grandes. Sin embargo, esta solución aún puede ser insuficiente para obtener un rendimiento de transmisión óptimo, especialmente para grandes volúmenes de datos. Trenes y otros vehículos en movimiento a menudo pasan a través de áreas con mala cobertura de radio y las presentes soluciones son a menudo incapaces de manejar el tráfico requerido.

El documento US 20130121190 A1 divulga un dispositivo de red inalámbrica y un método de establecimiento de parámetros automático del mismo. El dispositivo incluye un módulo de comunicación inalámbrica y un módulo de operación. El módulo de comunicación inalámbrica se usa para transmitir una señal de prueba a un dispositivo inalámbrico de acuerdo con un protocolo de comunicación inalámbrica, y recibir una trama de ACK transmitida por el dispositivo inalámbrico. El módulo de operación se conecta eléctricamente al módulo de comunicación inalámbrica, y se usa para calcular una mitad de una suma de un tiempo de transmisión mínimo y un tiempo de transmisión máximo, estableciendo la mitad de la suma como un intervalo de tiempo de respuesta de ACK del módulo de comunicación inalámbrica, analizar si la trama de ACK se obtiene dentro del intervalo de tiempo de respuesta de ACK para determinar si usar el intervalo de tiempo de respuesta de ACK como el tiempo de transmisión máximo o el tiempo de transmisión mínimo, y recalcular el intervalo de tiempo de respuesta de ACK.

65

Además, por ejemplo, la tendencia creciente actual de medios por difusión continua usa muchos más datos por minuto de viaje por pasajero que usos más antiguos de la Internet, tal como navegar por sitios basados en texto o imágenes como Facebook, o comprobar y responder a correo electrónico.

5 Además, se conoce comunicarse con trenes y otros vehículos a través de dispositivos especializados dispuestos secuencialmente a lo largo de la vía férrea y separados con una cierta distancia. Tales dispositivos se denominan generalmente como estaciones base en tierra o puntos de acceso en tierra. Sin embargo, se ha encontrado que la comunicación a través de estaciones base en tierra funciona muy deficientemente para muchas normas de comunicación, tal como para normas de WLAN. Por ejemplo, la norma 802.11 ("WiFi") no puede usarse eficientemente con estaciones base en tierra, ya que el caudal de datos cae drásticamente entre las antenas, a no ser que las antenas estén muy cerca entre sí. Sin embargo, disponer las estaciones base en tierra tan cerca entre sí no es viable ni económica ni prácticamente.

15 Existe por lo tanto una necesidad de un método y sistema mejorados para comunicación con clientes en vehículos en movimiento, y en particular trenes, permitiendo capacidad aumentada, utilización de capacidad, eficiente en calidad y/o coste. Incluso aunque el análisis anterior se centra en trenes, se encuentran situaciones y problemas similares en muchos otros tipos de vehículos en movimiento, y en particular vehículos de pasajeros en movimiento, tal como autobuses, barcos y aviones.

20 Sumario de la invención

Por lo tanto es un objeto de la presente invención proporcionar un método para comunicación inalámbrica y un sistema de comunicación inalámbrica para vehículos en movimiento, y en particular un tren, que alivia todos o al menos algunos de los inconvenientes analizados anteriormente de los sistemas conocidos actualmente.

25 Este objeto se consigue por medio de un método y sistema de comunicación inalámbrica para un vehículo en movimiento, tal como un tren como se define en las reivindicaciones adjuntas.

30 La invención se establece en el conjunto adjunto de las reivindicaciones. Las realizaciones y/o ejemplos de la siguiente descripción que no están cubiertos por las reivindicaciones adjuntas se consideran que no son parte de la presente invención.

35 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método a ejecutar en un punto de acceso para comunicación inalámbrica entre al menos un encaminador móvil en un vehículo en movimiento, tal como un tren, y una red inalámbrica externa que comprende una pluralidad de puntos de acceso, y preferentemente puntos de acceso en tierra, distribuidos a lo largo de una trayectoria de recorrido de vehículo, tal como una ruta de tren, de conformidad con una norma de Red de Área Local Inalámbrica (WLAN), comprendiendo el método:

- 40 a) establecer un primer valor para un parámetro de tiempo de respuesta en una capa de Control de Acceso al Medio (MAC) dentro de la norma de WLAN a un valor máximo por defecto que excede un tiempo de propagación máximo entre puntos de acceso vecinos a lo largo de dicha trayectoria de vehículo;
- b) determinar cuándo al menos un encaminador móvil está dentro del intervalo del punto de acceso;
- c) determinar un tiempo de ida y vuelta para comunicación entre el punto de acceso y ese encaminador móvil de dicho al menos un encaminador móvil que está más distante de dicho punto de acceso;
- 45 d) establecer, en caso de que dicho tiempo de ida y vuelta sea menor que dicho primer valor, un segundo valor que depende de dicho tiempo de ida y vuelta, estableciéndose dicho segundo valor a la suma de dicho tiempo de ida y vuelta y una constante predeterminada;
- e) sustituir dicho primer valor con dicho segundo valor y usar el segundo valor para comunicación inalámbrica; y
- 50 f) repetir al menos las etapas b-f, y preferentemente las etapas a-f.

El "encaminador" o "encaminador móvil" es un encaminador de red, que es una máquina que reenvía paquetes de datos entre redes informáticas, en al menos un enlace de datos en cada dirección. El encaminador puede ser un encaminador de acceso móvil y preferentemente encaminador de aplicaciones y acceso móvil.

55 El "tiempo de ida y vuelta" generalmente corresponde al tiempo que tarda el extremo de un paquete o trama de datos en propagarse desde un emisor a un receptor, y para que un paquete o trama de acuse de recibo (ACK) se propague de vuelta al emisor. Ya que las ondas de radio se propagan a aproximadamente 300 metros por μs , el tiempo de ida y vuelta depende esencialmente de la distancia entre el emisor y el receptor.

60 Por medio de la presente invención, el tiempo de respuesta de la norma de WLAN, tal como la norma 802.11, puede controlarse muy eficientemente, y se ha descubierto sorpresivamente que este control puede implementarse de una manera muy rentable. Por ejemplo, puede realizarse solamente o en gran medida en software y, por ejemplo, controlarse en la capa MAC. Además, se ha descubierto que este control mejorado hace que sea posible comunicarse con WLAN entre un vehículo en movimiento y puntos de acceso distribuidos a lo largo de la trayectoria de viaje de vehículo, tal como estaciones base en tierra.

65

Se conoce per se que, por ejemplo, el tiempo de respuesta de ACK por defecto en 802.11 hace que se difícil comunicarse con puntos de acceso que están más alejados que una cierta distancia, tal como estar alejado a más de 2-300 metros. Este problema, por ejemplo, se ha abordado en el documento US 7483412. Sin embargo, la solución propuesta en el mismo es adecuada y utilizable únicamente para dispositivos inalámbricos que están estacionarios o casi nunca se mueven en relación con el punto de acceso. No es adecuada para vehículos en movimiento rápido, tal como trenes, con una distancia a los puntos de acceso que varía constantemente.

El valor máximo por defecto del parámetro de tiempo de respuesta, y en particular cuando este parámetro es tiempo de respuesta de ACK, puede estar, por ejemplo, en el intervalo de 20-300 μ s, y preferentemente en el intervalo de 50-200 μ s y más preferentemente en el intervalo de 75-123 μ s, tal como 100 μ s.

La nueva solución proporciona mejor rendimiento múltiple que las soluciones WLAN anteriormente conocidas cuando se usa en trenes y otros vehículos. Por medio de la presente invención, se proporciona comunicación WLAN eficiente cuando los puntos de acceso se proporcionan alejados más de 1 km a lo largo de la trayectoria de viaje de vehículo (tal como la vía de tren), y incluso cuando alejados más de 5 km, y alejados más de 10 km, y alejados más de 20 km. Preferentemente, los puntos de acceso se disponen con una distancia de separación en el intervalo de 1-20 km y más preferentemente en el intervalo de 2-20 km y más preferentemente en el intervalo de 5-20 km, tal como 10-20 km.

A primera vista una solución simple sería establecer un valor de tiempo de respuesta muy largo. Sin embargo, esto reduciría significativamente el caudal y rendimiento. En su lugar, la presente invención permite que el tiempo de respuesta, y preferentemente también el tiempo de ranura, se controle dinámicamente, ya sea de forma continua o periódica, proporcionando de este modo un valor de tiempo de respuesta adecuado tanto en alcances cortos como largos, así como en posiciones intermedias. Además, estableciendo inicialmente un tiempo de respuesta larga, y preferentemente también un tiempo de ranura largo, se garantiza que el tiempo de respuesta siempre es lo suficientemente largo, y cada punto de acceso que se vuelve accesible desde el vehículo también estará, primero, alejado y gradualmente se acercará a medida que el vehículo se mueve a lo largo de la trayectoria de vehículo.

En una medición experimental se usó una potencia radiada isotrópica equivalente (EIRP) de 36 dBm para medir caudal de TCP de enlace descendente de antena con 802.11ac. A una distancia de 1 km entre el vehículo y el punto de acceso, se obtuvo un caudal de 500 Mbit/s, a 2 km, se obtuvo un caudal de 300 Mbit/s, a 3 km, se obtuvo un caudal de 250 Mbit/s, a 5 km, se obtuvo un caudal de 100 Mbit/s, y cuando la distancia aumentó a 10 km, se obtuvo un caudal de 20 Mbit/s. Ya que el vehículo puede comunicarse con puntos de acceso tanto en la dirección hacia delante como hacia atrás, esto significa que se podía obtener un mínimo de 20 Mbit/s cuando los puntos de acceso estuvieron separados por 20 km, y en caso de que el vehículo comunica tanto con puntos de acceso hacia delante y hacia detrás simultáneamente (véase a continuación), se obtendrían 40 Mbit/s cuando la distancia a ambos puntos de acceso es de 10 km. Como una comparación, soluciones de WLAN anteriormente conocidas tienen un caudal que disminuye rápidamente cuando la distancia de separación excede de 1/2 - 1 km, y tiene problemas graves para comunicarse cuando la distancia de separación excede de 1,6 km. Por lo tanto, la presente invención proporciona no únicamente una posibilidad de comunicación a través de WLAN a mayores distancias, sino que también caudal dramáticamente mejorado tanto en alcances cortos, medios y largos.

En una realización preferida, se predetermina la ruta/trayectoria de vehículo y la red inalámbrica externa que comprende una pluralidad de estaciones base/puntos de acceso, y preferentemente estaciones base en tierra/puntos de acceso, distribuidos a lo largo de una trayectoria de recorrido de vehículo, se ubican a lo largo de la ruta predeterminada. Una separación espacial entre al menos uno de la pluralidad de puntos de acceso y la ruta predeterminada (tal como una vía ferroviaria) se basa opcionalmente en uno o más de: la altura de una antena de la célula; una altura del vehículo; una distancia máxima, mínima o media entre el vehículo y la antena; y la frecuencia de comunicación.

El sistema puede comprender una pluralidad de mástiles, teniendo cada mástil al menos una estructura de antena o construcción montada en el mismo. Cada estructura de antena o construcción puede acoplarse a un respectivo punto de acceso separado para comunicación con el encaminador móvil basado en vehículo, aunque en algunas realizaciones, múltiples estructuras de antena o construcciones en el mismo mástil pueden acoplarse al mismo punto de acceso, o proporcionar dos o más puntos de acceso. Los puntos de acceso pueden conectarse entre sí, a un retroceso de red usando, por ejemplo, un sistema de fibra óptica.

Los mástiles pueden separarse espacialmente entre sí, por ejemplo, a intervalos regulares. Habitualmente se ubican a lo largo de una ruta especializada o predeterminada del encaminador móvil basado en vehículo, tal como una vía ferroviaria. Esta separación espacial puede seleccionarse sobre la base de cobertura de red de radio celular. La distancia entre cada mástil y una ruta especializada del terminal móvil basado en vehículo, tal como una vía, puede basarse en uno o más de: la altura de la antena en el mástil; la altura del mástil; la altura del vehículo; la topografía del terreno; la curvatura de la vía; la distancia máxima, mínima o media entre el vehículo y el mástil (o una combinación de estos valores); y la frecuencia de comunicación.

El parámetro de tiempo de respuesta es preferentemente un tiempo de respuesta de acuse de recibo (ACK).

La norma de WLAN para la comunicación es preferentemente la norma IEEE 802.11 (que también puede denominarse como WiFi).

5 La etapa a) del método también puede incluir establecer un Intervalo de Tiempo actual a un valor máximo por defecto, y en el que la etapa d) también incluye establecer el Intervalo de Tiempo actual a un nuevo valor más bajo, que depende del tiempo de ida y vuelta determinado. Por la presente, el rendimiento se mejora incluso
10 adicionalmente. Ajuste y restablecimiento de Intervalo de Tiempo es en particular ventajoso para evitar la colisión cuando se conectan múltiples encaminadores al mismo punto de acceso. Además, en muchas normas de WLAN, únicamente se permite que una estación transmita en el comienzo del Intervalo de Tiempo, de tal forma que este tiempo preferentemente también se ajusta cuando el vehículo y punto de acceso están muy alejados, para optimización del rendimiento.

15 Por Intervalo de Tiempo se entiende la unidad básica de definición definida por la norma de WLAN. Esto generalmente corresponde al tiempo requerido para detectar el extremo de una trama, iniciar transmisión y para que el comienzo de la trama se propague al receptor. Esto puede, por ejemplo, ser igual a Tiempo de Respuesta RxTx + Tiempo de Detección de Canal + Retardo de Propagación + Tiempo de procesamiento de MAC. El valor por defecto de Intervalo de Tiempo se establece generalmente a unos pocos microsegundos. El valor máximo por defecto del
20 Intervalo de Tiempo según se establece en el método de la presente invención puede, por ejemplo, estar en el intervalo de 20-200 μ s, y preferentemente en el intervalo de 50-100 μ s y más preferentemente en el intervalo de 60-90 μ s, tal como 750 μ s.

25 La etapa de repetición de las etapas b-f, y preferentemente las etapas a-f, se hace preferentemente periódicamente, a intervalos de tiempo regulares o después de un cierto tiempo de espera tras haber completado la repetición. Por la presente, el método permite que la comunicación opere con el nuevo valor o valores de parámetro establecidos para un cierto periodo de tiempo, antes de realizar una nueva repetición, y un nuevo posible ajuste del valor o valores. Esto mejora el rendimiento. Los intervalos de tiempo o el tiempo de espera pueden preferentemente establecerse a un valor dentro del intervalo de 0,1 - 100 segundos, y preferentemente en el intervalo de 0,2 - 10 segundos y más
30 preferentemente en el intervalo de 0,5 - 5 segundos, tal como aproximadamente 1 segundo.

Preferentemente los parámetros de tiempo, tal como tiempo de respuesta de ACK e Intervalo de Tiempo, se establecen para ser los mismos tanto en el encaminador móvil como el punto de acceso para cada sesión de comunicación. Además, en caso de que varios encaminadores móviles estén teniendo sesiones de comunicación con un punto de acceso simultáneamente, los parámetros de tiempo son preferentemente los mismos para todos
35 tales encaminadores móviles para la comunicación con este punto de acceso.

El método puede comprender adicionalmente transmitir valor o valores actuales recientemente establecidos al encaminador o encaminadores móviles asociados. Por la presente, se determinan nuevos valores ajustados para un punto de acceso mediante la red móvil exterior, y se comunican al vehículo o varios vehículos que se comunican con dicho punto de acceso. Sin embargo, el método también puede operarse independientemente tanto en el vehículo como en la red móvil externa, de modo que cada uno determina independientemente qué configuraciones de parámetro de tiempo usar.
40

45 El nuevo valor actual puede establecerse como la suma de dicho tiempo de ida y vuelta predeterminado y una constante predeterminada. Por lo tanto, el tiempo de respuesta de ACK puede, por ejemplo, establecerse como el tiempo de ida y vuelta + C, en la que C es una constante. C está preferentemente en el intervalo de 0,1-10 μ s y más preferentemente en el intervalo de 0,2-5 μ s y más preferentemente en el intervalo de 0,5-2 μ s, tal como aproximadamente 1 μ s.

50 El establecimiento de valores para el parámetro de tiempo de respuesta se hace preferentemente en una capa de Control de Acceso al Medio (MAC) del modelo OSI.

55 El tiempo de ida y vuelta se determina preferentemente según se determina mediante la estimación del tiempo que transcurre entre el envío de un paquete o trama y recepción de un correspondiente paquete de ACK o trama en respuesta.

60 Sin embargo, adicionalmente o como alternativa, el tiempo de ida y vuelta puede estimarse basándose en una estimada de la distancia entre el encaminador móvil y el primer punto de acceso, basándose en datos de GNSS (Sistemas Globales de Navegación por Satélite), tal como GPS, para el vehículo. Proporcionando un receptor de GNSS/GPS en el vehículo, y conociendo las posiciones fijas de los puntos de acceso, puede determinarse fácilmente la distancia entre el vehículo y el punto o puntos de acceso más cercanos y a partir de esta puede calcularse un tiempo de ida y vuelta estimado.

Los puntos de acceso se disponen preferentemente de modo que existe al menos algo de solapamiento entre las áreas de cobertura para puntos de acceso vecinos. Cuando un vehículo viaja a través de esta área de solapamiento, puede realizarse un traspaso convencional desde el punto de acceso pasado anteriormente al punto de acceso por delante del vehículo.

5 Sin embargo, por medio de la presente invención, las áreas de cobertura de los puntos de acceso pueden extenderse enormemente y, en consecuencia, puede proporcionarse fácilmente un área de solapamiento relativamente grande entre incluso puntos de acceso mucho más separados. De hecho, debido a las áreas de cobertura enormemente extendidas, los encaminadores móviles la mayoría de las veces tendrán acceso a dos puntos de acceso - uno por delante del vehículo y uno por detrás el vehículo. Esto puede usarse para habilitar comunicación simultánea con más de un punto de acceso. Por lo tanto, el encaminador móvil puede preferentemente disponerse para comunicarse simultáneamente con la red móvil externa a través de al menos dos puntos de acceso cuando más de un punto de acceso es accesible para el encaminador móvil, proporcionando de este modo dos enlaces de datos utilizables simultáneamente. Esto mejora el rendimiento de comunicación de manera significativa y también alivia los problemas relacionados con traspasos.

Como alternativa o adicionalmente, el encaminador móvil puede disponerse para comunicarse simultáneamente con al menos una red inalámbrica externa adicional, proporcionando de este modo al menos un enlace de datos utilizable simultáneamente adicional.

20 Cuando varios enlaces de datos están disponibles, el encaminador móvil se dispone preferentemente para evaluar la calidad de dichos enlaces de datos, por ejemplo, en una capa de anfitrión y, por ejemplo, enviar repetidamente peticiones dispuestas para desencadenar una respuesta automatizada determinable a dicho servidor de comunicación estacionario a través de dichos enlaces de datos y medir el tiempo hasta que se reciben las respuestas automatizadas desencadenadas; y asignar flujos de datos a dichos enlaces de datos al menos parcialmente basándose en dicha calidad evaluada.

Además, el encaminador móvil en el vehículo en movimiento puede disponerse para recibir y transmitir paquetes de datos inalámbricos a y desde un servidor de comunicación estacionario fuera del vehículo en movimiento a través de la al menos una red móvil exterior a través de al menos una antena, y a y desde al menos un cliente a bordo del vehículo en movimiento.

35 Cuando el encaminador se dispone para comunicarse con el servidor de comunicación en al menos dos enlaces de datos diferentes (rutas de comunicación) que tienen diferentes características, el encaminador puede disponerse para separar automáticamente el tráfico de comunicación entre dichos enlaces de datos basándose en una evaluación de la calidad. Los flujos de datos pueden reenviarse a continuación en uno o varios enlaces a y desde un servidor externo especializado, que puede denominarse como un servidor de agregación o pasarela. Los diferentes enlaces forman de este modo un único enlace virtual entre el encaminador y la pasarela.

40 La comunicación puede optimizarse automáticamente basándose en la evaluación, y también opcionalmente en otras condiciones, tal como precio, velocidad, latencia, etc. Por lo tanto, además de la evaluación, pueden hacerse priorización y asignaciones basándose en otros parámetros estáticos o dinámicos, tal como intensidad de señal y similares. Tales optimizaciones adicionales se conocen per se a partir del documento EP 1 175 757 y el documento WO 15/169917 por el mismo solicitante. A continuación se hace una selección automática entre los enlaces de datos disponibles para usar la combinación más eficiente. Por lo tanto, se obtiene una distribución sin discontinuidades de los datos entre los diferentes enlaces de datos.

50 El encaminador puede usar, además de la WLAN en tierra, cualquier enlace de datos disponible, tal como GSM, Satélite, DVB-T, HSPA, EDGE, 1X RTT, EVDO, LTE, Wi-Fi (además de la WLAN en tierra) y WiMAX; y opcionalmente combinar los mismos en una conexión de red virtual. En particular, se prefiere usar enlaces de datos proporcionados a través de tecnologías de comunicación de red de área extensa inalámbrica (WWAN).

55 La selección de enlaces se hace preferentemente una vez para cada flujo de datos. Sin embargo, también puede hacerse la reelección para flujos de datos que han fallado. Además, también pueden dividirse flujos de datos 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 a continuación continuando la transferencia del resto del flujo de datos en otro enlace de datos, basándose en una decisión de reasignación. La reelección y/o reasignación también puede hacerse basándose en otros criterios que fallo completo del enlace de datos usado actualmente, tal como cuando la calidad evaluada del enlace usado actualmente se deteriora significativamente, cae por debajo de un cierto umbral o similar.

60 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un medio de almacenamiento legible por ordenador codificado con instrucciones para ejecutar en un dispositivo inalámbrico, realizando las instrucciones, cuando se ejecutan, el método anteriormente analizado.

65 Con este aspecto de la invención, ventajas similares y características preferidas están presentes como en el primer aspecto anteriormente analizado de la invención.

De acuerdo con otro aspecto más de la invención, se proporciona un punto de acceso de una red externa para comunicación inalámbrica entre al menos un encaminador móvil en un vehículo en movimiento, tal como un tren, y comprendiendo la red inalámbrica externa una pluralidad de base puntos de acceso, y preferentemente puntos de acceso en tierra, distribuidos a lo largo de una trayectoria de recorrido de vehículo, tal como una ruta de tren, de conformidad con una norma de Red de Área Local Inalámbrica (WLAN), incluyendo el punto de acceso un procesador dispuesto para realizar las etapas de:

- a) establecimiento de un primer valor para un parámetro de tiempo de respuesta en una capa de Control de Acceso al Medio (MAC) dentro de la norma de WLAN a un valor máximo por defecto que excede un tiempo de propagación máximo entre puntos de acceso vecinos a lo largo de dicha trayectoria de vehículo;
- b) determinación de cuándo al menos un encaminador móvil está dentro del intervalo del punto de acceso;
- c) determinación de un tiempo de ida y vuelta para comunicación entre el punto de acceso y ese encaminador móvil de dicho al menos un encaminador móvil que está más distante de dicho primer punto de acceso;
- d) establecimiento, en caso de que dicho tiempo de ida y vuelta sea menor que dicho primer valor, de un segundo valor que depende de dicho tiempo de ida y vuelta, estableciéndose dicho segundo valor a la suma de dicho tiempo de ida y vuelta y una constante predeterminada;
- e) sustitución de dicho primer valor con dicho segundo valor y uso del segundo valor para comunicación inalámbrica; y
- f) repetición de al menos las etapas b-f y preferentemente las etapas a-f.

También con este aspecto de la invención, ventajas similares y características preferidas están presentes como en el primer aspecto anteriormente analizado de la invención.

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

Breve descripción de los dibujos

Para propósitos de ilustración, la invención se describirá en mayor detalle a continuación con referencia a realizaciones de la misma ilustradas en los dibujos adjuntos, en los que:

- la Figura 1 es una ilustración esquemática de un tren que tiene un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 2 es una ilustración esquemática de un tren que se asocia con dos puntos de acceso de una red móvil externa, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 3 es una ilustración esquemática de una configuración de antena a usar en trenes en los sistemas de la Figura 1 y 2;
- la Figura 4 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra un proceso a realizar por la red móvil externa, de acuerdo con una realización de la invención; y
- la Figura 5 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra un proceso a realizar por el encaminador móvil, de acuerdo con una realización de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

En la siguiente descripción detallada, se describirán realizaciones preferidas de la presente invención. Sin embargo, debe apreciarse que características de las diferentes realizaciones son intercambiables entre las realizaciones y pueden combinarse de diferentes formas, a no ser que se indique específicamente algo más. Incluso aunque en la siguiente descripción se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar un entendimiento más completo 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 obstaculizar la presente invención. En las realizaciones detalladas descritas a continuación se refieren a trenes. Sin embargo, el lector experto debe reconocer que el método y sistema puede utilizarse correspondientemente en otros vehículos en movimiento, tal como autobuses, ferris, aviones y similares.

En la Figura 1 se proporciona una ilustración esquemática de un vehículo 1, tal como un tren, que tiene un sistema de comunicación. El sistema de comunicación comprende un encaminador 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 extensa (WAN) externas 4a, 4b, 4c, incluyendo al menos una red externa que tiene una pluralidad de puntos de acceso, tal como puntos de acceso en tierra, distribuidos a lo largo de una trayectoria de recorrido de vehículo, para comunicación de conformidad con una norma de Red de Área Local Inalámbrica (WLAN), tal como una norma 802.11.

Comunicación a y desde las WAN se proporciona a través de una o varias antenas 5 a-n dispuestas en el tren, las antenas pueden disponerse en el techo del tren, en los cristales de las ventanas del tren, etc. Dos o más enlaces de datos están disponibles preferentemente, ya sea entre el tren y una de las WAN, y/o usando varias WAN simultáneamente.

5 La LAN es preferentemente una red inalámbrica, usando una o varias antenas internas para comunicarse con las unidades terminales 6 dentro del vehículo. También es posible usar una red alámbrica dentro del vehículo. La LAN puede configurarse como punto o puntos de acceso inalámbricos. El cliente o los clientes 6 pueden ser dispositivos informáticos tal como portátiles, teléfonos móviles, PDA, tabletas y así sucesivamente.

10 El encaminador de comunicación de datos adicionalmente preferentemente 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 se controla mediante un controlador 23. El controlador se realiza preferentemente como un procesador controlado por software. Sin embargo, el controlador puede como alternativa realizarse completamente o parcialmente en hardware.

15 El sistema también puede comprender un receptor de GNSS, tal como un receptor de sistema de posicionamiento global (GPS) 7 para recibir señales GPS indicativas de la posición actual del vehículo, y en el que el controlador puede disponerse para controlar en particular el rendimiento de la comunicación con las estaciones base en tierra de acuerdo con la posición de vehículo determinada basándose en las señales de GPS.

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

20 En la Figura 2, se ilustra en más detalle la red de área extensa (WAN) externa que incluye una pluralidad de puntos de acceso, tal como estaciones base en tierra, distribuidos a lo largo de una trayectoria de recorrido de vehículo, es decir la vía, para comunicación de conformidad con una norma de Red de Área Local Inalámbrica (WLAN), tal como una norma 802.11. La red móvil externa comprende una pluralidad de estaciones base en tierra 11, 12, dispuestas a lo largo de la trayectoria de vehículo. Las estaciones base tienen áreas de cobertura 11a, 11b, 12a, 12b que se
25 extienden en ambas direcciones a lo largo de la trayectoria de vehículo. Las áreas de cobertura en los dos lados de las estaciones base pueden relacionarse con el mismo punto de acceso, o con diferentes puntos de acceso. Por lo tanto, las áreas de cobertura 11a y 11b pueden relacionarse con el mismo punto de acceso, u operarse independientemente, como diferente punto de acceso, y lo mismo se aplica a las áreas de cobertura 12a y 12b, etc.

30 Las áreas de cobertura se solapan preferentemente, permitiendo que el encaminador móvil del vehículo acceda a varios puntos de acceso simultáneamente, y de este modo distribuyen la comunicación entre varios enlaces de datos.

35 El encaminador móvil también puede conectarse a otras redes externas, y puede distribuir en consecuencia simultáneamente la comunicación también a través de estas redes.

Por lo tanto, el vehículo preferentemente comprende una pluralidad de antenas, para comunicarse con diferentes enlaces y diferentes redes externas. Una ilustración esquemática de esto se proporciona en la Figura 3. Esta disposición de antena, por ejemplo, dispuesta en el techo del tren, puede comprender las antenas direccionales 51a y 51b dirigidas hacia puntos de acceso en la dirección hacia atrás del tren, las antenas direccionales 52a y 52b dirigidas hacia puntos de acceso en la dirección hacia delante del tren y las antenas adicionales 53-56 dispuestas para comunicarse con estaciones base de otras redes externas, por ejemplo, a través de GSM, Satélite, DVB-T, HSPA, EDGE, 1X RTT, EVDO, LTE, Wi-Fi (además de la WLAN en tierra) y WiMAX.

45 Se describirá ahora una realización ilustrativa para comunicarse con los puntos de acceso en tierra con referencia a las Figuras 4 y 5. En este método, se hace un ajuste dinámico para ciertos parámetros de tiempo de respuesta dependiendo de la distancia entre el vehículo y los puntos de acceso. El método se realiza preferentemente en la capa MAC de la norma 802.11. Mediante la optimización realizada tanto en la red móvil externa como en el encaminador móvil del vehículo o vehículos, se obtiene una comunicación muy eficiente. El método se ejecuta
50 preferentemente en software.

En la siguiente realización ilustrativa, los ajustes se determinan mediante la red móvil externa, y comunican al encaminador o encaminadores móviles en los vehículos. Sin embargo, como se ha analizado en lo anterior, los ajustes también pueden hacerse en los encaminadores móviles, o tanto en la red móvil externa como los encaminadores móviles, independientemente o de una manera sincronizada.

60 En la Figura 4, se ilustra un método operacional para un punto de acceso en la red móvil externa. El proceso se inicia en la etapa 401. En una primera etapa, 402, el tiempo de respuesta de ACK y el Intervalo de Tiempo se establecen a valores máximos. Los valores máximos son valores establecidos de acuerdo con el tiempo de ida y vuelta máximo entre encaminadores móviles y puntos de acceso a lo largo de la trayectoria de vehículo. Por lo tanto, estos valores se establecen de acuerdo con el tiempo de propagación aérea máximo para la mayor distancia posible a cubrir. Por ejemplo, el tiempo de respuesta de ACK máximo puede establecerse a 100 μ s, y el Intervalo de Tiempo puede establecerse a 75 μ s.

65 En una siguiente etapa, 403, se determina si cualquier encaminador móvil está asociado con la estación base/punto de acceso, es decir si cualquier vehículo está dentro del área de cobertura. Si no es así, el proceso continúa a un

tiempo de espera, por ejemplo, 100 μ s, y se repite a continuación. Esto se repite hasta que se detecta un encaminador móvil. Cuando uno o varios encaminadores móviles se detectan y asocian con la estación base, el proceso continua a la etapa 405.

5 En la etapa 405, se determina tiempo de ida y vuelta. Esto se hace enviando secuencialmente una trama o paquete a cada encaminador móvil. Se usa un temporizador para determinar el tiempo de ida y vuelta desde cuando la trama/paquete se envía y hasta que se recibe una trama/paquete de ACK desde el encaminador móvil. Este temporizador tiene un tiempo de respuesta que corresponde al tiempo de respuesta de ACK máximo establecido anteriormente.

10 En la etapa 406 se determina si algún encaminador móvil más se asocia en la actualidad con el punto de acceso, y si es así, se repite la etapa 405.

15 Cuando el punto de acceso/estación base ha recibido ACK desde todos los encaminadores móviles asociados, se determinan nuevos valores para tiempo de respuesta de ACK e Intervalo de Tiempo, etapa 407. El nuevo tiempo de respuesta de ACK e Intervalo de Tiempo se determinan basándose en el tiempo de ida y vuelta más largo para los encaminadores móviles asociados. El nuevo tiempo de respuesta de ACK puede determinarse a continuación que sea el tiempo de ida y vuelta más largo más una constante, tal como 1 μ s. El nuevo Intervalo de Tiempo puede determinarse que sea la ida y vuelta más larga reducida por una constante, tal como 15 μ s, y a continuación dividida por 2. Por lo tanto, se aplica lo siguiente:

$$\text{Intervalo de Tiempo} = (\text{Tiempo de Ida y Vuelta} - 15 \mu\text{s})/2$$

$$\text{Tiempo de respuesta de ACK} = \text{Tiempo de Ida y Vuelta} + 1 \mu\text{s}.$$

25 En una siguiente etapa, 408, el nuevo valor de tiempo de respuesta de ACK y valor de Intervalo de Tiempo se comunican al encaminador o encaminadores móviles. Cuando todos los encaminadores móviles han recibido las nuevas configuraciones, estas también se establecen para el punto de acceso/estación base, etapa 409.

30 El proceso a continuación supone un periodo de espera, por ejemplo, durante 1 segundo, durante el cual se aplican las nuevas configuraciones, con intercambio normal de datos de acuerdo con la norma de WLAN (tal como la norma 802.11).

35 Cuando el periodo de espera finaliza, el proceso vuelve a la etapa 402, y el proceso se repite.

Los encaminadores móviles pueden operarse de acuerdo con el mismo proceso como se describe anteriormente para la red móvil externa. Sin embargo, preferentemente los encaminadores móviles están ejecutando un programa de software que garantiza que los encaminadores móviles se sincronizan con el punto o puntos de acceso, de modo que las mismas configuraciones de parámetro se usan en ambos lados. Un ejemplo de un proceso de este tipo se analizará a continuación.

45 En la Figura5, se ilustra un método operacional para un encaminador móvil en un vehículo. El proceso se inicia en la etapa 501. En una primera etapa, 502, el tiempo de respuesta de ACK y el Intervalo de Tiempo se establecen a valores máximos. Los valores máximos son valores establecidos de acuerdo con el tiempo de ida y vuelta máximo entre encaminadores móviles y puntos de acceso a lo largo de la trayectoria de vehículo. Por lo tanto, estos valores se establecen de acuerdo con el tiempo de propagación aérea máximo para la mayor distancia posible a cubrir. Por ejemplo, el tiempo de respuesta de ACK máximo puede establecerse a 100 μ s y el Intervalo de Tiempo puede establecerse a 75 μ s. El tiempo de respuesta de ACK máximo e Intervalo de Tiempo se establecen preferentemente a valores idénticos como se usan en los puntos de acceso.

50 En una siguiente etapa, 503, se determina si el encaminador móvil se asocia con una estación base/punto de acceso, es decir si cualquier punto de acceso está dentro del área de cobertura. Si no es así, el proceso intenta establecer contacto con el punto de acceso/estación base que tiene las mejores señales, etapa 504. El proceso a continuación procede a un tiempo de espera, por ejemplo, 100 μ s, etapa 505, y se repite a continuación desde la etapa 503. Esto se repite hasta que el encaminador móvil se asocia con un punto de acceso/estación base.

60 Cuando se asocia con un punto de acceso/estación base, se determina si una trama de datos/paquete se ha recibido desde el punto de acceso/estación base, etapa 506. Si no es así, el proceso procede con otro periodo de espera, por ejemplo, que tiene a duración de 1 μ s, etapa 507. Este bucle se repite desde la etapa 506 hasta que una trama de datos/paquete se ha recibido durante la última iteración.

Cuando se ha recibido una trama de datos/paquete, se envía un ACK de vuelta, etapa 508.

65 Se determina a continuación si un nuevo tiempo de respuesta de ACK e Intervalo de Tiempo se ha recibido desde el punto de acceso/estación base, etapa 509. Si no es así, el proceso procede con otro periodo de espera, por ejemplo,

que tiene a duración de un Intervalo de Tiempo (que en esta etapa es el máximo Intervalo de Tiempo de 75 μ s), etapa 510. Este bucle se repite desde la etapa 509 hasta que se han recibido nuevos parámetros de tiempo de respuesta de ACK e Intervalo de Tiempo.

5 Cuando se han recibido nuevo tiempo de respuesta de ACK e Intervalo de Tiempo, estas nuevas configuraciones de parámetro se aplican para la comunicación con este punto de acceso/estación base particular, etapa 511.

10 Los encaminadores móviles proceden a continuación con comunicación normal con el punto de acceso/estación base, enviando y recibiendo datos, durante un periodo de tiempo controlado por un temporizador y teniendo una duración correspondiente en cuanto a la estación base (1 s menos 1 Intervalo de Tiempo en este caso), etapa 512.

Después de este periodo de operación normal usando los nuevos parámetros y ejecutando el protocolo 802.11 de modo convencional, el proceso se repite desde la etapa 502.

15 Como se ha analizado en lo anterior, los encaminadores móviles pueden disponerse para comunicarse con dos o más puntos de acceso en tierra simultáneamente. En este caso, los mismos procesos se ejecutan en paralelo, uno para cada punto de acceso.

20 Además, el encaminador móvil también puede, simultáneamente comunicarse con otras estaciones base accesibles a través de protocolos convencionales.

25 Los dos procesos descritos anteriormente garantizan que las configuraciones de parámetro se optimizan en correspondencia con la distancia durante la mayor parte del tiempo, proporcionando de este modo caudal cercano a óptimo y minimizando los tiempos de espera estipulados por el protocolo de MAC 802.11 entre tramas de datos. Al mismo tiempo, los procesos garantizan que se detectan regularmente nuevos encaminadores móviles que aparecen en las periferias del alcance de acceso de los puntos de acceso, y en consecuencia se tienen en cuenta.

30 Los tiempos de espera ilustrados anteriormente pueden establecerse naturalmente de forma diferente para diversas aplicaciones y realizaciones. En este documento, debería hacerse preferentemente una compensación entre el tiempo empleado enviando datos útiles con rendimiento cercano a óptimo, y el tiempo empleado actualizando los parámetros y buscando nuevos encaminadores móviles y puntos de acceso. Las configuraciones de parámetro dependen de, por ejemplo, la distancia entre los puntos de acceso en tierra, la velocidad del vehículo, etc. Los procesos ilustrados tienen una granularidad en el dominio del tiempo de 1 μ s, que corresponde a 300 m para un viaje en el dominio de distancia, o 150 m para viajes de vuelta. La duración de tiempo para operación normal en este punto ilustrada como 1 segundo es muy adecuada para vehículos que viajan a una velocidad de 150 m/s (540 km/h) o por debajo, y generalmente es una configuración adecuada para la mayoría de aplicaciones prácticas.

35 La invención se ha descrito ahora con referencia a realizaciones específicas. Sin embargo, son viables varias variaciones del sistema/método de comunicación. Por ejemplo, la presente invención se ha divulgado en este punto en relación con trenes, en la que se considera que es particularmente ventajosa. Sin embargo, también puede implementarse y usarse en otros vehículos en movimiento, y en particular vehículos destinados para el tráfico de pasajeros, tal como autobuses, ferris, aviones, etc. Además, los ejemplos se relacionan mayoritariamente con la norma 802.11, pero también pueden usarse otros protocolos WLAN de las mismas formas o similares. Además, las configuraciones usadas pueden diferir entre diversas aplicaciones.

45 Además, las realizaciones anteriormente descritas de la presente invención pueden implantarse de cualquiera de numerosas formas. Por ejemplo, las realizaciones pueden implementarse usando hardware, software o una combinación de los mismos. Cuando se implementan en software, el código de software puede ejecutarse en cualquier procesador adecuado o colección de procesadores, ya se proporcione en un único ordenador o se distribuya entre múltiples ordenadores.

50 También, los diversos métodos o procesos descritos en este documento pueden codificarse como software que es ejecutable en uno o más procesadores que emplean uno cualquiera de una diversidad de sistemas operativos o plataformas. Adicionalmente, tal software puede escribirse usando cualquiera de un número de lenguajes de programación adecuados y/o herramientas de programación o rutinas convencionales, y también puede compilarse como código de lenguaje de máquina ejecutable.

55 A este respecto, la invención puede incorporarse como un medio legible por ordenador (o múltiples medios legibles por ordenador) (por ejemplo, una memoria de ordenador, uno o más discos flexibles, discos compactos, discos ópticos, cintas magnéticas, etc.) codificado con uno o más programas que, cuando se ejecutan en uno o más componentes u otros procesadores, realizan métodos que implementan las diversas realizaciones de la invención analizada anteriormente. El medio o medios legibles por ordenador o pueden ser transportables, de tal forma que el programa o programas almacenados en el mismo pueden cargarse en uno o más diferentes ordenadores u otros procesadores para implementar diversos aspectos de la presente invención como se ha analizado anteriormente.

65

Los términos “programa” o “software” se usan en este documento con un sentido genérico para referirse a cualquier tipo de código de programa o conjunto de instrucciones ejecutables por ordenador que pueden emplearse para programar un ordenador u otro procesador para implementar diversos aspectos de la presente invención como se ha analizado anteriormente. Adicionalmente, debería apreciarse que de acuerdo con un aspecto de esta realización, uno o más programas informáticos que cuando se ejecutan realizan métodos de la presente invención no necesitan residir en un único ordenador o procesador, sino que puede distribuirse de forma modular entre un número de diferentes ordenadores o procesadores para implementar diversos aspectos de la presente invención.

Tales y otras modificaciones obvias deben considerarse que están dentro del alcance de la presente invención, como se define mediante las reivindicaciones adjuntas. Se ha de observar que las realizaciones anteriormente mencionadas ilustran en lugar de limitar la invención, y que los expertos en la materia serán capaces de diseñar muchas realizaciones alternativas sin alejarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia situado entre paréntesis no se interpretará como que limita la reivindicación. La palabra “comprendiendo” no excluye la presencia de otros elementos o etapas que las listadas en la reivindicación. La palabra “un” o “una” precediendo a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método a ejecutar en un punto de acceso para comunicación inalámbrica entre al menos un encaminador móvil (2) en un vehículo en movimiento (1), tal como un tren, y una red inalámbrica externa (4a, 4b, 4c) que comprende una pluralidad de puntos de acceso (11, 12), preferentemente puntos de acceso en tierra, distribuidos a lo largo de una trayectoria de recorrido de vehículo, tal como una ruta de tren, de conformidad con una norma de Red de Área Local inalámbrica, WLAN, caracterizado por que comprende las etapas de:
- 10 a) establecimiento (402, 502) de un primer valor para un parámetro de tiempo de respuesta en una capa de Control de Acceso al Medio, MAC, dentro de la norma de WLAN a un valor máximo por defecto que excede un tiempo de propagación máximo entre puntos de acceso vecinos a lo largo de dicha trayectoria de vehículo;
- 15 b) determinación (403, 503) de cuándo al menos un encaminador móvil está dentro del intervalo del punto de acceso;
- 15 c) determinación de un tiempo de ida y vuelta (405, 506) para comunicación entre el punto de acceso y ese encaminador móvil de dicho al menos un encaminador móvil, que está más distante de dicho punto de acceso;
- 20 d) establecimiento (407, 509), en caso de que dicho tiempo de ida y vuelta sea menor que dicho primer valor, de un segundo valor que depende de dicho tiempo de ida y vuelta, estableciéndose dicho segundo valor a la suma de dicho tiempo de ida y vuelta y una constante predeterminada;
- 20 e) sustitución de dicho primer valor con dicho segundo valor (408, 511) y uso del segundo valor (409, 512) para comunicación inalámbrica; y
- f) repetición de al menos las etapas b-f o etapas a-f.
- 25 2. El método de la reivindicación 1, en el que el parámetro de tiempo de respuesta es un tiempo de respuesta de acuse de recibo, ACK.
3. El método de la reivindicación 1 o 2, en el que la norma de WLAN es IEEE 802.11.
- 30 4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa a) también incluye establecer (402, 502) un primer intervalo de tiempo a un valor máximo por defecto, y en el que la etapa d) también incluye establecer (407, 509) el primer intervalo de tiempo a un segundo valor inferior que depende del tiempo de ida y vuelta determinado.
- 35 5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el método se ejecuta en dicha red inalámbrica externa, y en el que el método comprende adicionalmente transmitir dicho segundo valor o valores al encaminador o encaminadores móviles asociados.
- 40 6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tiempo de ida y vuelta se determina como el tiempo que transcurre entre el envío de un paquete y recepción de un correspondiente paquete de ACK en respuesta.
- 45 7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tiempo de ida y vuelta se estima adicionalmente basándose en una estimada de la distancia entre el encaminador móvil y el punto de acceso, basándose en datos de GNSS para el vehículo.
- 50 8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el encaminador móvil se dispone para comunicarse simultáneamente con la red inalámbrica externa a través de al menos dos puntos de acceso cuando más de un punto de acceso es accesible para el encaminador móvil, proporcionando de este modo dos enlaces de datos utilizables simultáneamente.
- 55 9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el encaminador móvil se dispone adicionalmente para comunicarse simultáneamente con al menos una red inalámbrica externa adicional, proporcionando de este modo al menos un enlace de datos utilizable simultáneamente adicional.
- 60 10. El método de la reivindicación 8 o 9, en el que el encaminador móvil se dispone para evaluar la calidad de dichos enlaces de datos, por ejemplo, en una capa de anfitrión y, por ejemplo, enviando repetidamente peticiones dispuestas para desencadenar una respuesta automatizada determinable a dicho servidor de comunicación estacionario a través de dichos enlaces de datos y medir el tiempo hasta que se reciben las respuestas automatizadas desencadenadas; y asignar flujos de datos a dichos enlaces de datos al menos parcialmente basándose en dicha calidad evaluada.
- 65 11. Un medio de almacenamiento legible por ordenador codificado con instrucciones para ejecutar en un dispositivo inalámbrico, realizando las instrucciones, cuando se ejecutan, un método según se define en cualquiera una de las reivindicaciones 1-10.
12. Un punto de acceso de una red inalámbrica externa (4a, 4b, 4c) para comunicación inalámbrica entre al menos un encaminador móvil (2) en un vehículo en movimiento, tal como un tren, y comprendiendo la red inalámbrica

externa una pluralidad de puntos de acceso (11, 12), preferentemente puntos de acceso en tierra, distribuidos a lo largo de una trayectoria de recorrido de vehículo, tal como una ruta de tren, de conformidad con una norma de Red de Área Local inalámbrica, WLAN, caracterizado por que el punto de acceso que incluye un procesador se dispone para realizar las etapas:

- 5
- a) establecimiento (402, 502) de un primer valor para un parámetro de tiempo de respuesta en una capa de Control de Acceso al Medio, MAC, dentro de la norma de WLAN a un valor máximo por defecto que excede un tiempo de propagación máximo entre puntos de acceso vecinos a lo largo de dicha trayectoria de vehículo;
- 10
- b) determinación (403, 503) de cuándo al menos un encaminador móvil está dentro del intervalo del punto de acceso;
 - c) determinación (405, 506) de un tiempo de ida y vuelta para comunicación entre el punto de acceso y ese encaminador móvil de dicho al menos un encaminador móvil que está más distante de dicho punto de acceso;
 - d) establecimiento (407, 509), en caso de que dicho tiempo de ida y vuelta sea menor que dicho primer valor, de un segundo valor que depende de dicho tiempo de ida y vuelta, estableciéndose dicho segundo valor a la suma
- 15
- e) sustitución de dicho primer valor con dicho segundo valor (408, 511) y uso (409, 512) del segundo valor para comunicación inalámbrica; y
 - f) repetición al menos las etapas b-f o etapas a-f.

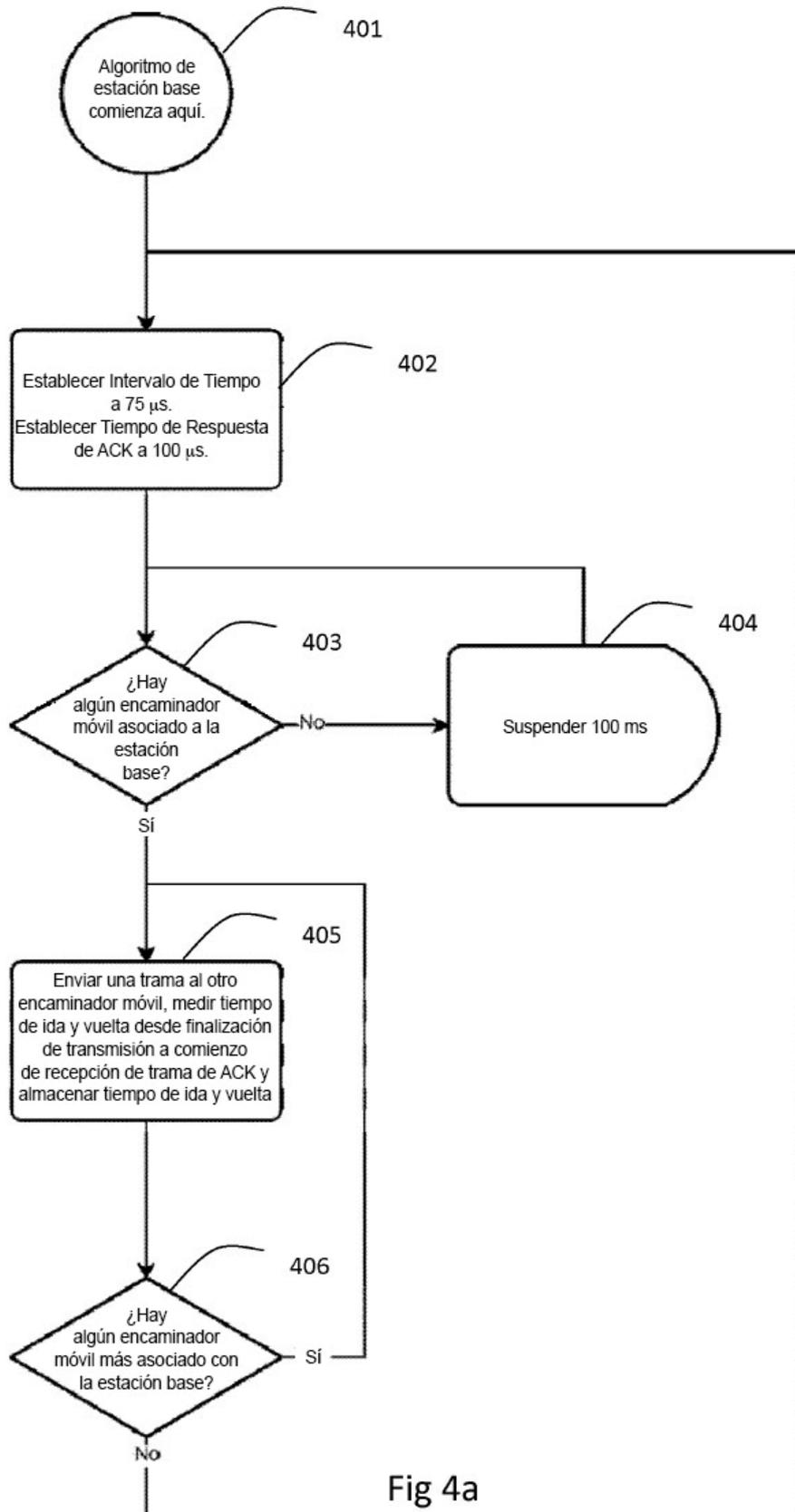


Fig 4a

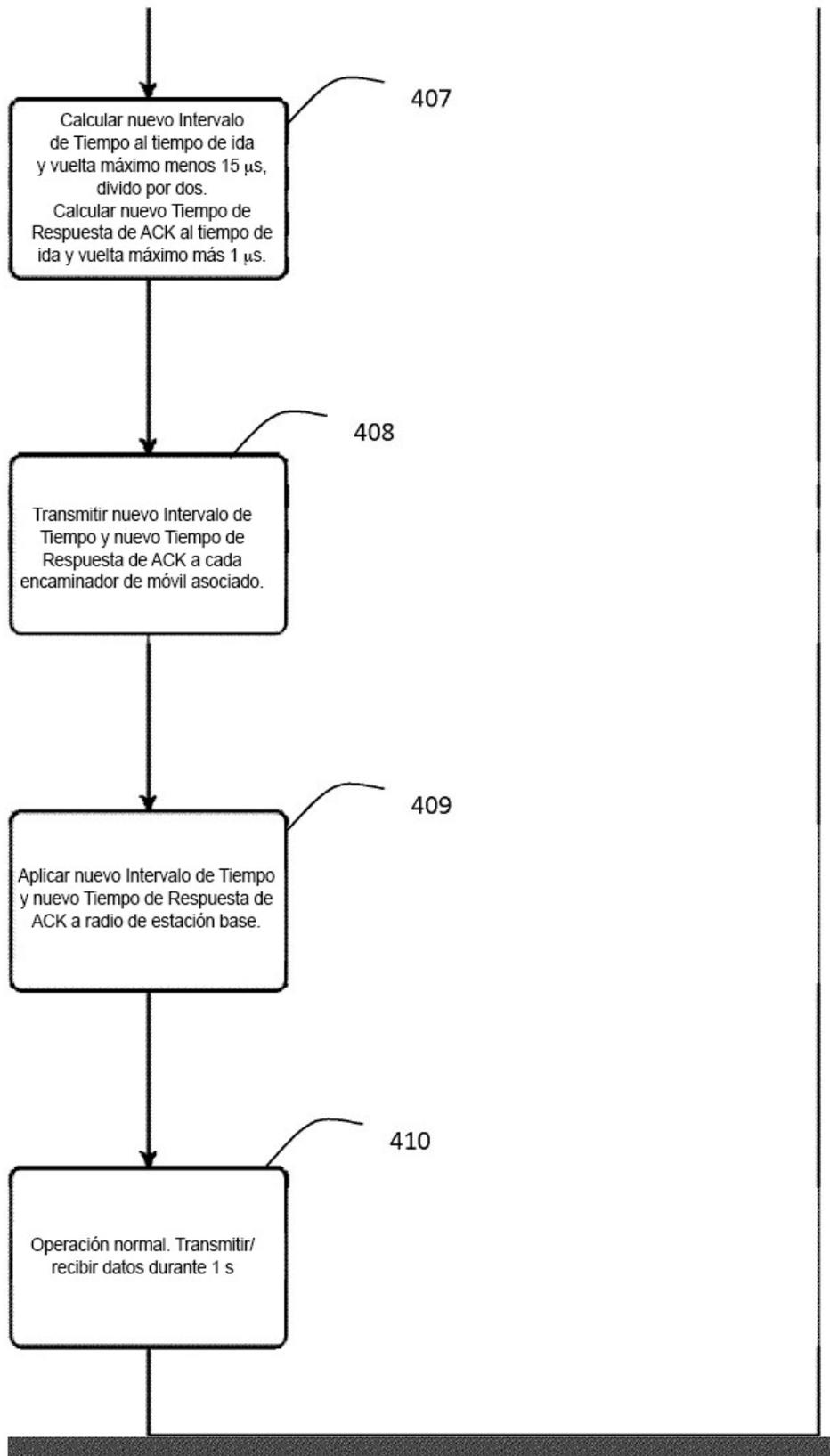


Fig 4b

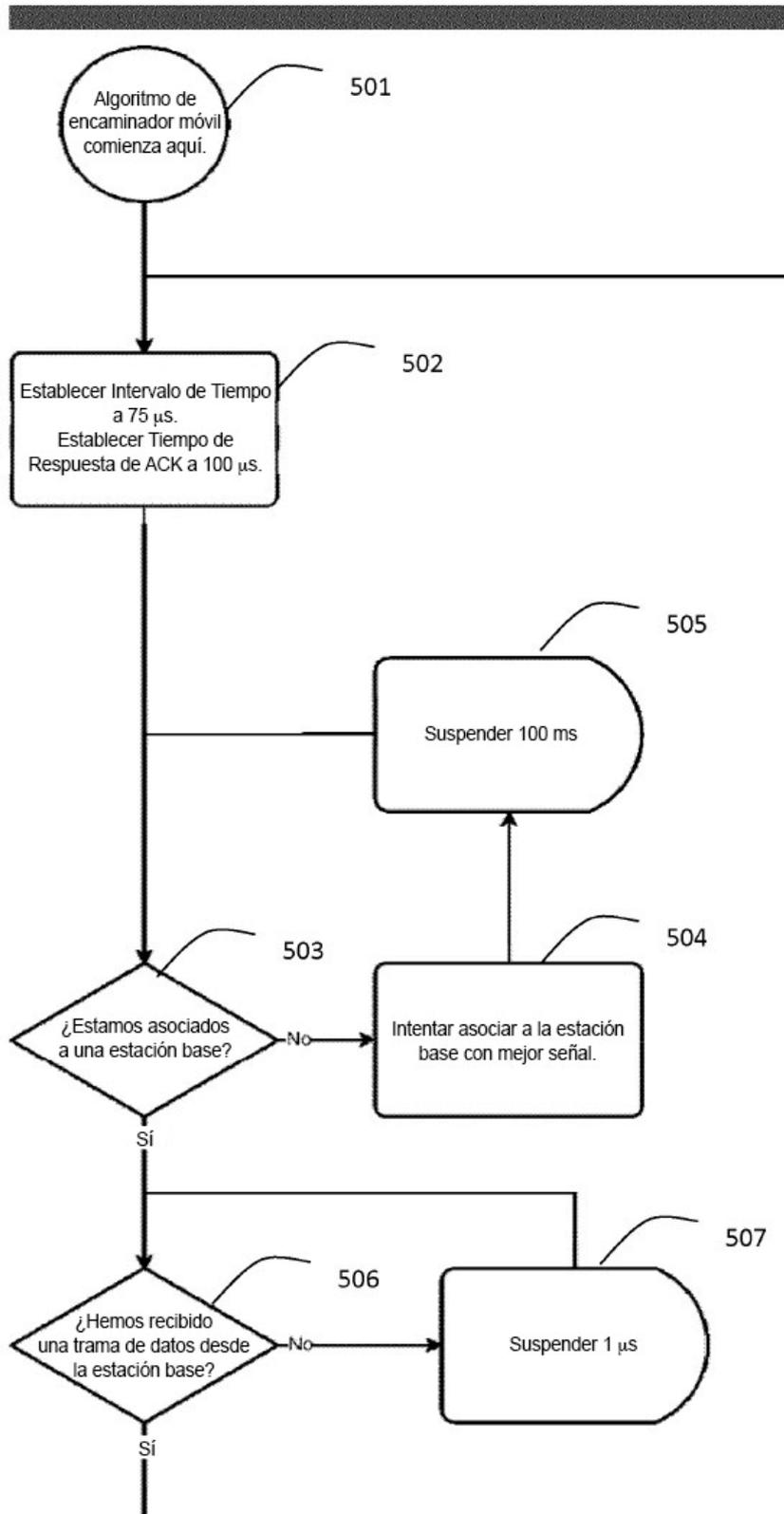


Fig 5a

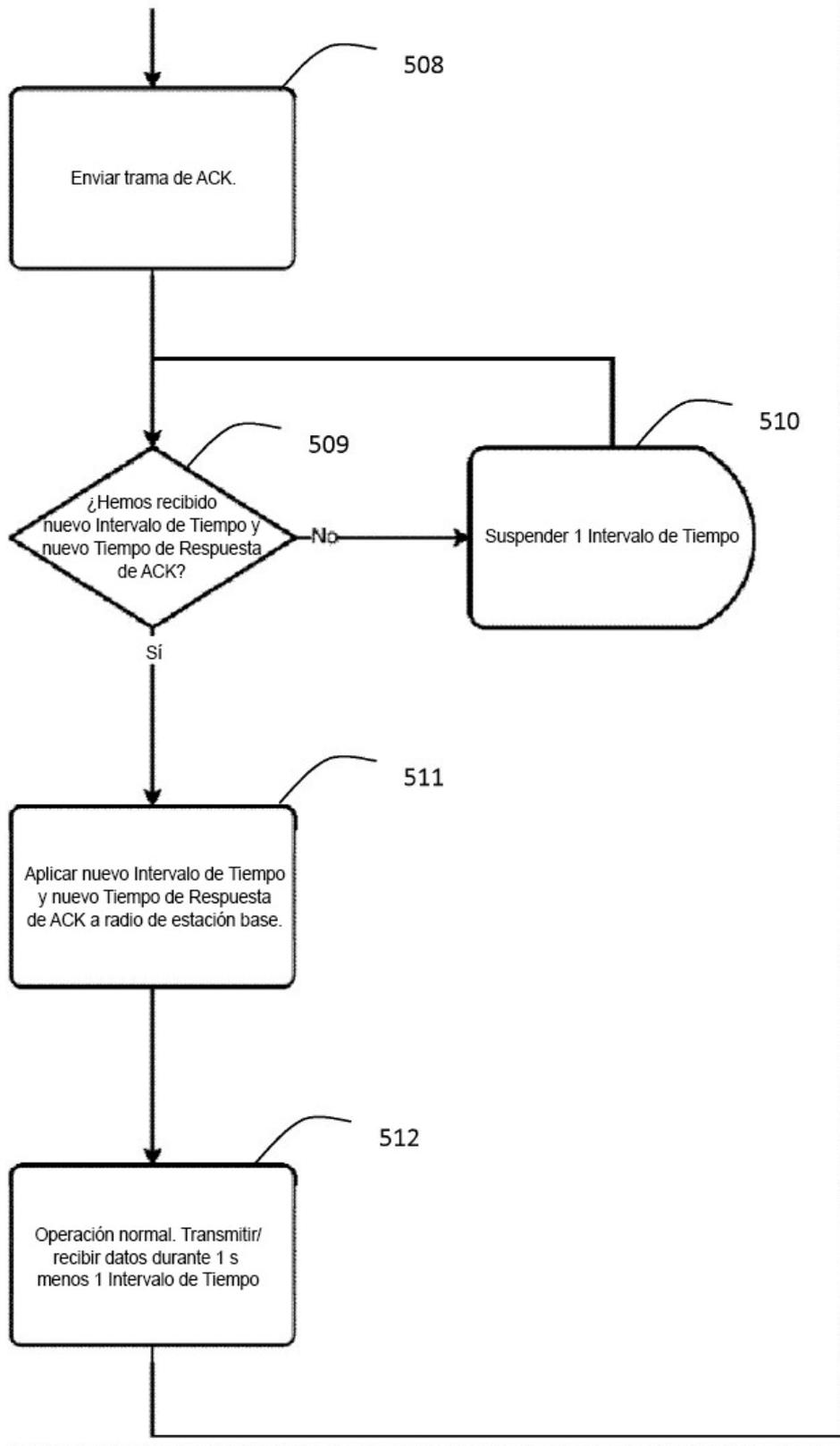


Fig 5b

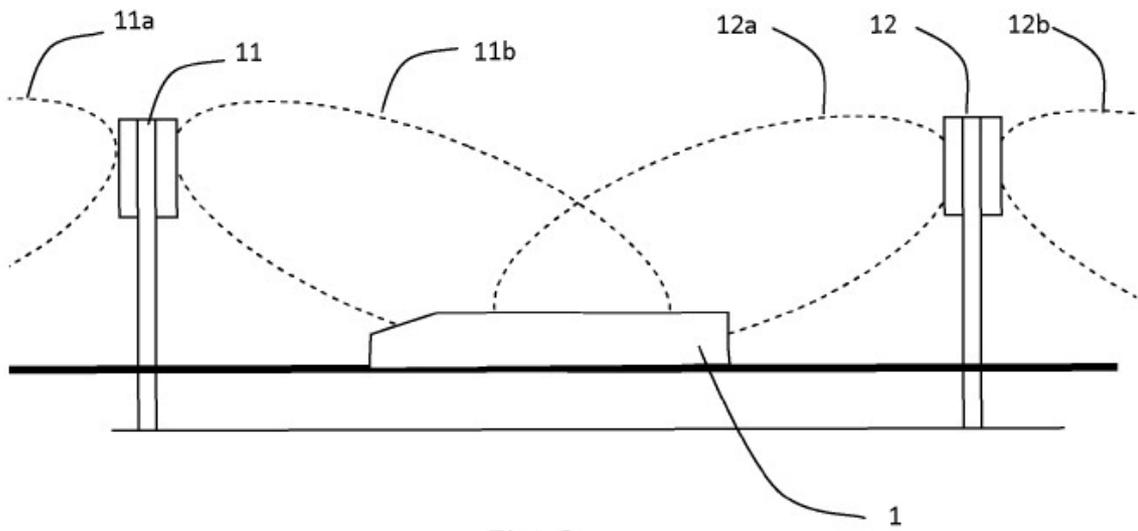


Fig. 2

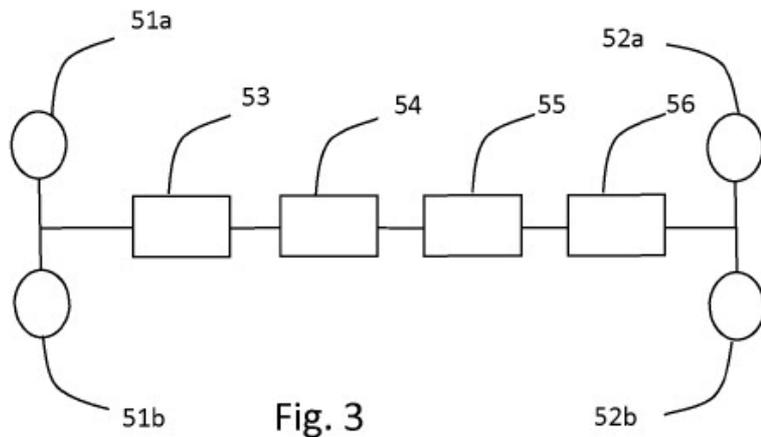


Fig. 3

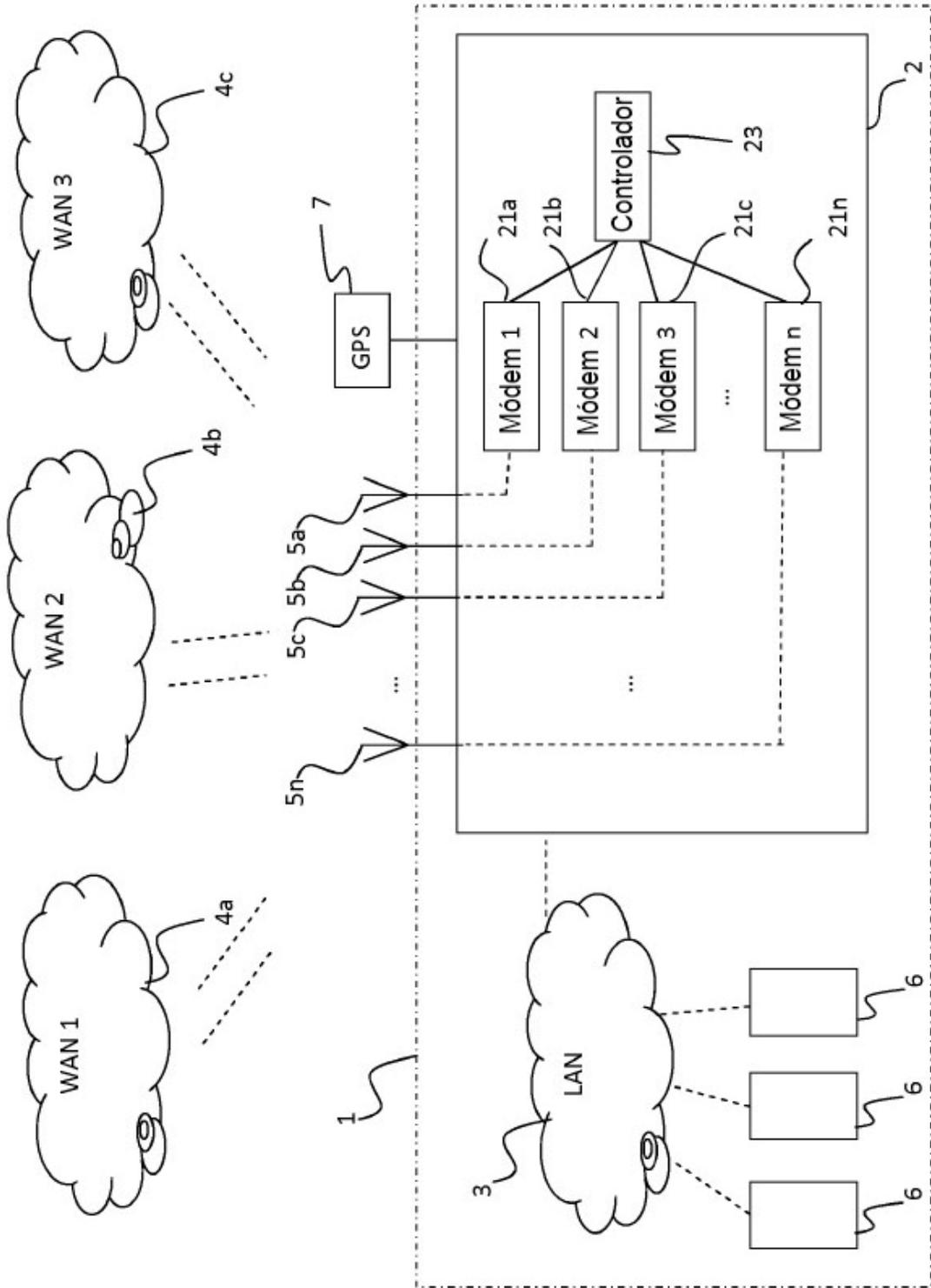


Fig. 1