

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 454**

51 Int. Cl.:

H04W 36/00 (2009.01)

H04W 36/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.08.2009 PCT/IB2009/053510**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.02.2010 WO10018529**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2009 E 09806520 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020 EP 2319267**

54 Título: **Sistema de telecomunicación de banda ancha entre uno o varios centros de control y una o varias unidades móviles**

30 Prioridad:

13.08.2008 IT FI20080155

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

23.11.2020

73 Titular/es:

**THALES ITALIA S.P.A. (100.0%)
Via Provinciale Lucchese, 33
50019 Sesto Fiorentino (FI), IT**

72 Inventor/es:

**CECCHERINI, FRANCESCO y
TOIARI, ANTONIO**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 795 454 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de telecomunicación de banda ancha entre uno o varios centros de control y una o varias unidades móviles

5

Sector técnico de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de telecomunicación de banda ancha entre uno o varios centros de control (CC) y una o varias unidades móviles (MU) que se mueven a alta velocidad.

10

Estado de la técnica anterior

La comunicación entre el elemento en movimiento a alta velocidad, habitualmente medios de transporte para personas y/o mercancías, es soportada por un sistema inalámbrico de radio dotado de traspaso (HO) de itinerancia entre la red (sistema de a bordo) instalada en la unidad móvil y la red del sistema de tierra.

15

En el contexto actual, como medios de transporte se entienden, por ejemplo, coches, camiones, trenes para líneas ferroviarias metropolitanas o de larga distancia, tranvías, trolebuses, barcos/botes/balsas, carros para dispositivos de transporte de residuos, etc. Las mercancías pueden ser materias primas, productos finales o semifinales, subproductos, residuos, etc.

20

Los sistemas de radio de los que actualmente se sabe que soportan comunicaciones, en todos los entornos en los que la velocidad de los medios en movimiento es un elemento característico, como el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM) o la Radio Troncal Terrestre (TETRA), son limitados en términos de ancho de banda y servicios soportados, y no se pueden utilizar eficazmente si la anchura del ancho de banda que caracteriza a los servicios a ofrecer es un requisito esencial.

25

Las limitaciones mencionadas anteriormente, en términos de eficiencia y concesión de los atributos “en directo” y “en tiempo real” a los servicios proporcionados, están limitando la utilización de las tecnologías WLAN (“Wireless Local Area Network”, Red Inalámbrica de Área Local) definidas en los estándares IEEE 802.11 FHSS, IEEE 802.11 a, b, g y 802.16, en todos los casos en los que la velocidad de los medios en movimiento es el elemento característico. De hecho, es evidente que, a diferencia de un entorno doméstico o de oficina, en el que la itinerancia es inusual y se tolera una comunicación diferida, el control basado en comunicación por radio demanda una comunicación continua y eficiente, que cumpla los requisitos establecidos por el tipo de servicios (en directo, transmisión de datos, etc.) a proporcionar, en un entorno en el que la itinerancia es una certeza y a menudo se produce a muy altas velocidades.

30

35

En estas circunstancias, sería deseable no solo garantizar la conexión entre el centro de control de tierra y el vehículo en movimiento, como en los sistemas conocidos, sino también garantizar y mantener los canales de comunicación de banda ancha (decenas de Mbit/s por canal) que permiten servicios simultáneos tales como vídeo simultáneo de alta calidad (25 fps y latencia de red menor de 30 ms) transmitiéndose continuamente desde varias cámaras sin fenómenos significativos de reducción de velocidad o congelación de la imagen, transmisión de datos a alta velocidad en tiempo real, difusión de vídeo en tiempo real (noticias, anuncios), comunicación de voz en tiempo real.

40

45

Con más detalle, según la técnica conocida, una red establecida para proporcionar comunicaciones entre los subsistemas instalados en las unidades móviles y uno o varios centros de control se indica como Sistema de Comunicación (CS). El CS es una red Ethernet-IP perfectamente integrada que incluye componentes tanto cableados como inalámbricos. Por tanto, el CS es una mezcla de equipos cableados de red y componentes inalámbricos de radiofrecuencia, protegidos todos ellos por un sistema de seguridad seguro, y está basado en componentes comerciales disponibles para la venta y software y protocolos de estándares abiertos interconectados e integrados funcionalmente según arquitecturas y software desarrollados adecuadamente en función de las aplicaciones requeridas.

50

55

El CS es, en la práctica, una combinación de aparatos concentradores/conmutadores, dotados de interfaces de acceso apropiadas (Ethernet u otras) y radio, interconectados mediante una red de cable de fibra óptica, cables de cobre y conexiones de radio. Los concentradores/conmutadores Ethernet se instalan dentro de salas de equipos y tienen un doble objetivo: agregar la interconexión de las unidades de radio de los puntos de acceso (AP), y formar también una red central Ethernet de alta velocidad. La interconexión del AP a los conmutadores de red se consigue mediante cableado de fibra óptica multimodo/monomodo y convertidores electroópticos,

60

cables de cobre y conexiones de radio para establecer la conectividad con tierra y/o la conexión de radio. La red central Ethernet de alta velocidad se consigue interconectando los conmutadores Ethernet/IP entre sí mediante cableado de fibra óptica monomodo y/o conexión de radio.

5 Los AP se colocan habitualmente en localizaciones fijas y actúan como la interfaz de acceso entre el área de cobertura inalámbrica y los concentradores/conmutadores de red. Los puntos de acceso para estas aplicaciones se instalan normalmente en condiciones climatológicas duras y se alojan en carcasas que cumplen el estándar establecido para cada entorno concreto (térmico, vibraciones, viento, resistencia, etc.).

10 La red de a bordo se instala en los medios móviles (coche, avión, tren de metro, tren de ferrocarril, etc.). Dependiendo del tamaño de los medios móviles, la arquitectura de la red móvil puede variar significativamente con el objetivo de obtener la mejor eficiencia de la tecnología de radio Wi-Fi utilizada.

15 Las localizaciones de los AP deben proporcionar una intensidad de señal uniforme sobre el área de interés. La distribución de los AP a lo largo del trayecto de las MU se basa en los umbrales de itinerancia y adición de las MU, lo que se basa en la determinación del suelo de ruido/interferencia.

20 Los AP deben proporcionar una cobertura de área completa con un nivel de señal mínimo coherente por encima del suelo de ruido medido, medido según los objetivos de cobertura y las relaciones señal/ruido mínimas establecidas con el fin de obtener los objetivos de diseño prefijados (ancho de banda establecido mínimo y máximo, rendimiento mínimo y máximo, etc.).

25 Una vez que se ha establecido el suelo de ruido, es posible determinar la cobertura de señal mínima requerida para garantizar el rendimiento del sistema. Se trata de una entrada para determinar el posicionamiento de los AP (véase la figura 1).

30 Uno de los principales objetivos de optimización, con el fin de reducir el número de AP que garantizan la cobertura en el área determinada, es reducir el solapamiento de las celdas de radio entre AP adyacentes (véase la figura 2).

Con este fin, se desea reducir el tiempo previo al traspaso (exploración y búsqueda de un nuevo AP con una mejor señal) y el tiempo de traspaso (desconexión del AP al que estaba conectada la MU y reconexión al AP adyacente que tiene una mejor señal, detectado previamente por la MU).

35 El concepto de itinerancia inalámbrica implica, por lo tanto, una serie de asociación de MU a AP y conexión, desconexión y reconexión. Durante el proceso de itinerancia solo la MU es responsable de iniciar una asociación con el AP.

40 Una desconexión entre la MU y el AP se produce cuando una conexión existente se desconecta debido a que el nivel de señal recibido disminuye por debajo de un umbral establecido, según los criterios descritos anteriormente. Una desconexión puede ser iniciada por la MU y/o por el AP. La reasociación se produce cuando la MU se reasocia con un nuevo AP o con un AP con el que estaba asociada anteriormente.

45 En cualquier instante determinado, una MU puede estar asociada con no más de un AP, garantizando esto que la MU mantiene solo una conexión con la red. Por otra parte, un AP puede tener muchas MU asociadas con el mismo en cualquier momento determinado.

50 La especificación 802.11 proporciona funcionalidad para la itinerancia desde un área de cobertura de AP a otra área de cobertura de AP. La lógica de itinerancia convencional implementada en dispositivos 802.11 se basa en un proceso de elección, en el que la condición previa para la asociación con el siguiente mejor AP se basa en que la MU se mueve hacia una señal más fuerte, mientras que la señal existente se reduce en intensidad.

55 El procedimiento de traspaso se puede dividir, como se ha mencionado, en dos etapas lógicas: detección y reautenticación, en las que el dispositivo que lleva a cabo el traspaso es la tarjeta Wi-Fi instalada en la CU ("Control Unit", unidad de control) a bordo de la MU.

60 La detección (o exploración) se puede expresar en los siguientes términos. Como resultado de (por ejemplo) el movimiento del tren a lo largo de los raíles, la intensidad de señal y la relación de señal a ruido del enlace se degradan. Un algoritmo de traspaso, implementado en la tarjeta de radio (RC) Wi-Fi instalada en la unidad móvil comienza a buscar el nuevo AP, llevando a cabo en la capa MAC ("Medium Access Control", Control de Acceso al Medio) la exploración activa del intervalo de frecuencias seleccionado.

A continuación, en lo que respecta a la reautenticación, cuando la tarjeta Wi-Fi encuentra un nuevo AP cuya señal supera un valor predefinido, se permite una conexión con el nuevo AP.

5 Según la técnica conocida, mientras está en el modo de itinerancia, la MU móvil seleccionará el siguiente mejor AP de una lista de AP vecinos en la que, como mínimo, uno de estos AP tendrá un nivel de señal por encima del umbral de adición de la MU. Esta lógica de itinerancia garantiza traspasos mediante redes basadas en celdas omnidireccionales, en las que la MU se puede mover en cualquier dirección y en las que hay más de un AP al que itinerar (figura 3). Un ejemplo de dicha técnica conocida se puede encontrar en la Patente EP 1 601 136.

10 La lógica de itinerancia convencional implementada en el estándar 802.11 no proporciona ninguna garantía del tiempo que tarda la MU en itinerar a la celda vecina. El retardo de sondeo (etapa de exploración) representa la mayor parte del tiempo de traspaso total.

15 Esta es una de las limitaciones principales para soportar los servicios en tiempo real mencionados anteriormente, especialmente cuando la MU se desplaza a alta velocidad. Dependiendo de la velocidad de la MU, la conexión se puede perder durante varios segundos (véanse los diagramas autoexplicativos de las figuras 4 y 5), causando una degradación que, en muchas circunstancias, puede llegar a ser completamente inaceptable con respecto a los servicios que se deben garantizar. En el diagrama de la figura 5 se puede observar, en particular, el retardo temporal HO, que representa la duración del traspaso, y el intervalo de tiempo Δ , en el que, como resultado de dicho retardo, hay desconexión y pérdida de datos, todavía más acentuadas cuando la velocidad del vehículo es alta.

20 La falta de control en el tiempo de traspaso es particularmente perjudicial y crítica cuando, con el fin de mantener las características originales, y, por tanto, la calidad de la señal transmitida, es necesario garantizar intervalos de tiempo constantes y preestablecidos entre la recepción de dos paquetes sucesivos de dicha señal. Dicho intervalo de tiempo depende del tipo de servicio, por ejemplo, para los servicios de VOIP debe ser menor de 100 ms, mientras que para transmisión continua de vídeo a 25 fps (tramas por segundo) debe ser menor de 40 ms. Como dichos intervalos incluyen el tiempo que tardan los datos en atravesar la red entre la MU y el CC, en consecuencia, el tiempo de traspaso debe ser mucho menor de 40 ms.

Características de la invención

35 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es superar los inconvenientes y limitaciones de los sistemas conocidos dando a conocer un sistema de telecomunicación de banda ancha más eficiente entre uno o varios sistemas de control y una o varias unidades móviles garantizando, entre otras cosas, la ejecución del procedimiento de traspaso en momentos que garanticen el mantenimiento de las características originales (nativas) de los servicios a transmitir y que hagan que el traspaso sea sin interrupciones, es decir, que no afecte a los intervalos de transmisión de los paquetes de datos ni a los tiempos de paso de la red, sin pérdidas de conexión, de tal manera que sea adaptable en función de las aplicaciones específicas y las circunstancias de utilización.

40 Este y otros objetivos se consiguen con el sistema de telecomunicación según la presente invención, cuyas características esenciales se definen en la primera reivindicación (independiente) de las reivindicaciones adjuntas.

Otras características ventajosas de la invención se definen mediante las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

55 Las características y ventajas del sistema de telecomunicación de banda ancha entre uno o varios sistemas de control y una o varias unidades móviles según la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción de una realización del mismo, proporcionada con fines ejemplificadores y no limitativos con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- las figuras 1 y 2 son representaciones esquemáticas respectivas de sistemas de telecomunicación de banda ancha según la técnica anterior pertinente para la presente invención;
- la figura 3 es un esquema que, en general, representa el concepto de itinerancia;
- 60 - la figura 4 y la figura 5 son, respectivamente, una elucidación esquemática y un diagrama de señal/tiempo de un procedimiento de traspaso conocido;

- las figuras 6 a 8 son diagramas y tablas que indican las características del estándar IEEE 802.11;
- las figuras 9 y 10 son esquemas que representan una arquitectura de red según una realización de la invención;
- la figura 11 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento de traspaso según la invención;
- 5 - la figura 12 es un diagrama de señal/tiempo de un procedimiento de traspaso según la invención;
- la figura 13 es un diagrama que representa una arquitectura de sistema según la invención, según el modelo ISO-OSI;
- la figura 14 esquematiza a un nivel macroscópico una etapa de traspaso según la invención;
- 10 - las figuras 15a a 15e representan a un nivel macroscópico las diversas etapas del procedimiento de traspaso según la invención;
- la figura 16 es un diagrama de bloques que muestra las interacciones entre dos unidades de control dispuestas según la invención en la misma unidad móvil;
- la figura 17 es un gráfico que muestra el nivel de señal en relación con la frecuencia de la comunicación inalámbrica; y
- 15 - la figura 18 es un esquema que ejemplifica un trayecto de distorsión de la señal inalámbrica entre una antena de transmisión y una antena de recepción.

Descripción de las realizaciones preferentes

20 Haciendo referencia a las figuras anteriores, un sistema según la invención, en lo que respecta a todo lo que no se especifica en adelante en la presente memoria descriptiva, cumple las características generales de los sistemas conocidos mencionados anteriormente.

25 El estándar de transmisión de referencia que soporta el sistema es el establecido por la familia IEEE 802.11, bien conocido por los expertos en la materia. El estándar se especifica en el diagrama de la figura 6, y tiene las características principales y rendimientos (en términos de ancho de banda, técnicas de modulación, robustez frente a interferencias) resumidos, respectivamente, en las tablas autoexplicativas de las figuras 7 y 8.

30 Además del estándar indicado en los diagramas y tablas citados anteriormente, el sistema está adaptado para soportar también el estándar 802.11n, que funciona a 540 Mbit/s, para el cual se espera actualmente una certificación final del IEEE. Sin embargo, los rendimientos del sistema se garantizarán no solo utilizando las bandas de frecuencias contempladas en los estándares mencionados anteriormente, sino en cualquier otra banda de frecuencias de radio del canal de transmisión compatible con la frecuencia requerida por los servicios a difundir.

35 La planificación de frecuencias divide el espectro de 2,4 GHz en catorce canales solapados, cuyas frecuencias centrales están separadas mutuamente 5 MHz. Se puede operar simultáneamente en todos los canales, pero solo se pueden utilizar tres canales no solapados para facilitar el ancho de banda máximo de 22 MHz del estándar, permitiendo los máximos rendimientos. Por lo tanto, con el fin de tener los rendimientos del sistema más altos, es necesario que la asignación de frecuencias a lo largo del trayecto de la unidad móvil permita la disponibilidad del ancho de banda máximo.

40 La arquitectura de red adoptada es habitualmente un sistema de comunicación con interconexiones basadas en cables de cobre/fibra óptica y/o conexiones de radio, por ejemplo, en un entorno de tren de ferrocarril/metro según las representaciones de las figuras 9 y 10. Por otra parte, la invención se puede aprovechar con otros tipos de redes, tales como redes de tipo malla y redes personalizadas. Las aplicaciones de misión crítica, que requieren una fiabilidad del sistema muy alta, resistencia frente a desastres y recuperación del sistema sin interrupción de los servicios ofrecidos, son soportados preferentemente por una arquitectura de red diseñada adecuadamente según el esquema de la figura 10. En la práctica, los puntos de acceso de radio a lo largo de la línea se conectan alternativamente a estaciones adyacentes, de tal manera que un fallo o accidente en una estación no afecta al servicio, que se garantiza mediante la estación vecina.

45 Además, la posible degradación de los rendimientos causada por el aumento de la distancia de los AP a lo largo de la línea, debido al fallo de los AP conectados a la estación fuera de servicio, se vuelve menos crítica debido al hecho de que, según un aspecto de la presente invención (que se aclarará más adelante en la presente memoria descriptiva) es posible aprovechar y, realmente, sacar partido de la longitud del vehículo con una multiplicidad de unidades de control distribuidas a lo largo del mismo (por ejemplo, una en la parte delantera y otra en la parte trasera del tren), de tal manera que dicha longitud puede contribuir a contrarrestar el aumento temporal de la distancia entre los AP.

60 Se proporcionan también centros de control activos y de reserva, con el fin de garantizar una funcionalidad

completa en caso de fallo o accidente en uno de ellos, consiguiéndose la función de recuperación frente a desastres gracias a la separación física entre los CC, el aparato de estación y los AP.

5 El traspaso se gestiona mediante un algoritmo realizado mediante software que controla el dispositivo de radio Wi-Fi instalado en la CU. Dicho software se puede denominar también controlador de WLAN o, sencillamente, WLAN.

10 Volviendo a los aspectos principales del sistema según la invención, se mencionó anteriormente que el procedimiento de traspaso se puede dividir en dos etapas lógicas de exploración y reautenticación, y que es la etapa de exploración (o, más adecuadamente, su retardo) la que tiene la mayor responsabilidad en la determinación de la duración total del traspaso en los sistemas conocidos. Por el contrario, la invención permite minimizar la etapa de exploración por medio de la introducción, en el procedimiento, del control y ajuste de un cierto número de parámetros, gestionados adecuadamente según un algoritmo específico que no basa su proceso de toma de decisiones sencillamente en un criterio de “umbral inferior de itinerancia” y “umbral superior de adición”, sino en la utilización de ciertos parámetros cuya evaluación determina el comportamiento subsiguiente del sistema.

De hecho, en el algoritmo según la invención, se controlan una pluralidad de parámetros, entre los cuales:

20 - Lista de los canales que se deben explorar cuando se inicia un evento de itinerancia; la operación se hace mucho más rápida por el hecho de que solo las frecuencias proporcionadas a lo largo del trayecto de la MU se detectan preliminarmente según el criterio mencionado anteriormente de que solo tres canales no solapados facilitan el ancho de banda máximo de 22 MHz. Los canales seleccionados de tal manera que se garantiza el ancho de banda de transmisión máximo se almacenan en el algoritmo de traspaso. De este modo, se conoce preliminarmente la sucesión de canales de radio a lo largo de la dirección de movimiento de la MU. Conociéndose el canal en el que se produce la transmisión actualmente, se conocerá también cuál será el canal sucesivo al que se añadirá la MU. Por lo tanto, el tiempo de exploración para detectar el nuevo canal de transmisión se reduce drásticamente.

30 - Tiempo durante el cual la aplicación considera todavía “válidos” los AP (canales de radio asociados a los mismos) detectados en un instante determinado. Cuando ha transcurrido este tiempo, se inicia una nueva exploración, se actualiza la lista de AP válidos y éstos se utilizan hasta la exploración sucesiva. Esto permite reducir el número de exploraciones (que dependerá también de la velocidad del vehículo), y permite también la posibilidad de tener una lista constantemente actualizada, en un instante determinado, de los canales que puede ver la MU.

35 - Mediciones de la relación señal/ruido recibida para cada canal.
 - Umbral por debajo del cual no se puede obtener el ancho de banda prefijado con el canal de transmisión (umbral de decisión de velocidad de transmisión), y es necesario activar un evento de itinerancia. Gracias a este parámetro, el sistema tiene una notable flexibilidad de utilización en lo que se refiere a los servicios a transmitir. De hecho, un evento de itinerancia no se genera sencillamente mediante una evaluación de la relación señal/ruido, sino mediante la evaluación de la relación señal/ruido necesaria para mantener los rendimientos de banda requeridos, para poder gestionar y programar eficazmente la calidad del servicio, al contrario del criterio de “mejor esfuerzo” de los sistemas conocidos. Este parámetro se puede gestionar en modo adaptativo, según el cual el sistema reduce la banda transmitida en función de la relación señal/ruido disponible, o se fija de tal manera que se garantiza una banda establecida mínima.

40 - Umbral por debajo del cual el nivel de la señal recibida (Indicación de Intensidad de Señal Recibida, RSSI) por el cliente activa un evento de itinerancia;

45 - Umbral de histéresis, que es el valor que se tiene que superar en la diferencia entre la RSSI de señal recibida por un AP con respecto al AP al que la MU está conectada actualmente, con el fin de activar un evento de reautenticación en el nuevo AP. Este parámetro tiene la función de garantizar que un evento de traspaso se activa solo con AP (canales de radio) en un nivel suficiente, de tal manera que la conexión se pueda mantener durante un tiempo prefijado, que es función también de la velocidad de la MU, y limita la posibilidad de que se active un evento de traspaso con señales reflejadas por AP distantes, solapándose durante breves duraciones con las señales de los sucesivos AP. Una falta de control en relación con este aspecto podría activar una sucesión de trasposos en intervalos de tiempo muy próximos, y el consiguiente deterioro de los rendimientos del sistema.

50 - Tránsito de tiempo entre la exploración de un canal y del subsiguiente.

55 - Tránsito de tiempo entre una comparación de los umbrales de decisión (velocidad de transmisión y RSSI) y la subsiguiente.

60 En la práctica, un procedimiento de traspaso según la invención se puede ejemplificar mediante el diagrama de

flujo autoexplicativo de la figura 11. Todos los parámetros citados son programables, y permiten la adaptación del sistema a cualquier condición de trabajo (velocidad de la MU, topografía de la ruta y de los túneles, posición de las antenas en el vehículo, etc.). Este enfoque permite minimizar la etapa de exploración (fase de solicitud-respuesta de sondeo), ajustando específicamente el parámetro para cada aplicación particular. En consecuencia (figura 12), se lleva a cabo un traspaso sin interrupciones (tiempo de HO < 20 ms) entre AP adyacentes a lo largo de la dirección del vehículo en movimiento (MU). Esto permite mantener el tiempo de HO adecuadamente por debajo del intervalo de transmisión máximo de los paquetes de datos de aquellos servicios (actualmente, principalmente transmisiones de voz y de vídeo) para los que se debe garantizar dicho intervalo máximo para no tener un deterioro de la calidad de los datos recibidos en tierra. De hecho, este tiempo de traspaso es lo suficientemente corto para una tolerancia adicional coherente para el tiempo de latencia de red con respecto a la latencia mínima requerida.

En sistemas de redes complejas, el proceso se puede implementar con la coordinación de un controlador centralizado que forma parte de la red de tierra. El controlador centralizado conoce la posición de las MU y CU a lo largo de la línea. Durante el proceso de traspaso, gestiona la reasociación de la MU del AP antiguo al nuevo, y reencamina los datos que se están enviando (tren a tierra y tierra a tren) de un AP al siguiente según la reconexión de la MU (figura 14).

Este proceso se realiza a lo largo de todo el trayecto y para todas las MU conectadas a la red. El controlador del sistema centralizado es capaz de gestionar de manera instantánea el traspaso de todas las MU de la red, garantizando los parámetros necesarios para satisfacer los requisitos de calidad (flujo de datos, requisitos de calidad para todas las transmisiones que se van a realizar en tiempo real, etc.) de todas las transmisiones en curso.

Además, para obtener los rendimientos óptimos en términos de ancho de banda disponible por toda la red, en concordancia con el objetivo de la presente invención, es preferible que todos los AP estén vinculados con el CC en una arquitectura en estrella, es decir, sin que ningún AP de la red tenga también funciones de agregación, interfaz ni enlace de red con otros AP. Esto, dado el hecho de que la banda de interconexión se debe compartir, limitaría inevitablemente la banda disponible para cada AP, como, en particular, en el caso de interconexiones hacia AP de agregación realizadas mediante enlaces de radio.

En función de la longitud de la MU, es posible y preferible aprovechar la longitud introduciendo CU adicionales, a instalar incluso en los extremos del vehículo, y adoptando así el control y la operación del traspaso tal como se describe más adelante. Esto posibilita aumentar la distancia entre los AP de tierra proporcionalmente a la longitud de la MU, y utilizar, en cualquier momento determinado, para transmitir los datos a tierra, la CU que recibe la señal con el mejor parámetro de calidad, entre las disponibles en el área ocupada instantáneamente por la MU, incluso dentro del área de cobertura del mismo AP. Esto se posibilita mediante la provisión de otro procedimiento de traspaso que se realiza entre las CU de una misma MU, integrado con el traspaso descrito anteriormente entre diferentes AP.

En caso de un traspaso entre unidades de la misma MU, dentro del área de cobertura de un mismo AP, no se requiere una intervención del CC para reencaminar los datos que se están transmitiendo a y desde la MU y, por lo tanto, dicho traspaso de a bordo se realiza incluso más rápido, tal como se explica más adelante en la presente memoria descriptiva. Este procedimiento es ventajoso porque el aumento en el número de procesos de traspaso que se producen de este modo, y su rápida sucesión, también con respecto a la velocidad de la MU, puede causar en sí mismo, bajo ciertas circunstancias, congestiones en la red y retardos en el tiempo de traspaso.

Por tanto, en caso de que la longitud de la unidad móvil requiera la utilización de CU adicionales, el traspaso se implementa con una aplicación apropiada ("Handover Coordination Application", Aplicación de Coordinación de Traspaso, HCA), instalada a bordo de la MU (tren, autobús, coche, camión, barco, etc.) y ejecutada de manera coordinada con el sistema de tierra.

Según el modelo de referencia ISO-OSI, el nivel físico proporciona los medios de hardware para enviar y recibir los datos en una portadora de radio. La capa de enlace de datos se divide en dos subcapas: la capa de control de acceso al medio (MAC) y la capa de control de enlace lógico (LLC). La subcapa MAC controla el acceso de la MU a la red, y autoriza el comienzo de la transmisión de datos, mientras que la subcapa LLC controla la sincronización de tramas, el control de flujo y la comprobación de errores. La figura 13 esquematiza la solución diseñada según la invención, en caso de dos unidades de control, según el modelo ISO-OSI.

En otro aspecto de la invención, los medios de recepción-transmisión de a bordo consiguen una solución

adaptada para optimizar la conexión de radio hacia la red de tierra, con respecto a la posición de los puntos de acceso AP. De hecho, con este fin, en lugar de una única CU que funciona con una multiplicidad de sistemas de antenas (en cualquier caso, una solución abarcada por el alcance de la invención), se instalan preferentemente una pluralidad de CU en la MU, dependiendo de la longitud de la misma, de tal manera que se permite una conexión de radio óptima, según las definiciones indicadas anteriormente. La MU se conecta por radio a los AP de la red de tierra, por medio de un sistema de antenas de a bordo (cada CU tiene su propio sistema de antenas), de tal manera que se conecta solo una única CU a la vez. Se proporcionan medios de selección/conmutación, que comprenden un conmutador que funciona en la LAN de a bordo, conectando las diversas CU y conmutando los flujos de datos de a bordo.

La HCA se ejecuta para garantizar la gestión óptima de todas las CU de a bordo. Controla el nivel físico (véase más arriba la referencia al modelo ISO-OSI) y el nivel de la señal recibida por las unidades de radio Wi-Fi de cada MU, y decide qué CU y sistema de antenas debe utilizar la MU para comunicarse con la red de tierra.

Según una característica particular y ventajosa de la invención, a través de la ejecución de la HCA en las CU de a bordo, se asigna la misma dirección MAC a todas las unidades de radio Wi-Fi móviles de la MU. De este modo, se evitan intervenciones complejas y que requieren mucho tiempo del controlador del sistema de tierra (que funciona en la segunda capa de ISO-OSI) cuando el traspaso se ejecuta entre las CU de la misma MU en el área de cobertura del mismo AP, evitando un reencaminamiento de los datos entre diferentes AP. Gracias a esto, el controlador del sistema de tierra "ve" todas las unidades de radio Wi-Fi instaladas en la MU como si fuesen una sola.

Las representaciones de las figuras 15a a 15e representan la ejecución del traspaso en relación con las funciones de coordinación entre las CU de a bordo, controladas por la HCA mediante el conmutador LAN de a bordo. En la figura 15a, la unidad de radio Wi-Fi instalada en una primera CU (CU1) es responsable del enlace de radio y, en consecuencia, su antena (Ant1) se conecta a un AP indicado en AP1. La HCA supervisa continuamente el estado de las unidades de radio Wi-Fi instaladas en las CU de a bordo y, analizando las portadoras de las señales de radiofrecuencia proporcionadas en el plan de frecuencias asignado a la MU, mide los parámetros críticos y estima la calidad de los parámetros obtenible en caso de que se establezca un enlace. Dichos parámetros se comparan con los detectados para la otra CU de a bordo (CU2), con el fin de decidir qué unidad de radio Wi-Fi se debe mantener en modo de exploración y cuál se debe mantener activada para la conexión a los AP de tierra.

En la figura 15b, la MU se está desplazando entre dos posiciones de AP (AP1 y AP2). Cuando la HCA encuentra una mejor portadora de señal en la CU2 que en la CU1, se acciona el conmutador interno entre las unidades de control, asignando la transmisión de la señal a la unidad de radio Wi-Fi de CU2, y se activa el traspaso entre las dos posiciones AP1 y AP2 adyacentes. Estas dos operaciones se ejecutan simultáneamente.

A continuación (figura 15c), la CU2 se hace responsable del enlace de radio y, mediante su antena (Ant2), se mantiene conectada al AP2. En la etapa de la figura 15d, todavía hay una conexión entre Ant2 y AP2 a través de los lóbulos secundarios de radiación del sistema de antenas de AP2. Finalmente (figura 15e), la HCA detecta una mejor señal en CU1 que en CU2 y asigna la transmisión de señal de nuevo a CU1, únicamente por medio del conmutador en el sistema de a bordo.

En la práctica, la HCA que se ejecuta en las CU de a bordo, al asignar la misma dirección MAC a todas las unidades de radio Wi-Fi de la MU, no permite la detección del hecho de que la unidad de radio de transmisión se ha cambiado, y el enlace de radio se mantiene entre el mismo AP2 y el lóbulo de radiación secundario del sistema de antenas Ant1 de CU1. Esto evita la ejecución del procedimiento proporcionado por el estándar para garantizar la conexión y la correcta asociación de los datos recibidos cuando se detecta la variación de MAC.

La secuencia descrita anteriormente se repite periódicamente a medida que la MU se mueve a lo largo de su ruta.

En lo que respecta a las interacciones entre las unidades de control, con referencia al diagrama ejemplificador de la figura 16, se debe observar particularmente que CU1, CU2 y un servidor de CCTV están vinculados con la misma LAN y conectados mediante uno varios conmutadores de la red LAN.

El intercambio de datos se posibilita entonces entre todos los dispositivos pertenecientes a esta red local. Una CU de la red de a bordo (CU1 en este ejemplo) recibe la función de maestra de la red y, por lo tanto, actúa como un destino de datos de usuario predeterminado. La arquitectura del sistema se puede definir, por tanto, como una arquitectura de maestro-esclavo, definiéndose la CU que actúa como destino de datos de usuario

predeterminado mediante un parámetro de configuración estático (pero modificable).

5 Como ya se ha mencionado, cada una de las aplicaciones que residen en las CU (como parte de la HCA) supervisa el estado de su propio sistema de radio Wi-Fi, la calidad del enlace y los resultados de la exploración y, a continuación, se comunica, mediante la HCA, con la aplicación en la otra CU. La HCA, que reside, en general, en la CU maestra (CU1), decide qué unidad de radio Wi-Fi debe estar en modo de exploración y cuál, en cambio, debe estar activada para la conexión con la red de tierra. Esta comunicación se produce mediante las interfaces de los conmutadores de la LAN de a bordo.

10 Adicionalmente, la HCA supervisará la funcionalidad de los componentes de hardware y, en caso de fallos, redirige automáticamente los datos de usuario mediante el resto de CU operativas.

15 Los datos de usuario (por ejemplo, transmisiones continuas de vídeo de CCTV) siempre se encaminan a la CU maestra predeterminada (CU1 en este ejemplo). Si, en un instante determinado, esta CU predeterminada tiene la conexión con el AP de tierra, enviará los datos directamente mediante su propia unidad de radio Wi-Fi y sistema de antenas. De otro modo, si la otra CU (por ejemplo, la CU2) es responsable en este momento del enlace de radio tren-tierra, la CU maestra encaminará los datos a la otra CU que está conectada al AP.

20 En caso de fallo de una CU, se entrará en un procedimiento que permite mantener la transmisión del flujo de datos, posiblemente en modo degradado. Si es necesario, los datos a transmitir se encaminan a la CU que ofrece los mejores parámetros de calidad en el momento determinado, posiblemente adaptando la velocidad de transmisión del flujo de datos al ancho de banda disponible en función de los parámetros de calidad medidos en la señal recibida por la misma CU.

25 La unidad de radio Wi-Fi (denominada también “controlador de WLAN” o, sencillamente, WLAN, queriendo decir con esto el software de control instalado en la unidad) está dotada de una memoria intermedia adecuadamente dimensionada con el fin de evitar perder ningún paquete cuando se están implementando tanto el traspaso como los procedimientos de conmutación internos. La aplicación gestiona los datos en la memoria intermedia sincronizando el almacenamiento cuando se inicia la aplicación.

30 Obviamente, en el sistema podrían estar presentes diferentes clases de tráfico: transmisiones continuas de CCTV para el CC, archivos de difusión de vídeo desde el CC, transmisión de datos, VOIP, etc. La HCA está adaptada para llevar a cabo una gestión de “calidad de servicio” asignando prioridad a un cierto tipo de tráfico (por ejemplo, tráfico relevante para la seguridad de los pasajeros, VOIP, etc.). El direccionamiento IP para el sistema de a bordo es, preferentemente, tal que cada MU tiene una subred IP diferente, y, por lo tanto, la CU actúa como un encaminador desde el “interior” hasta el “exterior” de la MU.

35 Volviendo, y en mayor detalle, a la HCA, la aplicación de control de traspaso, puede ser una aplicación de consola de Windows® CE que se comunica con la aplicación de control en la CU para decidir qué CU debe ser la activa. A continuación, configura la unidad de radio dependiendo de si la CU local está activa o inactiva.

40 Como se ha mencionado, en cada MU, es necesario tener una CU maestra y, como mínimo, una CU esclava. La CU maestra es la que decide qué CU debe estar activa, mientras que las CU esclavas solo notifican su estado de conexión a la maestra y ejecutan sus instrucciones.

45 La HCA lee sus ajustes de configuración a partir de las claves del registro de configuración. Los elementos principales de dicho registro, y sus posibles ajustes, siempre a considerar como un mero ejemplo de una posible realización, son los siguientes.

50 “Dirección IP maestra”: ajuste requerido en las CU esclavas. La dirección IP de la CU maestra, siendo necesario que se especifique la dirección IP de la CU maestra asignada al puerto Ethernet.

55 “Nombre de dispositivo WLAN”: en caso de sistemas con solo una interfaz WLAN, funcionará en general el valor predeterminado, y no se tiene que especificar adicionalmente.

“Umbral de relación de señal a ruido”: este parámetro ajusta la diferencia en dB de la relación de señal a ruido (SNR) entre dos CU, diferencia que se debe superar para iniciar el traspaso. Este umbral se utiliza para evitar una conmutación constante entre dos CU si sus SNR son aproximadamente iguales.

60 “Retardo de traspaso”: ajusta el tiempo en ms durante el cual la SNR de una CU debe ser mayor que, como mínimo, el valor en dB de la SNR de la CU activa actualmente para que se inicie el traspaso. Como las

mediciones de SNR pueden variar ligeramente, esto evita activar el traspaso debido a una única medición de SNR mala.

5 “Opciones de línea de comandos”: especifica una lista de opciones de línea de comandos predeterminadas para pasar al ejecutable de la HCA de WLAN. Esto es útil cuando la HCA se inicia automáticamente durante el arranque del sistema, ya que no hay ninguna otra forma de especificar las opciones de línea de comandos en este caso.

10 Además, la unidad de radio Wi-Fi controlada por su propio controlador de WLAN, es decir, el software concreto instalado en la misma, diseñado según los criterios mencionados anteriormente con el fin de obtener tiempos de traspaso rápidos compatibles con la transmisión de los servicios mencionados anteriormente, utiliza la siguiente clave de registro para sus propios ajustes concretos.

15 “Dirección de red”: establece la asignación manual de una dirección MAC a usar en lugar de la almacenada en la EEPROM de la tarjeta WLAN. Esto se requiere debido a que ambas CU en un tren deben tener la misma dirección MAC. Sin embargo, las CU en trenes diferentes deben tener direcciones MAC diferentes. La estrategia sugerida para elegir la dirección MAC es utilizar una dirección MAC administrada localmente (se debe ajustar el bit 1 del primer byte) y obtener los últimos bytes de la dirección a partir de la dirección IP asignada al tren (ya que debe ser única por tren también). Ninguna de las direcciones MAC almacenadas en
20 alguna EEPROM de una CU se puede configurar aquí, ya que la HCA las utiliza cuando la CU está inactiva, lo que causaría colisiones entre las CU inactivas y activas.

25 “Inhibir asociación”: por medio de esta clave, se realiza un ajuste que impide la asociación automática con un AP durante el arranque del sistema. Esto es necesario ya que las CU en un tren utilizan la misma dirección MAC, por lo que, si ambas pudiesen asociarse automáticamente con un AP durante el arranque, el AP vería dos clientes con la misma dirección MAC. Cuando el sistema arranca, la HCA toma el control de este ajuste y se asegura de que solo una CU se asocia en un momento determinado.

30 “Deshabilitar radio”: este ajuste es análogo al ajuste “Inhibir asociación” anterior, y deshabilita completamente la radio durante el arranque hasta que la HCA toma el control. De este modo, ni siquiera se envían solicitudes de sondeo (exploración) antes de que se configure una dirección MAC única.

35 “Nombre de la red de AP”: ajusta el nombre de red de los AP a los que debe conectarse la CU. Obviamente, debe ser el mismo en todas las CU para permitir un traspaso adecuado.

40 “Conmutador de antena”: deshabilita la conmutación/diversidad automática de antena. Este es el ajuste recomendado si solo está conectada una antena, ya que evita completamente la utilización del conector abierto de la antena. Dependiendo de dónde se conecte la antena, este valor podría tener también diferentes ajustes para el otro conector.

45 “Deshabilitar exploración en segundo plano”: habilita/deshabilita la exploración en segundo plano. El concepto de traspaso no se basa en la exploración en segundo plano, por lo que se recomienda deshabilitarla para evitar una interrupción no deseada del tráfico mientras se lleva a cabo una exploración en segundo plano.

50 “Banda neta”: limita los canales explorados a aquellos utilizados para 802.11g con el fin de acelerar la exploración. Como una alternativa, mediante un parámetro “Lista de canales”, es posible especificar manualmente los canales a explorar, para acelerar la exploración aún más. Se recomienda especificar “Banda neta” o “Lista de canales”, pero no los dos al mismo tiempo.

55 Además de los ajustes concretos anteriores de la unidad de radio Wi-Fi, se deben configurar también los parámetros IP estándar para la interfaz de radio en una clave secundaria (ajustes requeridos: “Dirección IP”, “Máscara de subred”, “Pasarela predeterminada”, “Habilitar DHCP”).

Es importante observar que el DHCP se debe deshabilitar para que el traspaso funcione, de modo que las direcciones IP se deben asignar estáticamente. Todas las CU en una MU se deben configurar para utilizar la misma dirección IP en su interfaz de radio Wi-Fi con el fin de evitar cambios de dirección durante el traspaso.

60 La HCA se asegura de que solo una CU utilice su dirección IP en cualquier momento determinado para evitar direcciones IP duplicadas. La dirección IP de la pasarela configurada aquí debe ser la dirección IP del encaminador central localizado en la red central.

El esquema de direccionamiento IP para el traspaso en realidad solo tiene dos requisitos sencillos: cada MU necesita su propia subred IP única para los equipos en el tren y es necesario que haya, como mínimo, una subred IP adicional que contenga todos los equipos de radio Wi-Fi (tanto AP como interfaces de radio de las CU). De este modo, la CU puede encaminar los datos entre estas dos redes.

5

Obviamente, los tamaños de prefijo de las subredes IP se deben elegir de tal manera que las subredes de a bordo proporcionen suficientes direcciones para todos los equipos de a bordo de un único vehículo, y la subred WLAN debe ser capaz de suministrar una dirección de anfitrión por vehículo, además de un anfitrión para el encaminador central. Obviamente, las subredes de a bordo y WLAN pueden utilizar, y muy probablemente utilizarán, diferentes tamaños de prefijo.

10

Es importante observar también que el encaminador de WLAN central debe tener una entrada de encaminamiento por vehículo con la dirección IP asociada asignada a las CU de esta MU en particular.

15

Para una operación normal, la HCA normalmente se configurará para iniciarse automáticamente cuando arranca el sistema. Solo se puede ejecutar una instancia de la HCA en una CU a la vez, y la HCA se protege automáticamente frente a múltiples invocaciones.

20

Volviendo ahora de nuevo a las características generales y rendimientos del sistema, el diseño de una cobertura de radio uniforme es esencial para garantizar el suministro de un servicio ininterrumpido de comunicación inalámbrica. La estrategia utilizada para mantener un rendimiento inalámbrico constante, durante el movimiento rápido de la MU, se basa en la gestión equilibrada de los siguientes parámetros: localización e intensidad de señal del AP; selección y orientación de antena en los AP y las MU; arquitectura de red para las MU y estrategia de funcionamiento de las unidades de red móvil; ajustes de los umbrales de MU y AP; configuración y diversidad de antenas frente a parámetros de cobertura; algoritmo de traspaso (itinerancia) y estrategia de traspaso; comprobación y gestión apropiada de las interferencias de la señal de radio.

25

Cualquier combinación no equilibrada de estos elementos producirá un comportamiento incorrecto del sistema dentro del área de cobertura inalámbrica, incluyendo: asociaciones AP-MU irregulares, retransmisiones excesivas, paquetes perdidos inaceptables y/o comportamiento del sistema impredecible, comprometiendo la posibilidad de ofrecer servicios que tienen como un requisito básico el atributo “en directo” y “en tiempo real”, tal como la transmisión continua de vídeo en directo de alta calidad, los servicios de VOIP y la transmisión de datos a alta velocidad en tiempo real. Más allá de lo que ya se ha mencionado anteriormente, otros aspectos de la invención merecen más consideración.

30

El “suelo de ruido/interferencia” es la base principal para los requisitos de intensidad de la señal inalámbrica, ya que la operación del estándar 802.11 se basa en relaciones de señal a ruido eficientes. El umbral de intensidad de señal operativa mínima para una asociación MU-AP debe estar entre 12 dBm y 18 dBm por encima del suelo de ruido/interferencia identificado (figura 17).

35

La interferencia multitrayecto se produce cuando una señal inalámbrica tiene más de un trayecto entre un receptor y un transmisor. Esto significa (figura 18) que puede haber más de un trayecto que toma la señal de RF cuando va desde una antena de transmisión (TX) a una antena de recepción (RX). Estas múltiples señales se combinan en la antena de RX y en el receptor causando distorsión de la señal.

40

Los trayectos disponibles para que la señal transmitida viaje tienen diferentes longitudes y, como resultado, el tiempo de propagación de la señal es diferente de un trayecto a otro, dando lugar a múltiples señales que llegan al receptor a intervalos ligeramente diferentes. Otro tipo de diversidad a considerar, al moverse la MU, es la diversidad de posición, que se produce cuando la calidad de la señal de radio inalámbrica difiere de un instante a otro a medida que la MU se mueve hacia o desde la señal del AP asociado.

45

Una antena otorga al sistema inalámbrico tres propiedades fundamentales: ganancia, dirección y polarización. La ganancia es una medida del aumento en la potencia radiada por la antena en una dirección prefijada, la dirección se determina mediante la forma del patrón de transmisión, mientras que la polarización se determina mediante los planos de antena según los cuales se propaga la señal. Cada tipo de antena se caracteriza a través de estos parámetros, que determinarán las diferentes capacidades de cobertura. A medida que aumenta la ganancia de una antena, las antenas ofrecen distancias de cobertura más largas, pero solo en una dirección determinada.

55

Los sistemas de antenas con diversidad se utilizan, preferentemente, para superar un fenómeno conocido distorsión multitrayecto o desvanecimiento multitrayecto. Este sistema utiliza dos antenas, de tal manera que el

60

- dispositivo de radio Wi-Fi instalado en las CU de la MU recibe alternativamente la señal de una antena o de la otra, escuchando hasta que se recibe una señal de radio válida. El sistema se puede comparar con un conmutador que selecciona una antena u otra, nunca ambas al mismo tiempo. Después de que se escucha la sincronización inicial de un paquete válido, la radio evaluará la señal de sincronización del paquete en una antena y, a continuación, conmutará a la otra antena y evaluará. A continuación, la radio seleccionará la mejor antena y utilizará solo esa antena para la porción restante de ese paquete. En la transmisión, la radio seleccionará la misma antena que utilizó la última vez que se comunicó con esa radio determinada. Si un paquete falla, conmutará a la otra antena y reintentará el paquete.
- 5
- 10 La adopción de un esquema de este tipo resultará particularmente ventajosa cuando se adapte, según la invención, a la utilización en un vehículo tal como un tren, porque las dos antenas se pueden localizar separadas una pequeña distancia entre sí, aprovechando la geometría externa de la MU, cambiando y optimizando las características de las antenas (fuertemente directivas o multidireccionales) en función de la posición en el vehículo, con el fin de obtener la eficiencia máxima en la transmisión-recepción de la señal de radio entre la red móvil y la fija. Habitualmente, por ejemplo, en un tren, en la parte delantera se dispondrá ventajosamente una antena fuertemente unidireccional, mientras que en el techo se dispondrá una antena más multidireccional. La aplicación de este esquema es independiente de la forma y longitud de la MU, gracias a la utilización del sistema con múltiples CU en la misma MU.
- 15
- 20 Finalmente, es importante destacar que los umbrales de itinerancia/adición de las MU tienen que ajustarse de tal manera que se mantenga el diferencial de señal a ruido apropiado con respecto al suelo de ruido/interferencia en todo el espectro. Un umbral de itinerancia ajustado por debajo de la SNR apropiada puede causar una asociación MU-AP prolongada hasta el punto de que la MU pierda la señal al pasar el AP. Esta condición producirá desconexiones intermitentes con pérdida de baliza, reexploraciones y reasociaciones, dando lugar a retransmisiones excesivas y/o paquetes perdidos.
- 25
- Un umbral de adición por debajo de la SNR apropiada presenta el potencial para la asociación MU-AP de que proporciona una baja intensidad de señal y un diferencial de señal a ruido deficiente, disminuyendo el rendimiento efectivo de la asociación AP-MU, y causando retransmisiones excesivas y/o paquetes perdidos. En lo que respecta a los AP, deben proporcionar un área de cobertura total con un nivel de señal mínimo coherente por encima del suelo de ruido medido.
- 30
- Gracias a la presente invención, se da a conocer un sistema con un canal de transmisión de banda ancha y una amplia gama de servicios soportados, al tiempo que mantiene invariables las características de "en directo" de los mismos, utilizando completamente el ancho de banda máximo mientras el vehículo se mueve a la velocidad máxima.
- 35
- El ancho de banda de la comunicación de radio que facilita el sistema permite soportar transmisión continua de vídeo en directo de alta calidad, simultáneamente desde diferentes cámaras de vídeo, transmisión de datos a alta velocidad en tiempo real, transmisión de vídeo en tiempo real y transmisión de voz entre vehículos en movimiento rápido y uno o varios centros de tierra.
- 40
- El ancho de banda se puede gestionar eficazmente con el fin de compartirse simultáneamente entre los servicios transmitidos, garantizando y manteniendo el requisito de tiempo real de la transmisión entre las redes fija y móvil.
- 45
- En lo que respecta a la distribución de los AP, no es necesario que los AP proporcionen una cobertura de radio uniforme a lo largo de la ruta con el fin de obtener los rendimientos mencionados anteriormente. De hecho, según la invención, la flexibilidad de los algoritmos y las características de las arquitecturas del sistema permiten alcanzar los rendimientos de transmisión requeridos incluso con una discontinuidad de la cobertura de señal o en áreas en las que la señal está por debajo del umbral de señal/ruido mínimo establecido. El solapamiento de la cobertura de radio de los AP instalados ya no es necesario como en la técnica anterior. Los AP se pueden disponer entonces a mayor distancia (lo que tolera una falta de solapamiento para una distancia de hasta la longitud de la MU), y su número se puede reducir (con notables ahorros).
- 50
- 55 Se pueden incluir variantes y/o modificaciones en el sistema de telecomunicación de banda ancha entre uno o varios centros de control y una o varias unidades móviles que se mueven a alta velocidad sin salirse del alcance del mismo, tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de telecomunicación que comprende, como mínimo, un centro de control y, como mínimo, una
 5 unidad móvil que se mueve a lo largo de una vía que comprende una pluralidad de estaciones, gestionando
 dicha, como mínimo, una unidad móvil y dicho, como mínimo, un centro de control una comunicación
 bidireccional de banda ancha de datos/señal con itinerancia entre dicha unidad móvil y una pluralidad de puntos
 de acceso inalámbricos integrados en una red con dicho, como mínimo, un centro de control y distribuidos a lo
 largo de dicha vía, comprendiendo cada una de dicha, como mínimo, una unidad móvil medios de
 10 recepción-transmisión de a bordo para la conexión con dichos puntos de acceso inalámbricos, **caracterizado
 por que** comprende, además, una aplicación de control que controla continuamente la comunicación entre la
 unidad móvil y un punto de acceso actual, en el que:
- se ajusta un umbral de decisión de señal recibida (RSS) por debajo del cual el nivel de la señal recibida activa
 una itinerancia;
 - 15 - se ajusta un umbral de decisión de velocidad de transmisión por debajo del cual una velocidad de transmisión
 detectada activa una itinerancia, siendo el umbral de decisión de velocidad de transmisión una velocidad de
 transmisión por debajo de la cual no se puede obtener el rendimiento de ancho de banda requerido prefijado;
 - se ajusta un tiempo entre dos comparaciones subsiguientes del nivel de la señal recibida y la velocidad de
 20 transmisión detectada con dichos umbrales de decisión respectivos; se ajusta un tiempo durante el cual el punto
 de acceso detectado actualmente se considera válido;
 - se ajusta un tiempo que transcurre entre la exploración de un canal y la exploración del canal subsiguiente;
 - se activa un evento de itinerancia cuando dicho nivel de la señal recibida o dicha velocidad de transmisión
 detectada están por debajo de dichos umbrales de decisión respectivos, o cuando transcurre dicho tiempo
 25 ajustado para considerar válido el punto de acceso;
 - se explora una lista predeterminada y programable de canales, incluyendo dichos canales solo frecuencias
 proporcionadas a lo largo del trayecto de la unidad móvil detectadas y seleccionadas preliminarmente con el fin
 de obtener el máximo ancho de banda disponible, almacenándose los canales seleccionados para acelerar una
 exploración sucesiva;
 - 30 - se actualiza una lista de los puntos de acceso válidos;
 - la comunicación se reasocia desde dicho punto de acceso actual a un nuevo punto de acceso en dicha lista,
 en caso de que el nivel de señal recibido del nuevo punto de acceso supere el nivel de señal del punto de
 acceso actual en un valor correspondiente a un umbral de histéresis establecido.
2. Sistema, según la reivindicación 1, en el que dichos medios de recepción-transmisión de a bordo
 35 comprenden una o varias unidades de control, dependiendo de la longitud de dicha unidad móvil, estando
 conectada cada unidad de control independientemente con, como mínimo, uno de dichos puntos de acceso, y
 medios de selección para explorar continuamente la calidad de dicha comunicación de banda ancha en dichas
 unidades de control según la aplicación de control, y para decidir por comparación cuál de dichas unidades de
 control se habilita para la comunicación, deshabilitando la otra u otras, que permanecen en una condición de
 40 exploración de comunicación continua.
3. Sistema, según la reivindicación 2, en el que dichos medios de selección comprenden medios de
 conmutación que operan en una LAN que interconecta dichas unidades de control.
- 45 4. Sistema, según la reivindicación 2 o 3, que comprende, como mínimo, dos de dichas unidades de control
 dispuestas, con sus propios medios de antena, en extremos respectivos de dicha unidad móvil.
5. Sistema, según la reivindicación 4, en el que cada unidad de control está asociada a un sistema de antenas
 con diversidad que comprende dos antenas, mediante el cual la señal se recibe selectivamente mediante una
 50 antena o mediante la otra, permaneciendo la unidad de control escuchando hasta que se recibe una señal de
 radio válida.
6. Sistema, según la reivindicación 5, en el que dichas dos antenas están dispuestas la una cerca de la otra y
 comprenden una antena dispuesta en una posición delantera de la unidad móvil y una antena en el techo de la
 55 unidad móvil, estableciéndose las características de transmisión de alta direccionalidad o multidireccionalidad
 en función de la posición de la unidad móvil.
7. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que dicha aplicación de control asigna a todas
 60 las unidades de control de dicha unidad móvil la misma dirección MAC, evitando la detección de que la unidad
 de radio de transmisión se ha cambiado debido a una itinerancia, con lo cual se evitan los procedimientos
 estándar para garantizar la conexión y la correcta asociación de los datos intercambiados cuando se detecta

una variación de MAC.

- 5 8. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en el que la función de una unidad maestra de red se asigna a una de dichas unidades de control de a bordo, funcionando, por tanto, dicha unidad maestra como el destino preferente de los datos de usuario, con lo cual se obtiene de este modo una arquitectura maestro-esclavo, tomándose la decisión de qué unidad de control debe ser la unidad maestra mediante un parámetro de configuración, estático pero ajustable.
- 10 9. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, en el que dicha aplicación de control dirige automáticamente datos/señal hacia las unidades de control en funcionamiento, en caso de una avería de una o varias unidades de control, manteniendo la transmisión del flujo de datos, posiblemente de manera reducida.
- 15 10. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha, como mínimo, una unidad de control comprende una memoria intermedia dimensionada con el fin de evitar la pérdida de paquetes de datos durante una etapa de exploración y conmutación.
- 20 11. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en dicha red dichos puntos de acceso se conectan alternativamente a estaciones vecinas, de tal manera que un fallo en una estación no impide que un servicio regular se garantice mediante una estación adyacente, comprendiendo además la red centros de control activos y de reserva separados físicamente por dichos puntos de acceso y por concentradores de las estaciones.
- 25 12. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que todos los puntos de acceso están vinculados con el centro de control en una arquitectura en estrella, sin tener ningún punto de acceso de la red también funciones de agregación, interfaz o enlace de red con otros puntos de acceso.
- 30 13. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, dada la adopción de una planificación de frecuencias que divide un espectro asignado en un cierto número de canales parcialmente solapados, se utilizan tres canales no solapados, con el fin de aprovechar el máximo ancho de banda disponible.

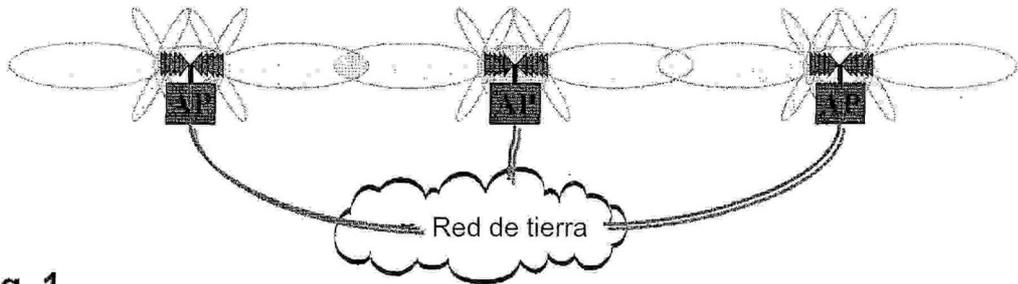


Fig. 1

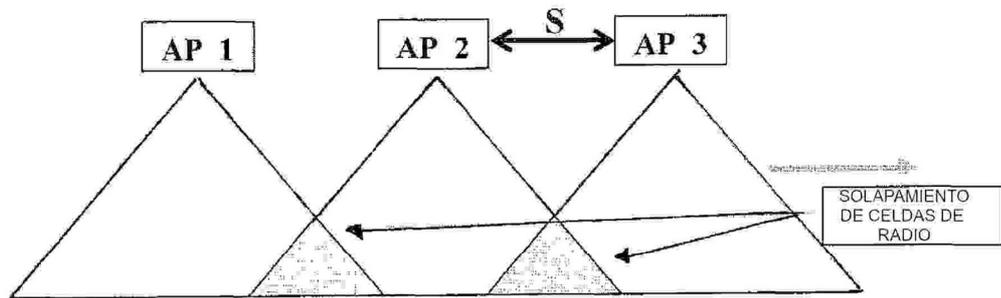


Fig. 2



Fig. 14

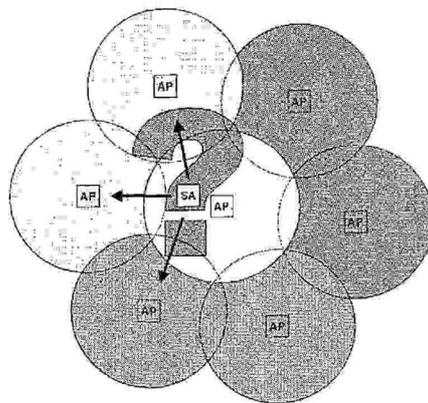


Fig. 3

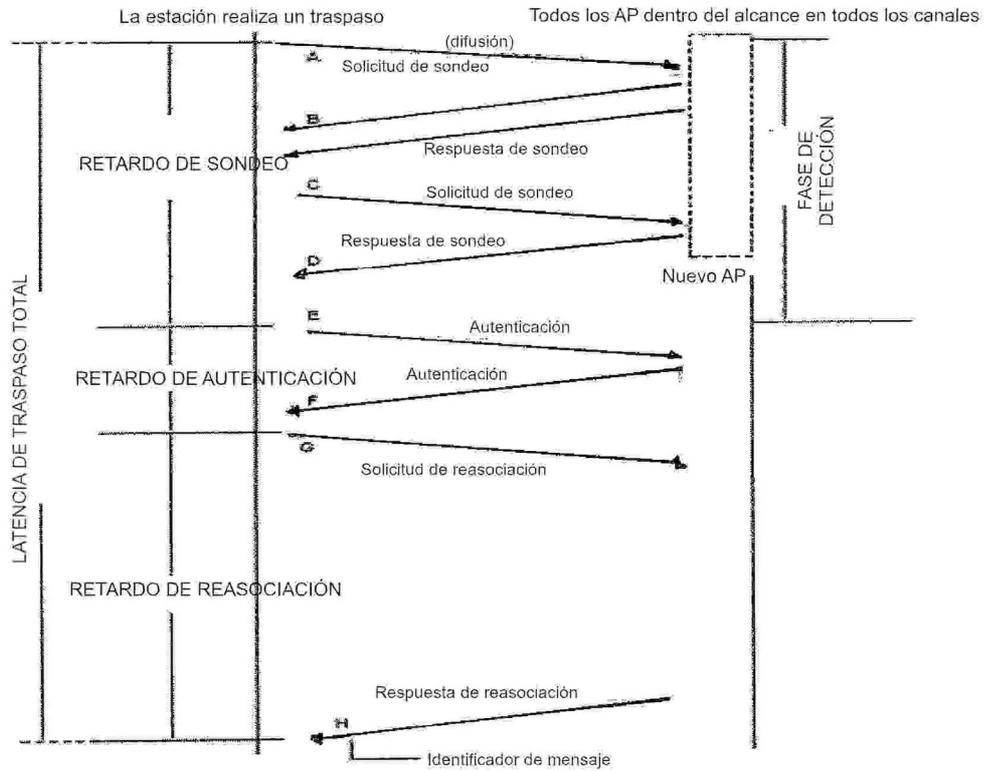
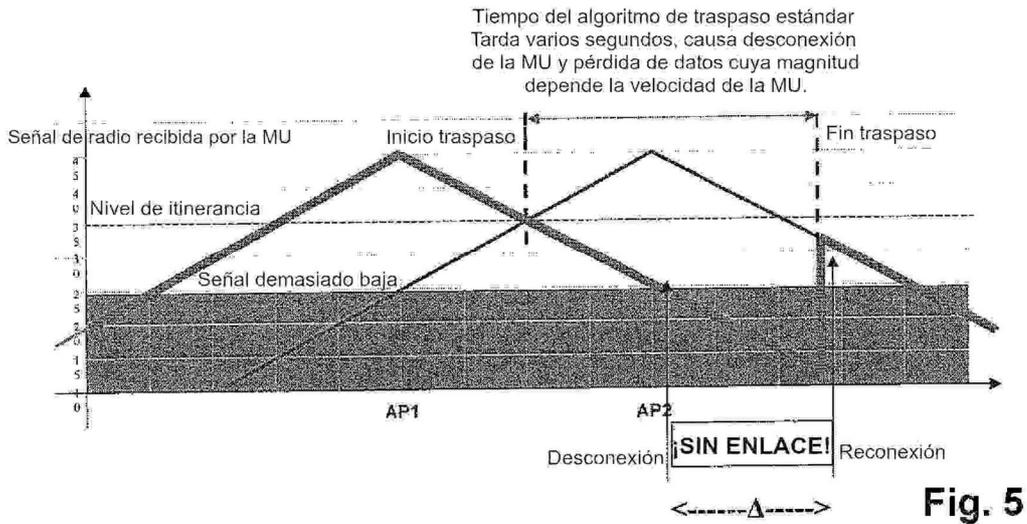


Fig. 4



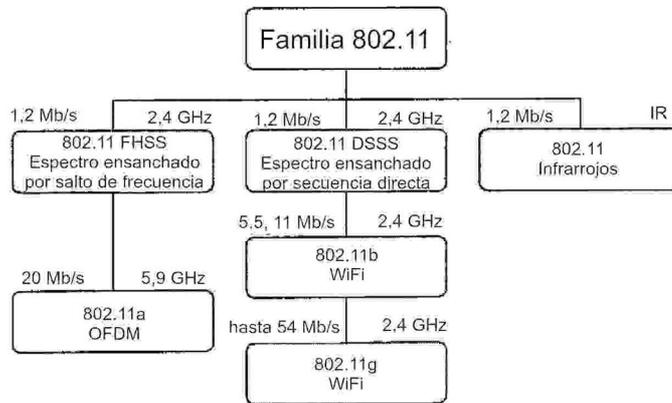


Fig. 6

Estándar IEEE	Tecnología de modulación	Banda de frecuencias (GHz)	Velocidad máxima (Mbits/s)
802.11	FHSS, DSSS	2,4	3
802.11b	DSSS	2,4	11
802.11g	DSSS, OFDM	2,4	54
802.11a	OFDM	5	54

Fig. 7

	FHSS	DSSS	OFDM
Velocidad de datos máxima (Mbits/s)	3	11	54
Rendimiento neto máximo (Mbit/s)	2	6	24
Interferencia de banda estrecha	Muy bueno	Bueno	Muy bueno
Dispersión de retardos (desvanecimiento multitrayecto)	Bueno	Bueno	Muy bueno
Ataque intencionado	Muy bueno	Malo	Muy bueno

Fig. 8

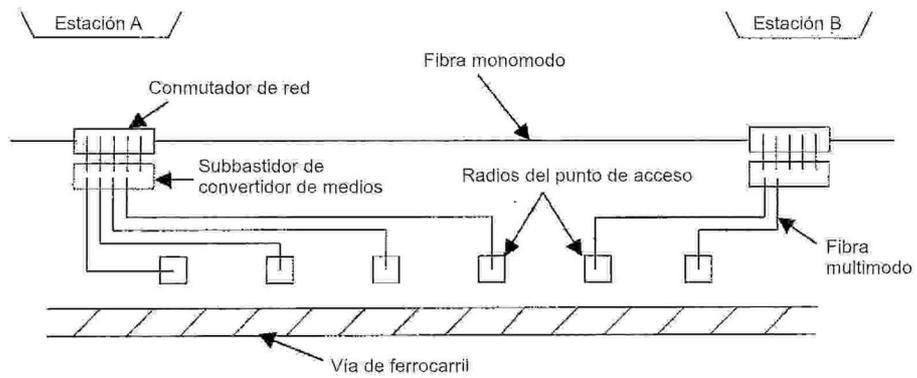


Fig. 9

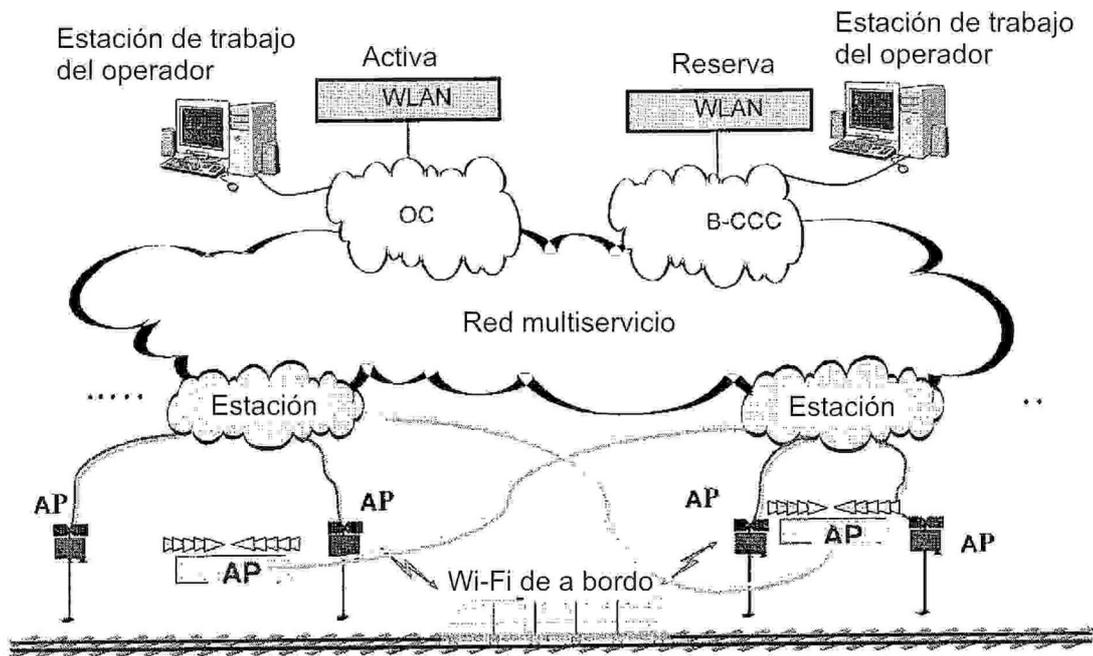


Fig. 10

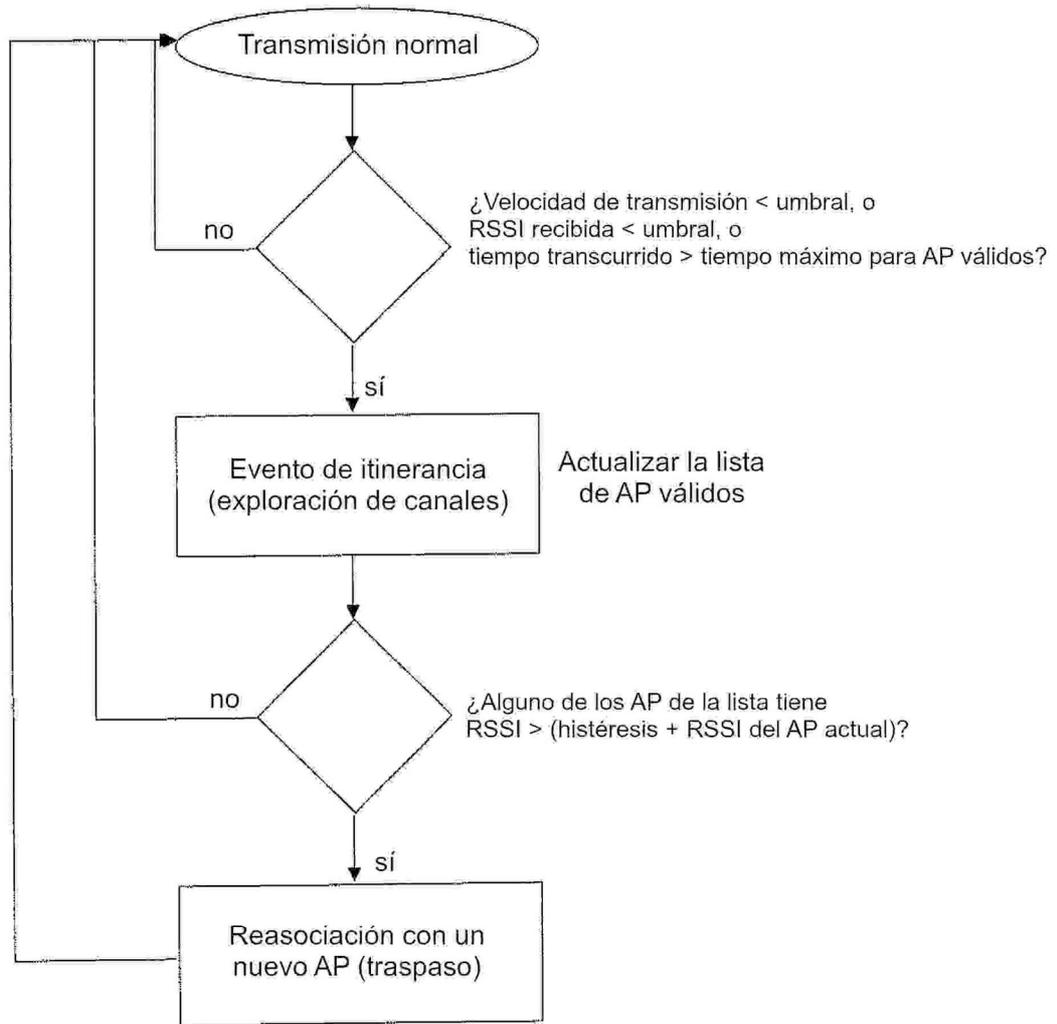


Fig. 11

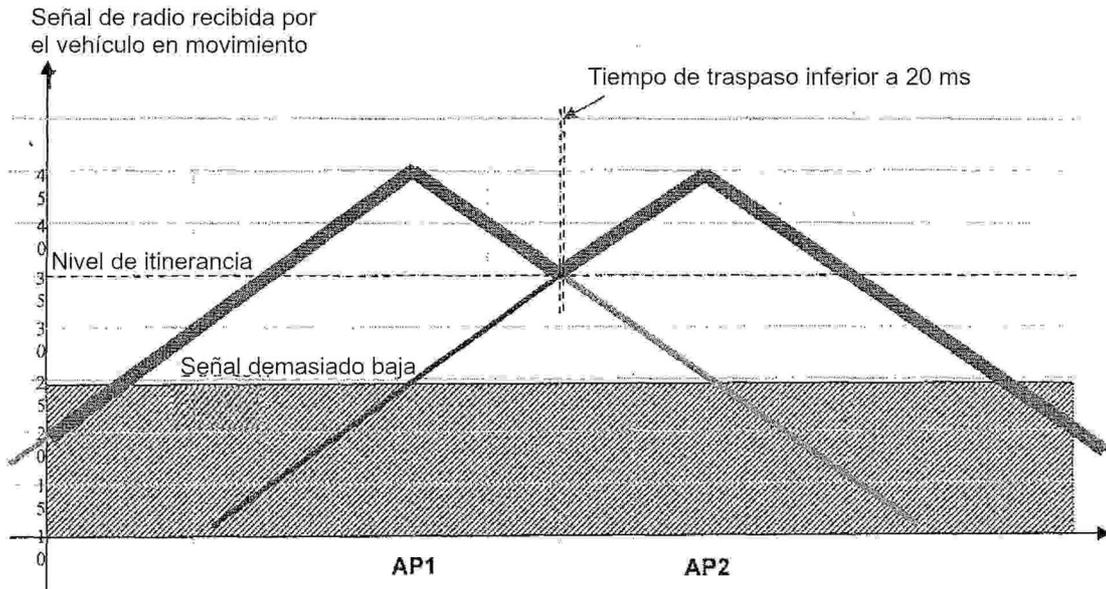


Fig. 12

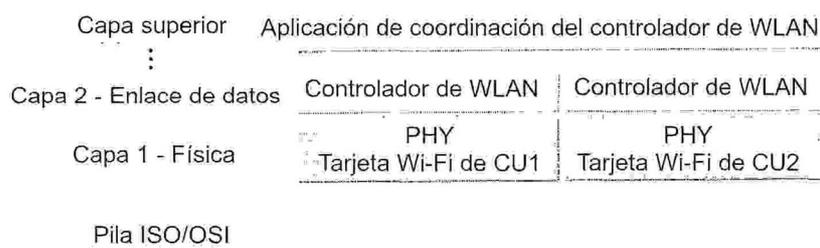


Fig. 13

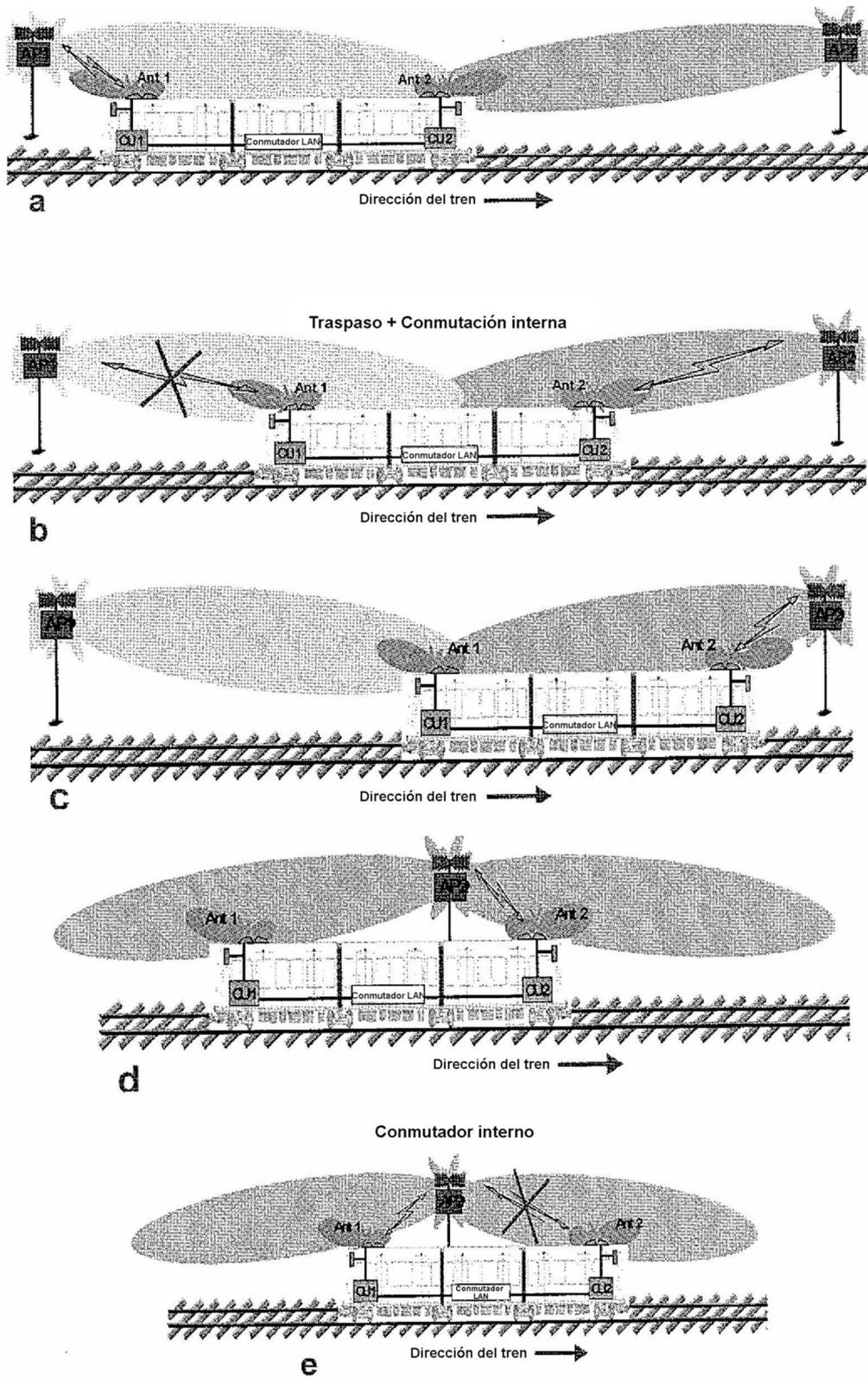


Fig. 15a-15e

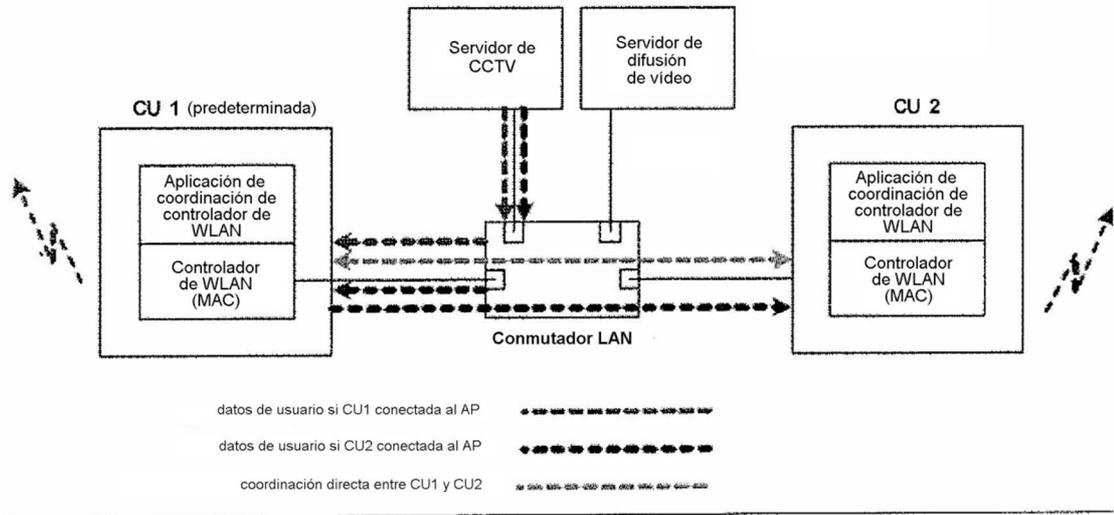


Fig. 16

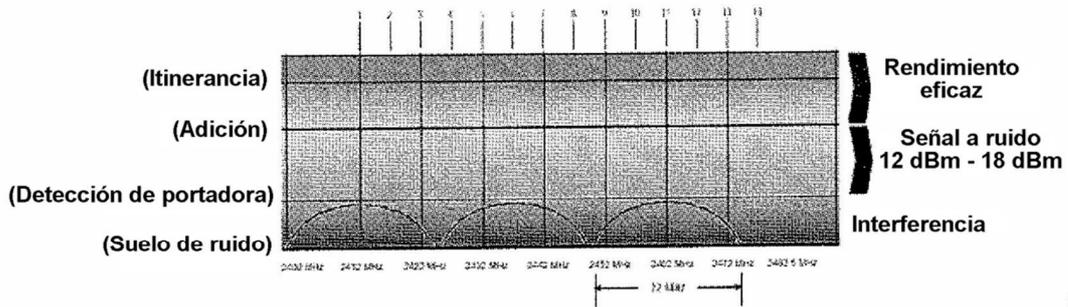


Fig. 17

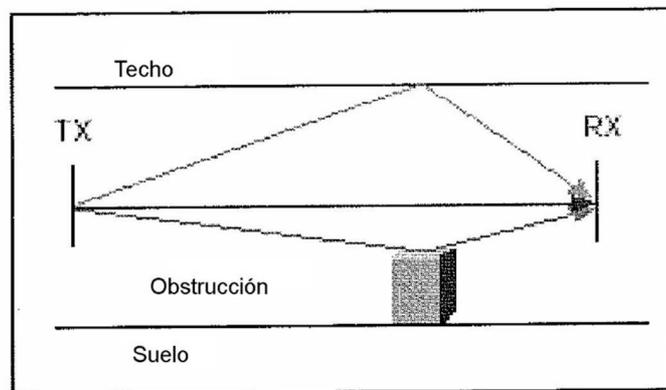


Fig. 18

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

10 • EP 1601136 A