

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 953**

51 Int. Cl.:

H04B 7/026 (2007.01)

H04W 88/04 (2009.01)

H04W 74/02 (2009.01)

H04B 7/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2017 E 17174509 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 3413475**

54 Título: **Sistema para comunicación entre un terminal de usuario y una estación de servidor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.06.2020

73 Titular/es:
**KAPSCH CARRIERCOM AG (100.0%)
Lehrbachgasse 11
1120 Wien, AT**

72 Inventor/es:
**BEICHT, PETER;
JACQUES, ROGER;
GRUET, CHRISTOPHE y
TANE, PIERRE**

74 Agente/Representante:
CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 767 953 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 para comunicación entre un terminal de usuario y una estación de servidor

- 5 La presente invención se refiere a un sistema para comunicación entre un terminal de usuario y una estación de servidor, estando configurado el terminal de usuario para moverse a lo largo una vía unidimensional y para comunicarse con la estación de servidor a través de una red móvil en un primer modo de comunicación.
- 10 La comunicación entre un tren y un servidor de servicios ferroviarios se realiza normalmente a través de una red móvil, que puede ser operada, por ejemplo, según el sistema global para comunicaciones móviles (GSM: Global System for Mobile Communications) o el estándar de evolución a largo plazo (LTE: Long Term Evolution). Las conexiones estables con el servidor de servicios ferroviarios tienen una alta prioridad para los trenes, ya que intercambian mensajes críticos de seguridad relacionados con la operación del tren.
- 15 Sin embargo, es evidente que las comunicaciones por radio a través de redes móviles a veces se interrumpen debido a interferencias causadas por obstáculos en la ruta de la comunicación o por dispositivos de comunicación de terceros que transmiten información a través de los mismos recursos de comunicación o a través de recursos adyacentes, por ejemplo, rangos de frecuencia.
- 20 En el estado actual de la técnica, este problema se ha resuelto introduciendo más celdas en la red móvil para obtener zonas de cobertura más densas, por ejemplo, utilizando micro celdas dentro de la red móvil. Además, se pueden utilizar repetidores para estas celdas para ampliar las áreas de cobertura de las respectivas celdas.
- 25 Es un objeto de la invención proporcionar un sistema de comunicación que tiene un estándar de seguridad que es inherentemente mayor con respecto a la interrupción de las conexiones.
- 30 Para este fin, la invención proporciona un sistema para comunicación entre un terminal de usuario y una estación de servidor, estando configurado el terminal de usuario para moverse a lo largo una vía unidimensional y para comunicarse con la estación de servidor a través de una red móvil en un primer modo de comunicación,
- 35 en el que el sistema comprende un gestor de enlaces y una pluralidad de terminales de comunicación intermedios fijos, que están distribuidos a lo largo de la vía con respectivos espaciados predeterminados, en el que los terminales de comunicación intermedios están configurados para comunicarse con el terminal de usuario a través de una comunicación por radio directa, y estando configurado el gestor de enlaces para comunicarse con la estación de servidor,
- 40 en el que el gestor de enlaces está configurado además para comunicarse con los terminales de comunicación intermedios a través de dicha red móvil de tal manera que el terminal de usuario es capaz de comunicarse con la estación de servidor a través de los terminales de comunicación intermedios y del gestor de enlaces en un segundo modo de comunicación, y
- 45 en el que el gestor de enlaces está configurado para recibir datos de enlace de bajada procedentes de la estación de servidor y distribuirlos a por lo menos dos terminales de comunicación intermedios, al menos uno de los cuales comunica los datos de enlace de bajada al terminal de usuario a través de una comunicación por radio directa en el segundo modo de comunicación.
- 50 De este modo, la invención utiliza una estructura de red adicional, que puede ser vista como un tipo de red de redundancia si la comunicación a través de la red móvil no está disponible o se interrumpe. Por otra parte, la estructura de red adicional también se puede utilizar como la vía de comunicación principal para el terminal de usuario, de modo que la mayor parte o la totalidad de la comunicación entre el terminal de usuario y la estación de servidor (servidor de servicios ferroviarios) se realiza a través de la estructura de red adicional.
- 55 El terminal de usuario utiliza la capacidad de un transceptor ya presente para comunicarse con los terminales de comunicación intermedios y, a su vez, no necesita ningún elemento de hardware adicional. Preferiblemente, la comunicación por radio directa con los terminales de comunicación intermedios y la comunicación a través de la red móvil se realiza de acuerdo con diferentes especificaciones del mismo estándar, por ejemplo, el estándar LTE. La diferencia es que la comunicación por radio directa con los terminales de comunicación intermedios no requiere una estructura de red móvil, es decir, no se utilizan estaciones base para la comunicación entre el terminal de usuario y los terminales de comunicación
- 60 intermedios.
- 65 La comunicación entre el terminal de usuario con la estación de servidor y los terminales de comunicación intermedios con la estación de servidor, respectivamente, se realiza a través de la misma red móvil, es decir, a través del mismo conjunto de estaciones base de la red móvil.
- Esta estructura de red dual es especialmente fiable ya que el terminal de usuario o la estación de servidor pueden conmutar de un modo de comunicación al otro en caso de interrupciones dentro de la red. De este

modo, incluso las interrupciones de hardware dentro de partes de la estructura de red se pueden evitar temporalmente utilizando el otro modo de comunicación respectivo.

5 El gestor de enlaces del sistema puede ser implementado como un dispositivo separado o integral de la estación de servidor y sirve para distribuir datos a una pluralidad de terminales de comunicación intermedios. Esto aumenta la posibilidad de que al menos uno de los terminales de comunicación intermedios pueda comunicar los datos con éxito al terminal de usuario. Los terminales de comunicación intermedios tienen las mismas capacidades de comunicación que el terminal de usuario, es decir, son capaces de comunicarse a través de la red móvil, así como a través de una comunicación por radio directa. 10 De este modo, para construir los terminales de comunicación intermedios, los módulos de comunicación como los que se utilizan para el terminal de usuario pueden simplemente estar integrados en estructuras estáticas a lo largo de la vía y no hay necesidad de un desarrollo técnico adicional de estos terminales de comunicación intermedios.

15 Además de multiplicar los datos de enlace de bajada para el terminal de usuario por parte del gestor de enlaces, el gestor de enlaces también puede proporcionar funciones para recibir los mismos datos de enlace de subida varias veces. Para este fin, preferiblemente cada terminal de comunicación intermedio está configurado para recibir datos de enlace de subida procedentes del terminal de usuario y reenviarlos al gestor de enlaces a través de dicha red móvil, y el gestor de enlaces está configurado para recibir dichos 20 datos de enlace de subida procedentes de los terminales de comunicación intermedios y reenviar los datos de enlace de subida sólo una vez a la estación de servidor si ha recibido los mismos datos de enlace de subida procedentes de al menos dos terminales de comunicación intermedios. Una forma de hacerlo es simplemente reenviar los primeros datos de enlace de subida recibidos por parte del gestor de enlaces a la estación de servidor y descartar cualquier mismo dato adicional de enlace de subida a través del gestor de 25 enlaces. Alternativamente, el gestor de enlaces puede realizar mediciones de calidad en todos los mismos datos de enlace de subida recibidos y reenviar los datos de enlace de subida con la mejor medición de calidad a la estación de servidor.

30 Para determinar qué terminales de comunicación intermedios deben comunicar los datos de enlace de bajada al terminal de usuario a través de una comunicación por radio directa, se pueden utilizar diversos procedimientos. Preferiblemente, cada terminal de comunicación intermedio está configurado para determinar que el terminal de usuario se encuentra en su proximidad después de recibir un mensaje de exploración que es emitido periódicamente por el terminal de usuario, y cada terminal de comunicación intermedio está configurado además para transmitir sólo datos de enlace de bajada al terminal de usuario 35 después de haber establecido que el terminal de usuario se encuentra en su proximidad. La recepción de un mensaje de exploración por parte de un terminal de comunicación intermedio sirve para indicar si un terminal de usuario se encuentra dentro del rango de comunicación de un determinado terminal de comunicación intermedio. Se pueden utilizar mediciones adicionales para determinar si se deben comunicar datos de enlace de bajada al terminal de usuario, por ejemplo, midiendo una intensidad de la señal recibida del mensaje de exploración. En este caso, los datos de enlace de bajada sólo se transmiten al terminal de 40 usuario si la intensidad de la señal recibida se encuentra por encima de un umbral predeterminado, lo que se define entonces como la proximidad del terminal de comunicación intermedio.

45 La determinación de si un terminal de usuario se encuentra dentro de la proximidad de un terminal de comunicación intermedio respectivo se puede utilizar en primer lugar para decidir si se intenta una comunicación con el terminal de usuario, según se ha descrito anteriormente, o en segundo lugar para que el gestor de enlaces determine a qué terminales de comunicación intermedios se deben enviar los datos de enlace de bajada. Para este fin, preferiblemente cada terminal de comunicación intermedio está configurado para informar al gestor de enlaces si el terminal de usuario se encuentra en su proximidad y el gestor de 50 enlaces está configurado para distribuir los datos de enlace de bajada a todos aquellos terminales de comunicación intermedios en cuya proximidad se encuentra el terminal de usuario.

55 Para evitar interferencias entre los terminales de comunicación intermedios que transmiten los datos de enlace de bajada al terminal de usuario, los terminales de comunicación intermedios están configurados para aplicar un desfase de tiempo aleatorio cuando se comunican los datos de enlace de bajada al terminal de usuario. Alternativamente, los terminales de comunicación intermedios pueden utilizar desfases de tiempo predeterminados o diferentes recursos de comunicación.

60 Si un terminal de comunicación intermedio ha recibido datos de enlace de bajada procedentes del gestor de enlaces pero el terminal de usuario ya no se encuentra en su proximidad o la comunicación con un terminal de usuario ha fallado por otras razones, los terminales de comunicación intermedios pueden actuar como una red de igual a igual para enviar datos de enlace de bajada a otro terminal de comunicación intermedio capaz de comunicarse con el terminal de usuario. Para este fin, preferiblemente al menos un terminal de comunicación intermedio está configurado para enviar datos de enlace de bajada recibidos 65 procedentes del gestor de enlaces a un terminal de comunicación intermedio adyacente si no puede establecer una comunicación con el terminal de usuario, y el terminal de comunicación intermedio adyacente está configurado para comunicar estos datos de enlace de bajada al terminal de usuario.

Además de los terminales de comunicación intermedios, también se pueden utilizar estructuras separadas que se puedan comunicar con los terminales de comunicación intermedios, así como con el terminal de usuario, en lo sucesivo denominados terminales de comunicación secundarios. Es posible que estos terminales de comunicación secundarios sean capaces de comunicarse a través de la red móvil, pero no es necesario que sean capaces de ello. Para este fin, preferiblemente al menos uno de los terminales de comunicación intermedios está configurado para transmitir datos de enlace de bajada al terminal de usuario a través de un terminal de comunicación secundario que se encuentra en una zona en la que no se puede establecer comunicación a través de la red móvil, en el que el terminal de comunicación secundario está configurado para comunicarse con el terminal de comunicación intermedio y el terminal de usuario a través de una comunicación por radio directa. Los terminales de comunicación secundarios se pueden ubicar dentro de túneles, en bosques que rodean la vía, en edificios tales como estaciones de tren o similares, y permiten que el terminal de usuario se comunique en el segundo modo de comunicación incluso en áreas en las que la red móvil no está disponible para la comunicación.

Según se ha mencionado anteriormente, el segundo modo de comunicación se puede utilizar si se interrumpe la comunicación a través del primer modo de comunicación o vice versa. Sin embargo, se prefiere especialmente si el primer y el segundo modo de comunicación se utilizan simultáneamente para mejorar la fiabilidad de la comunicación. De este modo, se puede aumentar la fiabilidad de la transferencia de datos en el enlace de bajada y en el de subida. Por ejemplo, la estación de servidor puede comparar los datos de enlace de subida recibidos y utilizar el de mayor calidad, y el terminal de usuario puede comparar los datos de enlace de bajada recibidos y utilizar también el de mayor calidad.

Los terminales de comunicación intermedios también pueden servir para proporcionar una comunicación intra tren o inter trenes que no utilice la red móvil. Para este fin, el terminal de usuario se encuentra en un extremo del tren y un terminal de usuario adicional se encuentra en el otro extremo del tren, o el terminal de usuario se encuentra en un tren y el terminal de usuario adicional se encuentra en otro tren, y los terminales de comunicación intermedios están configurados para proporcionar una comunicación entre el terminal de usuario y el terminal de usuario adicional recibiendo datos de usuario a través de una comunicación por radio directa procedentes del terminal de usuario y transmitiendo dichos datos de usuario al terminal de usuario adicional a través de una comunicación por radio directa. De esta manera, los terminales de comunicación intermedios tienen un propósito doble que son proporcionar en primer lugar una comunicación entre el terminal de usuario y la estación de servidor, y proporcionar en segundo lugar una comunicación entre dos terminales de usuario sin necesidad de que se comuniquen a través de la red móvil.

Dado que el terminal de usuario puede recibir los mismos datos de enlace de bajada varias veces en el segundo modo de comunicación, puede ser necesario que el terminal de usuario distinga si los datos de enlace de bajada recibidos son en efecto datos nuevos o datos ya recibidos. Preferiblemente, los datos de enlace de bajada se comunican como datos empaquetados y cada paquete de datos tiene un número de paquete de modo que el terminal de usuario puede identificar el orden correcto de los paquetes de datos recibidos.

A veces el gestor de enlaces transmite datos de enlace de bajada a un terminal de comunicación intermedio, pero el terminal de comunicación intermedio no puede transmitir inmediatamente estos datos de enlace de bajada al terminal de usuario. Esto puede suceder debido a interrupciones momentáneas de la comunicación, por ejemplo. Para que un terminal de comunicación intermedio no transfiera datos de enlace de bajada innecesarios al terminal de usuario, preferiblemente los mensajes de exploración incluyen un número de paquete esperado, y los terminales de comunicación intermedios están configurados para transmitir los datos empaquetados con el número de paquete esperado al terminal de usuario y descartar los datos empaquetados que no cumplan con el número de paquete esperado. De esta manera, se pueden liberar recursos de comunicación para la comunicación directa, haciendo que el sistema de comunicación sea más eficiente.

Preferiblemente, la comunicación entre el terminal de usuario y los terminales de comunicación intermedios se realiza mediante una comunicación de dispositivo a dispositivo de acuerdo con el estándar D2D del estándar LTE. De este modo, estos equipos pueden utilizar el estándar LTE para la comunicación directa con los terminales de comunicación intermedios, así como a través de la red móvil para comunicarse con la estación de servidor. El estándar D2D del estándar LTE es especialmente preferido porque define mensajes de exploración que se pueden utilizar para localizar el terminal de usuario a lo largo de la vía, según se ha descrito anteriormente.

Como alternativa, la comunicación entre el terminal de usuario y los terminales de comunicación intermedios se realiza según un estándar IEEE 802.11x. Si se utiliza dicho estándar, también denominado estándar WiFi, se pueden realizar ligeras modificaciones para introducir mensajes de exploración en función de la forma de realización elegida.

Para proporcionar una comunicación entre los terminales de comunicación intermedios y el terminal de usuario, se pueden reservar recursos de comunicación o recursos de canal para la comunicación directa. Los recursos de canal disponibles para la comunicación directa pueden ser o bien predeterminados y estar pre almacenados en el terminal de usuario y/o en los terminales de comunicación intermedios, o bien un nodo (estación base) de la red móvil puede transmitir la ubicación de estos recursos de canal para la comunicación directa.

Los terminales de usuario utilizados para trenes pueden utilizar dos tipos diferentes de comunicaciones: la de tasa de bits garantizada (GBR: guaranteed bit rate) y la de tasa de bits no garantizada (NGBR: non-guaranteed bit rate). Preferiblemente, los terminales de comunicación intermedios están configurados para que sólo comuniquen el tráfico NGBR con el terminal de usuario. Puesto que el tráfico NGBR constituye la mayor parte del tráfico, el primer modo de comunicación, sobre el que se realizan normalmente las comunicaciones GBR, se puede poner en modo inactivo o en espera siempre que no se soliciten servicios GBR. De este modo se consigue una operación especialmente eficiente desde el punto de vista energético.

Ahora, a continuación, se explicará con más detalle la invención en base a formas de realización preferidas de ejemplo de la misma con referencia a los dibujos que la acompañan, en los cuales:

La Figura 1 muestra una vista esquemática de una red para una comunicación entre un tren y una estación de servidor;

La Figura 2 muestra un diagrama de bloques de la comunicación de la Figura 1;

La Figura 3 muestra el uso del sistema de la Figura 1 para ampliar áreas de cobertura de una red móvil;

La Figura 4 muestra una forma de realización del sistema de la Figura 1, en la que una parte de la vía férrea se encuentra dentro de un túnel; y

La Figura 5 muestra un uso secundario del sistema de la Figura 1 para una comunicación intra tren.

La Figura 1 muestra un sistema 1 para una comunicación entre un terminal de usuario 2 en un tren 3 y una estación de servidor 4. El tren 3 y, por lo tanto, el terminal de usuario 2 se desplazan a lo largo de una vía férrea 5. La vía férrea 5 es unidimensional en el sentido de que el tren 3 y, por lo tanto, el terminal de usuario 2 sólo se pueden mover en una dirección d_R (y en la correspondiente dirección hacia atrás d_L), sin tener en cuenta los ramales e intersecciones de la vía férrea 5. Para controlar el tren 3, entre otras cosas, el terminal de usuario 2 recibe mensajes de control críticos de seguridad, así como otros datos procedentes de la estación de servidor 4, que puede ser, por ejemplo, un centro de servicios ferroviarios o cualquier otro servidor de información.

Si bien la presente forma de realización está específicamente dedicada a un terminal de usuario 2 en un tren 3, el sistema 1 se puede utilizar de la misma manera para terminales de usuario 2 que viajan en otras vías unidimensionales 5, tales como coches que circulan por calles o barcos que viajan a través de ríos o canales.

El terminal de usuario 2 puede utilizar dos modos de comunicación diferentes cuando se comunica con la estación de servidor 4. En el primer modo de comunicación, el terminal de usuario 2 establece una comunicación 6 a través de una red móvil 8 compuesta por nodos o estaciones base 7, tres de las cuales se muestran esquemáticamente en la Figura 1. Las estaciones base 7 están conectadas a la estación de servidor 4 a través de la red móvil 8 y/u otras redes. La comunicación 6 a través de la red móvil 8 se realiza de acuerdo con estándares conocidos en la técnica, por ejemplo, sistema global para comunicaciones móviles (GSM: Global System for Mobile Communications), evolución a largo plazo (LTE: Long Term Evolution), sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS: Universal Mobile Telecommunications System), etc.

En el segundo modo de comunicación, el terminal de usuario 2 se comunica con uno o más terminales fijos intermedios de comunicación 9 a través de una comunicación por radio directa 10. La comunicación por radio directa 10 se realiza a través de una comunicación de dispositivo a dispositivo de acuerdo con el estándar D2D del estándar LTE. El estándar D2D ha sido introducido en el estándar LTE en la versión 12 del estándar LTE, ver por ejemplo la especificación TS 23.303 V12.5.9 del 3GPP, de junio de 2015; o la especificación TS 36.300 V12.6.0 del 3GPP, de junio de 2015. Alternativamente, también se pueden utilizar otros estándares de comunicación directa, por ejemplo, todas las variantes del estándar IEEE 802.11x, también conocidas como WLAN o WiFi.

Los terminales de comunicación intermedios 9 comunican datos por medio de la red móvil 8 a través de las estaciones base 7 a la estación de servidor 4. De este modo, en el segundo modo de comunicación, el terminal de usuario 2 no necesita depender de la disponibilidad de la red móvil 8, sino que tiene una posible comunicación por radio directa 10 con los terminales de comunicación intermedios 9 que están disponibles.

Los terminales de comunicación intermedios fijos 9 comprenden un módulo de comunicación 9' que está integrado o montado en una estructura estática 9". La estructura estática 9" puede ser un edificio, una

plataforma, una columna de hormigón, un pilón de acero, o similar, y el módulo de comunicación 9' puede tener la misma estructura de hardware que el terminal de usuario 2. Los terminales de comunicación intermedios fijos 9 son, por lo tanto, estáticos y están separados entre sí por unas distancias D predeterminadas.

5

La Figura 2 muestra en detalle las comunicaciones dentro del sistema 1 entre el terminal de usuario 2 y la estación de servidor 4. Según se ha indicado anteriormente, el terminal de usuario 2 puede establecer una comunicación 6 con la estación de servidor 4 a través de la red móvil 8 en un primer modo de comunicación. En el segundo modo de comunicación, los terminales de comunicación intermedios 9 reciben datos de enlace de bajada 13 procedentes de y comunican datos de enlace de subida 14 a la estación de servidor 4 a través de un gestor de enlaces 12. Se puede ver que el gestor de enlaces 12 se comunica directamente con la estación de servidor 4, e incluso puede estar integrado dentro de la estación de servidor 4 para este propósito. Alternativamente, el gestor de enlaces 12 también se puede realizar como un dispositivo externo conectado a la estación de servidor 4.

10

15

El gestor de enlaces 12 sirve para gestionar las comunicaciones 10, 11 (Figura 1) de los terminales de comunicación intermedios 9, que de otro modo actúan de forma independiente. En principio, el terminal de usuario 2 se puede comunicar con cualquier terminal de comunicación intermedio 9 que esté lo suficientemente cerca como para que se pueda realizar una comunicación por radio directa. Dado que no siempre está claro para la estación de servidor 4 qué terminal de comunicación intermedio 9 es el más adecuado para la comunicación con el terminal de usuario 2, el gestor de enlaces 12 recibe datos de enlace de bajada 13 procedentes de la estación de servidor 4 y los distribuye a por lo menos dos terminales de comunicación intermedios 9 a través de la red móvil 8. A su vez, al menos uno de los terminales de comunicación intermedios 9 comunica los datos de enlace de bajada 13 al terminal de usuario 2 a través de una comunicación por radio directa 10 en el segundo modo de comunicación.

20

25

En algunas formas de realización, el gestor de enlaces 12 distribuye los datos de enlace de bajada a los terminales de comunicación intermedios 9 que se encuentran en el rango de una posición estimada del terminal de usuario 2. La posición se puede estimar de varias maneras, por ejemplo, mediante una señal GPS del terminal de usuario 2 comunicada al gestor de enlaces 12 o a la estación de servidor 4 en el primer o segundo modo de comunicación. Alternativamente, el terminal de usuario 2 también puede emitir periódicamente mensajes de exploración a través de una comunicación por radio directa 10, de modo que los terminales de comunicación intermedios 9 pueden detectar los mensajes de exploración. Cuando los terminales de comunicación intermedios 9 reciben el mensaje de exploración, saben que el terminal de usuario 2 se encuentra dentro de su proximidad. Los terminales de comunicación intermedios 9 también pueden medir la intensidad de la señal recibida del mensaje de exploración para determinar con mayor exactitud la posición del terminal de usuario 2.

30

35

Los mensajes de exploración pueden incluir una identificación única del terminal de usuario 2, de modo que el sistema 1 puede estar configurado para determinar la presencia de múltiples terminales de usuario 2 en las vías férreas 5, por ejemplo, terminales de usuario 2 transportados por diferentes trenes 3 o más de un terminal de usuario 2 en un tren 3.

40

Los terminales de comunicación intermedios 9 informan, a su vez, al gestor de enlaces 12 si el terminal de usuario 2 se encuentra en su proximidad, de modo que el gestor de enlaces 12 puede determinar los terminales de comunicación intermedios 9 a los que se deben distribuir los datos de enlace de bajada 13. Para este fin, el gestor de enlaces 12 puede gestionar una lista de terminales de comunicación intermedios 9 en cuya proximidad se encuentra actualmente el terminal de usuario 2.

45

Una vez que los terminales de comunicación intermedios 9 han recibido los datos de enlace de bajada 13 procedentes del gestor de enlaces 12, pueden comunicar dichos datos de enlace de bajada 13 al terminal de usuario 2 a través de una comunicación por radio directa 10. En función de la forma de realización, los terminales de comunicación intermedios 9 pueden sólo intentar comunicar los datos de enlace de bajada 13 al terminal de usuario 2 a través de una comunicación por radio directa 10 si han establecido que el terminal de usuario 2 se encuentra en su proximidad. Para este propósito, se pueden utilizar todos los procedimientos de determinación de posición que se han descrito anteriormente.

50

55

Cuando el terminal de usuario 2 se encuentra en la proximidad de dos o más terminales de comunicación intermedios 9, y todos esos terminales de comunicación intermedios 9 han recibido los datos de enlace de bajada 13 procedentes del gestor de enlaces 12, todos pueden intentar comunicar los datos de enlace de bajada 13 al terminal de usuario 2. Dado que la transmisión simultánea de datos por parte de más de un terminal de comunicación intermedio 9 causaría interferencias para el terminal de usuario 2, los terminales de comunicación intermedios 9 aplican un desfase de tiempo aleatorio cuando comunican los datos de enlace de bajada 13 al terminal de usuario 2. Alternativamente, cada terminal de comunicación intermedio 9 podría aplicar un desfase de tiempo predeterminado que se ha asignado con antelación al respectivo terminal de comunicación intermedio 9. Más alternativamente, cada terminal de comunicación intermedio 9

60

65

podría utilizar un recurso de comunicación diferente, por ejemplo, banda de frecuencias, a través del cual se transmiten los datos de enlace de bajada 13.

5 Los múltiples terminales de comunicación intermedios 9 también se pueden utilizar para mejorar la fiabilidad de la recepción de datos de enlace de subida por parte de la estación de servidor 4. Para este fin, cada terminal de comunicación intermedio 9 recibe datos de enlace de subida 14 procedentes del terminal de usuario 2. Para conseguir esto, el terminal de usuario 2 transmite datos de enlace de subida 14 a través de recursos de canal predeterminados sin dirigirse a terminales de comunicación intermedios 9 específicos, de modo que todos los terminales de comunicación 9 dentro del rango de comunicación del terminal de usuario 2 reciban estos datos de enlace de subida 14. A su vez, cada terminal de comunicación intermedio 9 que ha recibido datos de enlace de subida 14 los reenvía al gestor de enlaces 12 a través de la red móvil 8.

15 Si el gestor de enlaces 12 establece que se han recibido más de una vez los mismos datos de enlace de subida 14, los reenvía una sola vez a la estación de servidor 4. Para este fin, el gestor de enlaces 12 puede utilizar estos datos de enlace de subida 14 que se han recibido procedentes del terminal de comunicación intermedio 9 más próximo al terminal de usuario 2, lo que se puede determinar, por ejemplo, midiendo la intensidad de la señal recibida o la relación señal – ruido de los datos de enlace de subida 14 recibidos por parte de los terminales de comunicación intermedios 9. También se pueden utilizar otras medidas de calidad adicional o alternativamente, o el gestor de enlaces 12 puede sólo seleccionar uno de los datos de enlace de subida 14 de forma aleatoria para reenviarlo a la estación de servidor 4.

25 Para asegurar que el terminal de usuario 2 recibe datos de enlace de bajada 13 y que la estación de servidor 4 recibe datos de enlace de subida 14 en el orden correcto, los datos de enlace de bajada y de subida 13, 14 se comunican como datos empaquetados y cada paquete de datos tiene un número de paquete. Para los datos de enlace de bajada 13, la estación de servidor 4 puede proporcionar los datos de enlace de bajada 13 ya como paquetes de datos que están encapsulados en una estructura de trama específica, en función del tipo de comunicación directa que se utilice entre los terminales de comunicación intermedios 9 y el terminal de usuario 2. El número de paquete puede ser, por ejemplo, una marca de tiempo o un contador que se incrementa en uno por cada paquete proporcionado.

35 Después de que el terminal de usuario 2 haya recibido un paquete de datos con un número de paquete específico, puede emitir un mensaje de exploración según se ha descrito anteriormente que contiene el siguiente número de paquete esperado. Si un terminal de comunicación intermedio 9 recibe dicho mensaje de exploración con un número de paquete esperado, transmite en consecuencia el paquete de datos con el correspondiente número de paquete al terminal de usuario 2 si este paquete de datos ya ha sido recibido procedente del gestor de enlaces 12. Si un terminal de comunicación intermedio 9 recibe un mensaje de exploración con un número de paquete esperado, y tiene paquetes de datos almacenados que corresponden a números de paquete menores que el número de paquete esperado, puede descartar estos paquetes de datos recibidos previamente, no transmitidos. Además, el número de paquete ayuda al gestor de enlaces 12 a determinar qué paquetes de datos de enlace de subida son idénticos.

45 La comunicación por radio directa 10 entre el terminal de usuario 2 y los terminales de comunicación intermedios 9 se realiza a través de recursos de canal específicos separados de los utilizados por la red móvil 8, por ejemplo, bandas de frecuencias y/o las franjas de tiempo utilizadas por la red móvil 8 son diferentes de las bandas de frecuencias y/o las franjas de tiempo utilizadas para la comunicación por radio directa 10. Los recursos de canal disponibles para la comunicación por radio directa 10 son distribuidos al terminal de usuario 2 y/o a los terminales de comunicación intermedios 9 por parte de las estaciones base 7 de la red móvil 8, por ejemplo. Alternativamente, se pueden comunicar primero a los terminales de comunicación intermedios 9, que a su vez los reenvía entonces al terminal de usuario 2. Más alternativamente, los recursos del canal se pueden almacenar previamente en el terminal de usuario 2 y/o en los terminales de comunicación intermedios 9.

55 En el segundo modo de comunicación, preferiblemente sólo se comunica el tráfico de tasa de bits no garantizada (NGBR). Este tráfico incluye, por ejemplo, mensajes de señalización entre el terminal de usuario 2 y servidores de señalización externos. Por otra parte, el tráfico de tasa de bits garantizada (GBR), tal como las llamadas de voz operadas en modo individual o en modo de llamada de grupo, se comunica preferiblemente sólo en el primer modo de comunicación.

60 Además de aumentar la fiabilidad de las comunicaciones entre el terminal de usuario 2 y el servidor ferroviario 4 cambiando de forma selectiva entre el primer y el segundo modo de comunicación o utilizándolos en paralelo al mismo tiempo, el gestor de enlaces 12 y los terminales de comunicación intermedios 9 proporcionan unos usos adicionales dentro del sistema 1.

65 La Figura 3 muestra que se puede ampliar el alcance o área de cobertura 15 de la red móvil 8 a través de los terminales de comunicación intermedios 9. Si el terminal de usuario 2 se encuentra fuera de la zona o área de cobertura 15 de las estaciones base o nodos 7 de la red móvil 8, los terminales de comunicación

intermedios 9 pueden utilizar una especie de comunicación de igual a igual para ampliar la zona de cobertura 15. Para conseguir esto, un terminal de comunicación intermedio 9 puede reenviar, a través de una comunicación por radio directa 10, los datos de enlace de bajada 13 recibidos procedentes del gestor de enlaces 12 a un siguiente terminal de comunicación intermedio 9, por ejemplo, un terminal de comunicación intermedio adyacente 9, que puede no ser capaz de comunicar por sí mismo a través de la red móvil 8. Esto se puede deber a que este terminal de comunicación intermedio adyacente 9 se encuentra fuera de la zona de cobertura 15 de todos los nodos 7 de la red móvil 8 o dentro de una red móvil diferente. Cuando el terminal de comunicación intermedio adyacente 9 recibe los datos de enlace de bajada 13, los transmite al terminal de usuario 2 a través de una comunicación por radio directa 10. Este procedimiento se puede generalizar de tal manera que los datos de enlace de bajada 13 son reenviados por el terminal de comunicación intermedio adyacente 9 en forma de cadena a otro terminal de comunicación intermedio adyacente 9 y de ahí al siguiente terminal de comunicación intermedio 9 y así sucesivamente hasta que uno de los terminales de comunicación intermedios 9 pueda establecer una comunicación a través de una comunicación por radio directa 10 con el terminal de usuario 2.

La Figura 4 muestra el uso de unos denominados terminales de comunicación secundarios 16 que no tienen que estar configurados para comunicarse a través de la red móvil 8. Estos terminales de comunicación secundarios 16 se encuentran en zonas en las que no se puede establecer comunicación a través de la red móvil 8, por ejemplo, en un túnel 17, en un bosque o en un edificio tal como una estación de ferrocarril. De forma similar a la comunicación de igual a igual entre terminales de comunicación intermedios 9, los terminales de comunicación secundarios 16 reciben datos de enlace de bajada 13 procedentes de terminales de comunicación intermedios 9 a través de una comunicación por radio directa 10 y, a su vez, transmiten datos de enlace de bajada 13 recibidos al terminal de usuario 2 a través de la comunicación por radio directa 10. Los terminales de comunicación secundarios 16 pueden tener una capacidad de hardware reducida con respecto a los terminales de comunicación intermedios 9, ya que no tienen que estar configurados para comunicar a través de la red móvil 8. De forma similar a los terminales de comunicación intermedios 9, los terminales de comunicación secundarios 16 pueden comprender un módulo de comunicación 16' y una estructura estática 16".

La Figura 5 se refiere a otro uso práctico de los terminales de comunicación intermedios 9 que no está correlacionado con la comunicación con la estación de servidor 4. La Figura 5 muestra un tren 3 con un terminal de usuario 2 y un terminal de usuario adicional 18 a bordo. El terminal de usuario 2 se encuentra en un extremo del tren 3 y el terminal de usuario adicional 18 se encuentra en el otro extremo del tren 3. Estas situaciones se producen cuando se enlazan combinaciones fijas de vagones 19, 20 de tal manera que la posición del conductor de los vagones 19, 20 se encuentra en los respectivos extremos del tren 3. En este contexto, garantizar una comunicación fiable entre los dos vagones 19, 20 supone un reto. Una opción es que los terminales de usuario 2, 18 se comuniquen a través de la red móvil 8. Sin embargo, aquí también se pueden comunicar a través de los terminales de comunicación intermedios 9. Para conseguir esto, un terminal de comunicación intermedio 9 que es capaz de comunicarse con los dos terminales de usuario 2, 18 recibe datos procedentes del terminal de usuario 2 a través de una comunicación por radio directa 10 y transmite dichos datos al terminal de usuario adicional 18 a través de una comunicación por radio directa 10. De este modo, se puede conseguir una comunicación de baja latencia entre los terminales de usuario 2, 18. Preferiblemente, las distancias predeterminadas D son cada una de ellas inferiores a la longitud del tren 3. En este caso, una comunicación fallida puede indicar problemas con la integridad del tren, por ejemplo, una separación de vagones 19, 20.

Esta comunicación entre múltiples terminales de usuario 2, 18 también se puede conseguir entre trenes 3 que no están conectados entre sí. Por ejemplo, se puede conseguir una comunicación entre trenes 3 que viajan en la misma dirección o que pasan en dirección opuesta por vías férreas cercanas. Estas comunicaciones también son deseables para los trenes que esperan en estaciones de ferrocarril, en desvíos de cambios de vía o similares. También en este caso, un terminal de comunicación intermedio 9 recibe datos procedentes de un terminal de usuario 2 que se encuentra en un tren 3 y los transmite a un terminal de usuario adicional 18 que se encuentra en otro tren 3 a través de una comunicación por radio directa 10.

El gestor de enlaces 12 también puede transmitir mensajes de alarma a determinados terminales de comunicación intermedios 9 para señalar peligro en la vía férrea 5, de modo que los terminales de usuario 2 que se aproximan a una zona peligrosa puedan ser advertidos de manera selectiva geográficamente.

La invención no se limita a las formas de realización específicas descritas en detalle en el presente documento, sino que abarca todas las variantes, combinaciones y modificaciones de las mismas que caen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para comunicación entre un terminal de usuario (2) y una estación de servidor (4), estando configurado el terminal de usuario (2) para moverse a lo largo una vía unidimensional (5) y para comunicarse con la estación de servidor (4) a través de una red móvil (8) en un primer modo de comunicación, en el que el sistema (1) comprende un gestor de enlaces (12) y una pluralidad de terminales de comunicación intermedios fijos (9), que están distribuidos a lo largo de la vía (5) con respectivos espaciados predeterminados (D),
 en el que los terminales de comunicación intermedios (9) están configurados para comunicarse con el terminal de usuario (2) a través de una comunicación por radio directa (10) y el gestor de enlaces (12) está configurado para comunicarse con la estación de servidor (4),
 en el que el gestor de enlaces (12) está configurado además para comunicarse con los terminales de comunicación intermedios (9) a través de dicha red móvil (8) de modo que el terminal de usuario (2) es capaz de comunicarse con la estación de servidor (4) a través los terminales de comunicación intermedios (9) y el gestor de enlaces (12) en un segundo modo de comunicación, y
 en el que el gestor de enlaces (12) está configurado para recibir datos de enlace de bajada (13) procedentes de la estación de servidor (4) y distribuirlos al menos a dos terminales de comunicación intermedios (9), al menos uno de los cuales comunica los datos de enlace de bajada (13) al terminal de usuario (2) a través de una comunicación por radio directa (10) en el segundo modo de comunicación.
2. Sistema según la reivindicación 1, en el que cada terminal de comunicación intermedio (9) está configurado para recibir datos de enlace de subida (14) procedentes del terminal de usuario (2) y reenviarlos al gestor de enlaces (12) a través de dicha red móvil (8),
 y en el que el gestor de enlaces (12) está configurado para recibir dichos datos de enlace de subida (14) procedentes de los terminales de comunicación intermedios (9) y reenviar los datos de enlace de subida (14) una sola vez a la estación de servidor (4), si ha recibido los mismos datos de enlace de subida (14) procedentes de al menos dos terminales de comunicación intermedios (9).
3. Sistema según la reivindicación 1 o 2, en el que cada terminal de comunicación intermedio (9) está configurado para determinar que el terminal de usuario (2) se encuentra en su proximidad después de recibir un mensaje de exploración que es emitido periódicamente por el terminal de usuario (2), y
 cada terminal de comunicación intermedio (9) está configurado además para sólo transmitir datos de enlace de bajada (13) al terminal de usuario (2) después de haber establecido que el terminal de usuario (2) se encuentra en su proximidad.
4. Sistema según la reivindicación 3, en el que cada terminal de comunicación intermedio (9) está configurado para informar al gestor de enlaces (12) si el terminal de usuario (9) se encuentra en su proximidad y el gestor de enlaces (12) está configurado para distribuir los datos de enlace de bajada (13) a todos aquellos terminales de comunicación intermedios (9) en cuya proximidad se encuentra el terminal de usuario (2).
5. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los terminales de comunicación intermedios (9) están configurados para aplicar un desfase de tiempo aleatorio cuando se comunican datos de enlace de bajada (13) al terminal de usuario (2).
6. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que al menos un terminal de comunicación intermedio (9) está configurado para reenviar datos de enlace de bajada (13) recibidos procedentes del gestor de enlaces (12) a un terminal de comunicación intermedio adyacente (9) si no puede establecer una comunicación (10) con el terminal de usuario (2), y el terminal de comunicación intermedio adyacente (9) está configurado para comunicar estos datos de enlace de bajada (13) al terminal de usuario (2).
7. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que al menos uno de los terminales de comunicación intermedios (9) está configurado para transmitir datos de enlace de bajada (13) al terminal de usuario (2) a través de un terminal de comunicación secundario (16) que se encuentra en una zona (17) en la que no se puede establecer una comunicación a través de la red móvil (8),
 en el que el terminal de comunicación secundario (16) está configurado para comunicarse con el terminal de comunicación intermedio (9) y con el terminal de usuario (2) a través de una comunicación por radio directa (10).
8. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el primer y el segundo modo de comunicación se utilizan simultáneamente para mejorar la fiabilidad de la comunicación.
9. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el terminal de usuario (2) se encuentra en un extremo del tren (3) y un terminal de usuario adicional (18) se encuentra en el otro extremo del tren (3), o el terminal de usuario (2) se encuentra en un tren (3) y el terminal de usuario adicional (18) se encuentra en otro tren, y en el que los terminales de comunicación intermedios (9) están configurados

para proporcionar una comunicación (10) entre el terminal de usuario (2) y el terminal de usuario adicional (18) recibiendo datos de usuario a través de una comunicación por radio directa (10) procedentes del terminal de usuario (2) y transmitiendo dichos datos de usuario al terminal de usuario adicional (18) a través de una comunicación por radio directa (10).

- 5
10. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que los datos de enlace de bajada (13) se comunican como datos empaquetados y cada paquete de datos tiene un número de paquete de modo que el terminal de usuario (2) puede identificar el orden correcto de los paquetes de datos recibidos.
- 10
11. Sistema según la reivindicación 3 en combinación con la reivindicación 9, en el que los mensajes de exploración incluyen un número de paquete esperado, y
en el que los terminales de comunicación intermedios (9) están configurados para transmitir los datos empaquetados con el número de paquete esperado al terminal de usuario (2) y descartar datos empaquetados que no cumplen con el número de paquete esperado.
- 15
12. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la comunicación (10) entre el terminal de usuario (2) y los terminales de comunicación intermedios (9) se realiza por medio de una comunicación de dispositivo a dispositivo según el estándar D2D del estándar LTE.
- 20
13. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la comunicación (10) entre el terminal de usuario (2) y los terminales de comunicación intermedios (9) se realiza según un estándar IEEE 802.11x.
- 25
14. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que el sistema (1) comprende unos medios (7, 9) configurados para distribuir los recursos de canal disponibles para una comunicación por radio directa al terminal de usuario (2) y/o a los terminales de comunicación intermedios (9).
- 30
15. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que los terminales de comunicación intermedios (9) están configurados para sólo comunicar tráfico de tasa de bits no garantizada con el terminal de usuario (2).

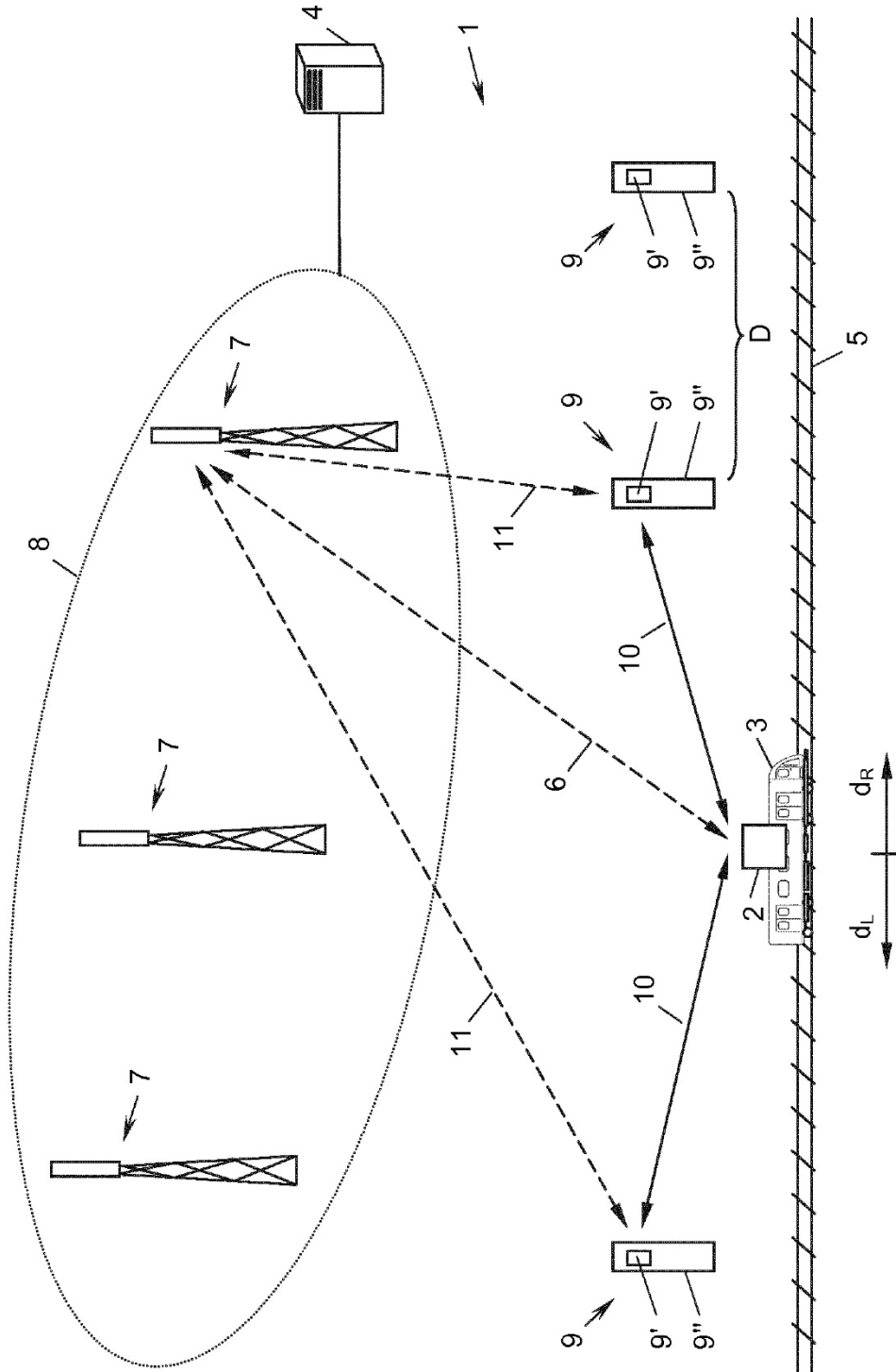


Fig. 1

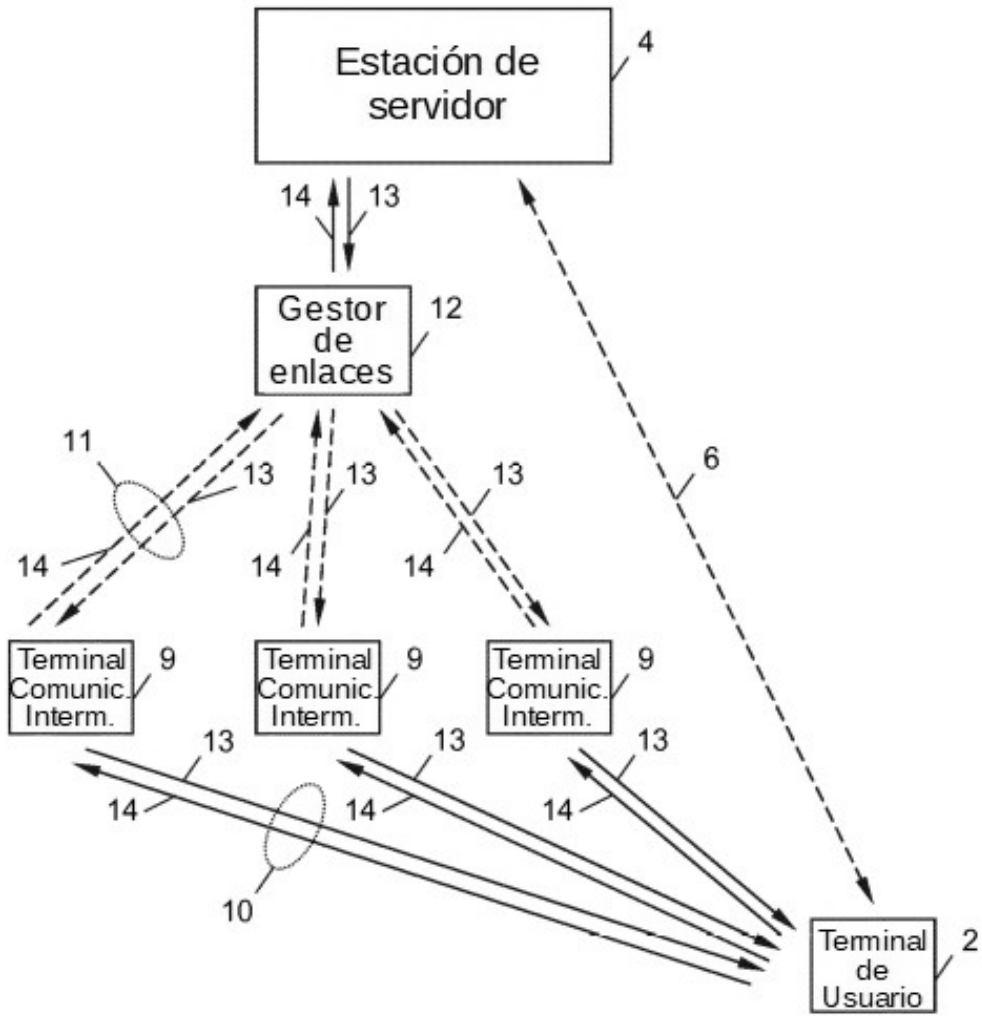


Fig. 2

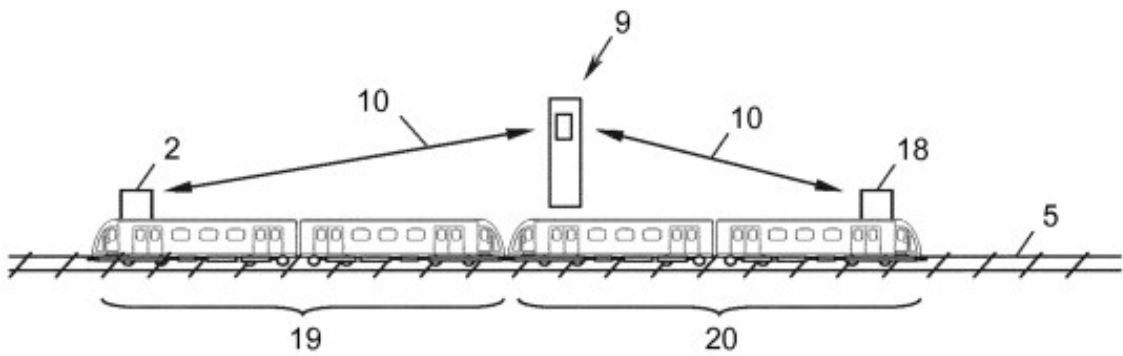


Fig. 5

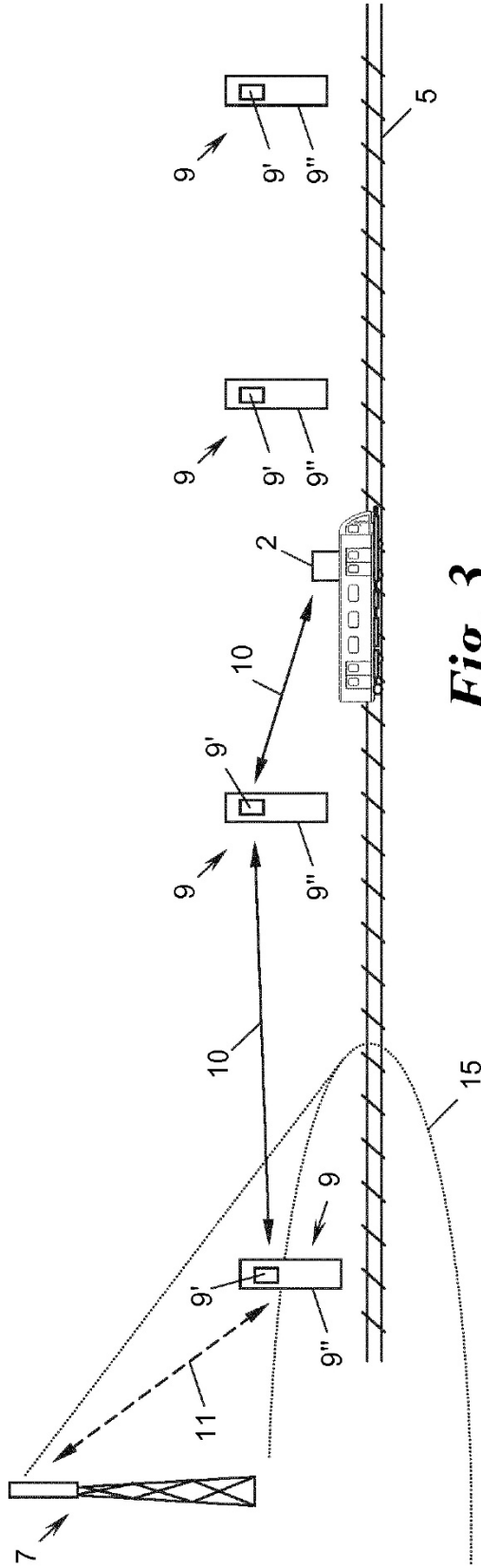


Fig. 3

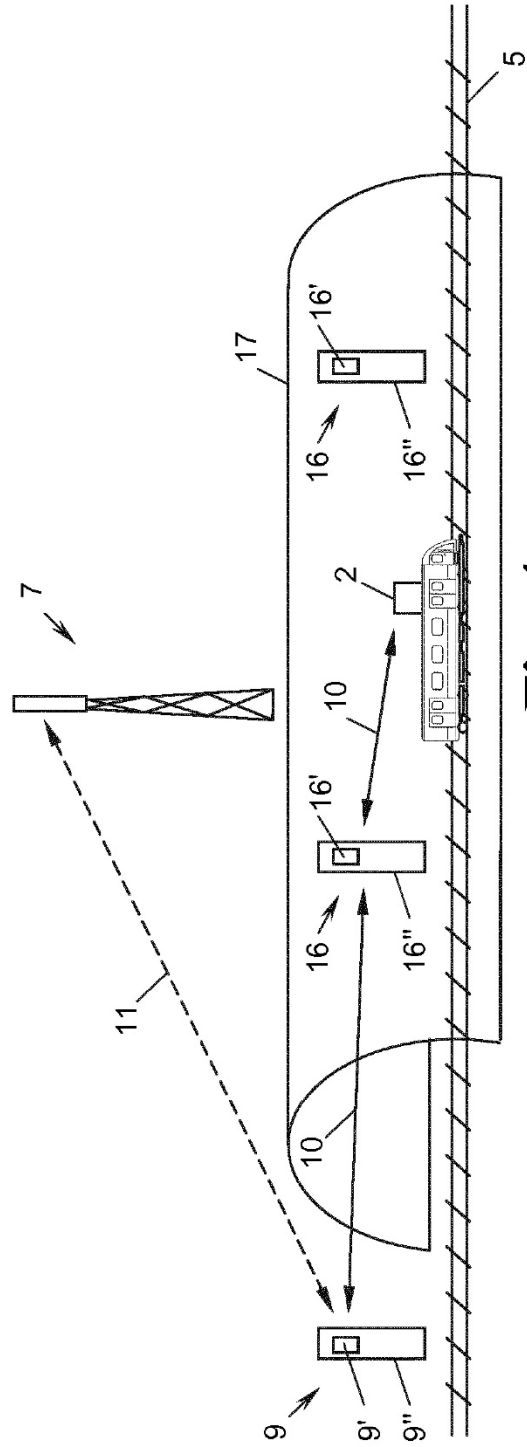


Fig. 4