

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 739**

51 Int. Cl.:

H04W 36/02 (2009.01)

H04W 36/32 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2016** **E 16183560 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020** **EP 3282764**

54 Título: **Un sistema de comunicaciones para una red celular lineal**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.02.2021

73 Titular/es:

**KONTRON TRANSPORTATION AUSTRIA AG
(100.0%)
Lehrbachgasse 11
1120 Wien, AT**

72 Inventor/es:

**GRUET, CHRISTOPHE;
JACQUES, ROGER y
BOTET, GIL**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 805 739 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

Un sistema de comunicaciones para una red celular lineal

5 La presente invención se refiere a un sistema de comunicaciones que comprende un primer y un segundo nodo de una red celular lineal.

10 Una red celular comprende una pluralidad de transceptores o "nodos" de radio, a través de los cuales los usuarios pueden acceder a la red por medio de terminales de usuario. Por ejemplo, en las redes celulares según el estándar LTE, un nodo se denomina "eNB" (Nodo B evolucionado). Cada nodo comprende una antena y define una celda, que está delimitada por el área de cobertura de la antena, que depende de parámetros tales como la potencia de transmisión del nodo, la potencia de transmisión del terminal de usuario y el servicio requerido en el borde de celda. Si un terminal de usuario se encuentra dentro del área de cobertura de un nodo, puede comunicarse de forma inalámbrica con el nodo enviando y recibiendo datos hacia y desde el nodo.

15 El término "antena", según se utiliza en este documento, designa no sólo una sola antena física, sino también sistemas de antenas completos, es decir, que comprenden una o más antenas físicas de transmisión y/o recepción, según sea necesario.

20 Una red lineal se construye alineando continuamente nodos de modo que sus respectivas áreas de cobertura se superponen parcialmente, lo que hace posible las comunicaciones continuas de un nodo a otro. Dichas redes lineales se despliegan, por ejemplo, a lo largo de vías férreas, autopistas, túneles, etc. Cuando un terminal de usuario se encuentra dentro del área de cobertura de un nodo ("nodo de origen") y se desplaza en dirección a un nodo vecino ("nodo de destino"), se inicia un procedimiento de traspaso cuando el terminal de usuario entra en el área de superposición, en la que es posible la comunicación con el nodo de origen así como con el nodo de destino. El procedimiento de traspaso se debe completar mientras el terminal de usuario se encuentra dentro del área de traspaso. De lo contrario, se interrumpe la comunicación.

25 Dado que los terminales de usuario en las redes lineales tienden a moverse a una velocidad muy rápida, el tiempo disponible para un traspaso es muy pequeño, porque un terminal de usuario está en el área de traspaso sólo durante una pequeña cantidad de tiempo. Esto plantea un grave problema porque los datos comunicados a través de la red lineal pueden ser datos de control importantes de los trenes o vehículos que transportan los terminales de usuario y, por lo tanto, son fundamentales para la seguridad de dicho sistema de transporte. Incluso una pérdida parcial de la comunicación puede dar lugar a un fallo de todo el sistema de transporte, lo que podría causar accidentes importantes.

30 El documento WO 96/19087 muestra una red celular en la que una estación base transceptora se encuentra dentro de un túnel y otra estación base transceptora se encuentra fuera del túnel. Dado que el área de cobertura de la primera estación base transceptora y el área de cobertura de la segunda estación base transceptora se superponen sólo en un área muy pequeña, un repetidor de la segunda estación base transceptora se encuentra dentro del túnel. En esta configuración, se debe utilizar hardware adicional en el campo para mejorar artificialmente el área de cobertura de la segunda estación base transceptora.

35 Es un objeto de la invención crear un sistema de red celular lineal en el que se puedan realizar procedimientos de traspaso más estables.

40 Con este fin, en un primer aspecto la invención proporciona un sistema que comprende un primer y un segundo nodo de una red celular lineal, en el que el primer nodo tiene una primera antena para comunicarse de forma inalámbrica con un terminal de usuario que se encuentra dentro de una primera área de cobertura del primer nodo, y el segundo nodo tiene una segunda antena para comunicarse de forma inalámbrica con un terminal de usuario que se encuentra dentro de una segunda área de cobertura del segundo nodo, en el que la primera y la segunda área de cobertura se superponen parcialmente para crear un área de superposición,

45 en el que ambos nodos están configurados para comunicarse a través de un canal de comunicación de enlace de bajada que tiene una pluralidad de recursos de canal,

50 en el que un planificador del primer nodo está configurado para asignar un primer subconjunto de todos los recursos de canal disponibles del canal de comunicación de enlace de bajada para comunicar datos a través de la primera antena,

55 en el que un planificador del segundo nodo está configurado para asignar un segundo subconjunto que comprende los restantes recursos de canal disponibles del canal de comunicación de enlace de bajada para comunicar datos a través de la segunda antena,

60 en el que el segundo nodo está configurado para recibir datos a comunicar por parte del primer nodo en el primer subconjunto de recursos de canal,

65

y está configurado además para comunicar dichos datos recibidos en el primer subconjunto de recursos de canal a un terminal de usuario cuando el terminal de usuario se encuentra dentro de la segunda área de cobertura pero fuera del área de superposición para ampliar el área disponible para un traspaso.

5 De este modo, la invención proporciona un sistema en el que el área disponible para un procedimiento de traspaso es ampliada con respecto al área clásica de traspaso definida por la región de superposición de las áreas de cobertura de los nodos. Por medio de la ampliación del área de traspaso se prolonga el tiempo disponible para un procedimiento de traspaso. Dado que los terminales de usuario en redes celulares lineales se mueven a una velocidad muy alta, el tiempo adicional que se gana a través del sistema de la
10 invención permite procedimientos de traspaso más seguros y estables que en el estado de la técnica. Dado que los datos transferidos en este tipo de sistemas pueden ser críticos para la seguridad, la ampliación del área de traspaso evita accidentes potencialmente desastrosos a causa de una pérdida de datos de control de vehículos tales como trenes, automóviles, etc. que transportan los terminales de usuario.

15 La invención utiliza la disposición especial de la división de la banda de frecuencias disponible entre los recursos de canal, lo cual se suele realizar para reducir al mínimo las interferencias entre las comunicaciones en el mismo recurso de canal por dos nodos vecinos. Sin necesidad de bandas de frecuencias adicionales, la invención explota recursos de canal que normalmente no son utilizados por ciertos nodos del sistema.

20 La ampliación del área de traspaso se puede realizar de dos maneras, una de las cuales es "replicando" los datos del nodo de origen en el nodo de destino, en el que los términos "destino" y "origen" se refieren a la dirección del traspaso. En este caso, el traspaso se puede realizar incluso después de que el terminal de usuario haya salido del área de superposición. Alternativamente, los datos del nodo de destino se pueden
25 "replicar" en el nodo de origen para permitir un traspaso incluso antes de que el terminal de usuario entre en el área de superposición.

Además, ambos casos se pueden combinar. Con este fin, el primer nodo está configurado para recibir datos a comunicar por parte del segundo nodo en el segundo subconjunto de recursos de canal, y está
30 configurado además para comunicar dichos datos recibidos en el segundo subconjunto de recursos de canal a un terminal de usuario cuando se encuentra dentro de la primera área de cobertura pero fuera del área de superposición para ampliar aún más el área disponible para un traspaso. De este modo se crea un área de traspaso doblemente ampliada, es decir, se puede realizar un procedimiento de traspaso antes y después de que el terminal de usuario se encuentre en el área de superposición. Esto permite disponer de
35 un tiempo aún más largo para el traspaso, haciendo que los trasposos en este sistema sean aún más estables y seguros.

Para conseguir una mejor relación señal - ruido y, por consiguiente, un mejor rendimiento en el área de superposición, el primer nodo está configurado para recibir datos a comunicar por parte del segundo nodo
40 en el segundo subconjunto de recursos de canal, y ambos primer y segundo nodo están configurados para comunicar dichos datos recibidos en el respectivo subconjunto de recursos de canal a un terminal de usuario cuando se encuentra dentro del área de superposición. Por medio de esto, los mismos datos son comunicados por el nodo de destino así como por el nodo de origen en los mismos recursos de canal, lo que aumenta el rendimiento de la red.

45 Para facilitar una transferencia de los datos de un nodo al otro, el segundo nodo está configurado para recibir datos a través de un cabezal de radio doble remoto, que proporciona los datos a comunicar por parte del primer nodo a la segunda antena del segundo nodo. De esta manera, los dos planificadores no tienen que comunicarse entre sí, lo que provocaría una alta latencia en el sistema.

50 Preferiblemente, los nodos del sistema están configurados para ser operados de acuerdo con el estándar LTE (Long Term Evolution). El estándar LTE es especialmente preferible en este caso porque sus recursos de canal son ortogonales, lo que significa que todo el plano de frecuencia y de tiempo del canal de comunicación se puede dividir en dos subconjuntos ortogonales, lo que no es posible en la mayoría de los demás estándares.

55 En una forma de realización preferida, el segundo nodo comunica datos de modo que no interfiere con canales de control del primer nodo. Esto produce como resultado una mayor estabilidad de la comunicación porque el terminal de usuario puede recibir los canales de control procedentes del primer nodo incluso en
60 el segundo subconjunto sin interferencia del segundo nodo. Normalmente, el segundo nodo transmitiría sus propios datos a través de estos canales de control, lo que provocaría una perturbación de las comunicaciones con el primer nodo.

65 Además, preferiblemente, los dos nodos se sincronizan entre sí a nivel de sub-trama. De este modo, los nodos pueden utilizar idénticos límites de canal de control de enlace de bajada físico (PCCCH: Physical Downlink Control Channel) y de canal compartido de enlace de bajada físico (PDSCCH: Physical Downlink Shared Channel). Cuando los nodos se sincronizan de esta manera, se puede utilizar la misma estructura

de trama del estándar LTE para ambos nodos, que entonces también comparten la misma disposición de canal de comunicación, es decir, la estructura de canal PCCCH y de canal PDSCH coincidirán para ambos nodos.

5 Para equilibrar señales de referencia, que se utilizan en el estándar LTE para permitir una demodulación coherente en el terminal de usuario, a través de los canales de comunicación, es decir, para gestionar las señales de referencia de modo que las señales de referencia del primer nodo no se superponen con las señales de referencia del segundo nodo, el primer nodo tiene un primer identificador físico de celda y el segundo nodo tiene un segundo identificador físico de celda, y el primer identificador físico de celda módulo seis es igual a tres más el segundo identificador físico de celda módulo seis. En general se prefiere que los canales de control y las señales de referencia del estándar LTE no sean interferidos por los canales de control y las señales de referencia transmitidas por un nodo vecino.

10
15 En otra forma de realización preferida de la invención, el sistema está configurado para eliminar un canal de indicación de formato de control físico (PCFICH: Physical Control Format Indication Channel) y establecer un área de canal de control de enlace de bajada físico (PCCCH: Physical Downlink Control Channel) igual a un valor máximo, y el primer nodo está configurado para indicar un modo de operación de canal de indicación de formato de control físico al terminal de usuario en un canal de difusión físico y en una información de sistema. Esto sirve para unificar el canal de control de enlace de bajada físico sobre ambos primer y segundo nodo. A causa de la longitud fija del canal PCCCH, el canal PCFICH resulta redundante. Sin embargo, este modo debe ser indicado al terminal de usuario.

20
25 Para alinear el canal de indicación de petición de repetición automática híbrido físico (PHICH) transmitido por el primer nodo con el transmitido por el segundo nodo, se comunica un desplazamiento u offset al terminal de usuario en unos bits libres del canal de difusión físico y es confirmado en la información de sistema para indicar la ubicación de un canal de indicación de petición de repetición automática híbrido físico. De este modo, el terminal de usuario puede añadir el offset al identificador físico de celda del nodo en el que se encuentra para calcular la ubicación del canal de indicación de petición de repetición automática híbrido físico. De esta manera, el canal de indicación de petición de repetición automática híbrido físico no tiene que ser establecido en una nueva ubicación.

30
35 Además, el espacio de búsqueda específico de usuario tiene que ser tratado por ambos planificadores. A diferencia del caso de algunos de los canales comunes, los elementos de recursos en los que se comunican a los terminales de usuario concesiones para terminales de usuario, los denominados elementos de canal común no son predeterminados porque sólo los terminales de usuario que están presentes tienen que ser considerados por el planificador o planificadores. Para resolver este problema, el planificador del primer nodo y el planificador del segundo nodo están configurados para tratar concesiones de recursos de canal a los terminales de usuario en elementos de canal común que se encuentran en su respectivo subconjunto de recursos de canal disponibles. De este modo se consigue una forma eficaz de tratar concesiones de asignación a los terminales de usuario sin que ello afecte al comportamiento del terminal de usuario.

40
45 En otra forma de realización preferida de la invención, el sistema está configurado para utilizar un esquema de sincronización de manera que el canal de difusión físico del primer nodo no se alinea con el canal de difusión físico del segundo nodo, preferiblemente de manera que la sub-trama #0 de un primer nodo corresponde a la sub-trama #5 del segundo nodo. De esta manera se asegura que los canales de difusión físicos del primer y segundo nodo no se superponen entre sí sin alterar la estructura del canal de comunicación.

50 El concepto de la invención también se puede aplicar para ampliar el área de traspaso para los canales de comunicación de enlace de subida. Con este fin, de acuerdo con un segundo aspecto, la invención también proporciona un sistema que comprende un primer y un segundo nodo de una red celular lineal, en el que el primer nodo tiene una primera antena para comunicarse de forma inalámbrica con un terminal de usuario que se encuentra dentro de una primera área de cobertura del primer nodo, y el segundo nodo tiene una segunda antena para comunicarse de forma inalámbrica con un terminal de usuario que se encuentra dentro de una segunda área de cobertura del segundo nodo, en el que la primera y la segunda área de cobertura se superponen parcialmente para crear un área de superposición, en el que ambos nodos están configurados para comunicarse a través de un canal de comunicación de enlace de subida que tiene una pluralidad de recursos de canal, en el que un planificador del primer nodo está configurado para asignar un tercer subconjunto de todos los recursos de canal disponibles del canal de comunicación de enlace de subida para comunicar datos a través de la primera antena, y en el que un planificador del segundo nodo está configurado para asignar un cuarto subconjunto que comprende los restantes recursos de canal disponibles del canal de comunicación de enlace de subida para comunicar datos a través de la segunda antena, en el que el segundo nodo está configurado para recibir datos a comunicar al primer nodo en el tercer subconjunto de recursos de canal procedentes de dicho terminal de usuario cuando el terminal de usuario se encuentra dentro de la segunda área de cobertura pero fuera del área de superposición,

y está configurado además para comunicar dichos datos recibidos al primer nodo con el fin de ampliar el área disponible para un traspaso.

5 Para ampliar aún más el área de traspaso, es preferible que el primer nodo esté configurado para recibir datos a comunicar al segundo nodo en el cuarto subconjunto de recursos de canal procedentes de dicho terminal de usuario cuando el terminal de usuario se encuentra dentro de la primera área de cobertura pero fuera del área de superposición y está configurado además para comunicar dichos datos recibidos al segundo nodo para ampliar el área disponible para un traspaso.

10 Para conseguir un mejor rendimiento en el área de traspaso, el primer nodo está configurado para recibir datos a comunicar al segundo nodo en el cuarto subconjunto de recursos de canal procedentes de un terminal de usuario cuando el terminal de usuario se encuentra dentro del área de superposición, y en el que el segundo nodo está configurado para recibir datos a comunicar al primer nodo en el tercer subconjunto de recursos de canal procedentes de dicho terminal de usuario cuando se encuentra dentro del área de superposición, y el primer y el segundo nodo están configurados para comunicar dichos datos recibidos al respectivo otro nodo.

20 Para minimizar las latencias en el sistema, el segundo nodo está configurado para recibir dichos datos a través de la segunda antena y para comunicar los datos recibidos a través de un cabezal de radio doble remoto directamente desde la segunda antena al primer nodo.

25 Se debe entender que las características del primer aspecto de la invención se pueden aplicar también al segundo aspecto de la invención para obtener las ventajas especificadas. Además, el sistema del primer aspecto se puede combinar con el sistema del segundo aspecto, de modo que las áreas de traspaso para el enlace de bajada y para el enlace de subida se pueden ampliar al mismo tiempo entre dos nodos. En consecuencia, se pueden combinar las características de ambos aspectos de la invención.

30 A continuación se explicará la invención con más detalle, en base a las formas de realización de ejemplo preferidas de la misma con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Figura 1 muestra una red celular lineal según la invención en una vista en perspectiva esquemática;

35 La Figura 2 muestra una asignación de ejemplo de recursos de canal; y

La Figura 3 muestra una conexión de los nodos de la red de la Figura 1.

40 La Figura 1 muestra un sistema 1 de nodos $2_1, 2_2, \dots$ en general 2_k , de una red celular convencional con una topología celular unidimensional ("lineal"). En este tipo de red, los nodos 2_k comunican datos con terminales de usuario 4, que sólo viajan en una dirección d_L o en la correspondiente dirección opuesta d_R , por ejemplo, viajando en un tren 5 en una vía férrea 6, conduciendo en coche por una autopista o en un túnel, etc.

45 Lineal o unidimensional significa en este contexto que los nodos 2_k están dispuestos en forma de cadena de modo que un terminal de usuario 4 puede pasar de un nodo 2_k al siguiente nodo 2_{k-1} o 2_{k+1} sin interrumpir la comunicación. Con este fin, un primer nodo de ejemplo 2_1 tiene una antena 7_1 montada en un soporte 8_1 y con una primera área de cobertura 9_1 , y un segundo nodo de ejemplo 2_2 tiene una antena 7_2 montada en un soporte 8_2 y con una segunda área de cobertura 9_2 . La primera área de cobertura 9_1 del primer nodo 2_1 se superpone parcialmente con la segunda área de cobertura 9_2 del segundo nodo 2_2 para crear un área de superposición 10, en la que ambos nodos $2_1, 2_2$ pueden dar servicio al terminal de usuario 4.

55 El término "antena" según se utiliza en la presente especificación de patente, designa tanto las antenas físicas simples como las múltiples, es decir, también los sistemas de antenas completos que comprenden una o más antenas físicas de transmisión y/o de recepción, según sea necesario.

60 La distancia del terminal de usuario 4 con respecto al nodo $2_1, 2_2$, y por lo tanto también la entrada del terminal de usuario 4 en el área de superposición 10, se puede determinar según la indicación de intensidad de la señal recibida RSSI o según un valor TA de avance de tiempo en el terminal de usuario 4 y/o uno o ambos de los nodos más cercanos $2_1, 2_2$.

65 La comunicación entre los nodos $2_1, 2_2$ y el terminal de usuario 4 se realiza por medio de estándares de comunicaciones conocidos en el estado de la técnica, tal como el estándar 3GPP LTE/LTE-A o el estándar IEEE WiMAX 802.16e. En dichos estándares de comunicación, el canal de comunicación CH de un nodo 2_k se divide en frecuencia f y/o tiempo t en recursos de canales múltiples CR_1, CR_2, \dots en general CR_i . La Figura 2 muestra una definición de ejemplo del canal de comunicación CH utilizado por los nodos 2_k para

comunicación. El canal CH se subdivide en frecuencia f en unas bandas de frecuencia SF y en tiempo t en unas franjas de tiempo ST; una combinación de una banda de frecuencias SF y una franja de tiempo ST se denomina recurso de canal CR_i . Por supuesto, el canal de comunicación CH también se puede dividir sólo en tiempo t en unas franjas de tiempo ST, tal como en los estándares TDMA (acceso múltiple por división de tiempo); o sólo en frecuencia f en unas bandas de frecuencia SF, tal como en los estándares FDMA (acceso múltiple por división de frecuencia). En el estándar LTE, un recurso de canal CR_i se denomina "bloque de recursos" y porta seis o siete símbolos de OFDM en 12 sub-portadoras, representando una sub-portadora de un símbolo de OFDM un elemento de recurso RE del bloque de recursos CR_i .

La estructura de canal que se muestra en la Figura 2 se puede utilizar tanto para un canal de comunicación de enlace de bajada como para un canal de comunicación de enlace de subida. En general, un nodo 2_k puede utilizar tanto un canal de comunicación de enlace de bajada como uno de enlace de subida CH, que pueden estar separados en frecuencia. Por ejemplo, en el estándar LTE, el canal de comunicación de enlace de bajada puede utilizar una banda de frecuencias de 852 – 862 MHz y el canal de comunicación de enlace de subida una banda de frecuencias de 811 – 821 MHz. A continuación, sólo se describirá en detalle el canal de comunicación de enlace de bajada, pero todas las enseñanzas se pueden aplicar al canal de comunicación de enlace de subida de la misma manera, a menos que se indique lo contrario.

En el sistema 1 de la Figura 1, los nodos 2_1 y 2_2 utilizan cada uno de ellos unos subconjuntos s_1 , s_2 ortogonales, es decir, no superpuestos del canal de comunicación de enlace de bajada CH y unos subconjuntos s_3 , s_4 ortogonales, es decir, no superpuestos del canal de comunicación de enlace de subida CH para evitar la interferencia entre los nodos 2_1 , 2_2 sobre el mismo recurso de canal CR_i . Con este fin, el primer nodo 2_1 tiene un primer planificador 11_1 y el segundo nodo 2_2 tiene un segundo planificador 11_2 , que sólo asignan concesiones para comunicar datos 3 a terminales de usuario 4 en sus respectivos subconjuntos s_1 , s_2 . En el ejemplo que se muestra en la sección superior de la Figura 1, el primer planificador 11_1 del primer nodo 2_1 asigna los tres primeros recursos de canal CR_1 , CR_2 , CR_3 como el primer subconjunto s_1 para comunicación a través de la primera antena 7_1 , y el segundo planificador 11_2 del segundo nodo 2_2 asigna los tres segundos recursos de canal CR_4 , CR_5 , CR_6 como el segundo subconjunto s_2 para comunicación a través de la segunda antena 7_2 . Se puede observar que el terminal de usuario 4 tiene todos los recursos de canal $CR_1 - CR_6$ disponibles para comunicación en el área de superposición 10.

Para pasar del área de cobertura 9_1 del primer nodo 2_1 ("nodo de origen") al área de cobertura 9_2 del segundo nodo 2_2 ("nodo de destino"), se puede realizar de este modo un traspaso en el área de superposición 10. Con este fin, un terminal de usuario 4 puede cesar las comunicaciones con el primer nodo 2_1 a través de los recursos de canal CR_i en el primer subconjunto s_1 y establecer nuevas comunicaciones con el segundo nodo 2_2 a través de los recursos de canal CR_i en el segundo subconjunto s_2 . El procedimiento de traspaso tarda cierto tiempo y se debe iniciar y terminar mientras el terminal de usuario se puede comunicar con ambos nodos 2_1 , 2_2 simultáneamente.

Para ampliar el área disponible para un traspaso, la Figura 3 muestra un cabezal de radio doble 12_1 del primer nodo 2_1 y un cabezal de radio doble 12_2 del segundo nodo 2_2 . Por medio de los cabezales de radio dobles 12_1 , 12_2 , los nodos 2_1 , 2_2 pueden recibir datos a comunicar por parte del otro nodo 2_2 , 2_1 en su subconjunto asignado s_2 , s_1 . Con este fin, el primer cabezal de radio 12_1 está conectado al segundo nodo 2_2 a través de un enlace 13_1 y el segundo cabezal de radio 12_2 está conectado al primer nodo 2_1 a través de un enlace 13_2 . Los cabezales de radio dobles 12_1 , 12_2 proporcionan directamente datos a comunicar a la respectiva antena 7_1 , 7_2 de su propio nodo, de modo que los planificadores 12_1 , 12_2 no tienen que comunicarse directamente entre sí, lo que provocaría una alta latencia en el sistema 1.

A través de los datos 3 recibidos procedentes de un nodo vecino 2_k , es posible ampliar el área disponible para un traspaso en dos direcciones, lo que puede observarse por las zonas sombreadas EH_1 , EH_2 del canal de comunicación CH de la Figura 1. Para ampliar el área en la dirección del segundo nodo 2_2 , es decir, para prolongar el tiempo durante el cual se puede realizar un traspaso cuando el primer nodo 2_1 es el nodo de origen y el segundo nodo 2_2 es el nodo de destino, el segundo nodo 2_2 comunica los datos recibidos 3 en el primer subconjunto s_1 , que normalmente sólo es utilizado por el primer nodo 2_1 , a un terminal de usuario 4 cuando el terminal de usuario 4 se encuentra dentro de la segunda área de cobertura 9_2 pero fuera del área de superposición 10, es decir, en el área de traspaso ampliada EH_2 , para ampliar el área disponible para el traspaso. Además, se puede establecer un umbral arbitrario th_2 de modo que el área disponible para el traspaso se limite a una distancia igual a th_2 con respecto al área de superposición 10.

El área disponible para el traspaso también se puede ampliar en la otra dirección, es decir, en la dirección del nodo de origen, en este ejemplo el primer nodo 2_1 . Con este fin, el primer nodo 2_1 comunica los datos recibidos 3 en el segundo subconjunto s_2 , que normalmente sólo es utilizado por el segundo nodo 2_2 , a un terminal de usuario 4 cuando el terminal de usuario 4 se encuentra dentro de la primera área de cobertura 9_1 pero fuera del área de superposición 10, es decir, en el área de traspaso ampliada EH_1 , para ampliar el área disponible para el traspaso. Una vez más, se puede establecer un umbral arbitrario th_1 para limitar el área disponible para el traspaso a una distancia igual a th_1 con respecto al área de superposición 10. Se

puede observar que los umbrales th_1 , th_2 definen las áreas de traspaso ampliadas EH_1 y EH_2 , véase la Figura 1.

Una vez más, la distancia del terminal de usuario 4 con respecto al nodo 2_1 , 2_2 , y por lo tanto también la presencia del terminal de usuario 4 dentro del área de traspaso ampliada EH_1 , EH_2 , se puede determinar a partir de la indicación de intensidad de la señal recibida RSSI o de un valor TA de avance de tiempo en el terminal de usuario 4 y/o en uno o ambos de los nodos más cercanos 2_1 , 2_2 .

Los cabezales de radio dobles 12_1 , 12_2 también se pueden utilizar para mejorar el rendimiento de los datos 3 hacia y procedentes del terminal de usuario 4 cuando ambos nodos 2_1 , 2_2 comunican los datos recibidos 3 en el respectivo subconjunto s_1 , s_2 a un terminal de usuario que se encuentra dentro del área de superposición 10. De esta manera, el terminal de usuario 4 recibe los datos 3 dos veces, una vez procedentes del primer nodo 2_1 y otra vez procedentes del segundo nodo 2_2 , lo que mejora la relación señal-ruido y aumenta el rendimiento.

Se entiende que el enlazado de nodos vecinos 2_1 , 2_2 se puede extender a un número arbitrario de nodos 2_k , de modo que el cabezal de radio 12_1 , 12_2 puede estar conectado a dos nodos vecinos 2_{k-1} , 2_{k+1} , según se puede observar en la Figura 3 para cada nodo 2_1 , 2_2 . Con este fin, el primer cabezal de radio 12_1 recibe datos 3 procedentes del segundo nodo 2_2 a través del enlace 13_1 y procedentes de un nodo vecino (que no se muestra) a la izquierda del primer nodo 2_1 en la Figura 3 a través de un enlace 14_1 y suministra datos 3 a este nodo vecino a través de un enlace 15_1 . Lo mismo aplica al segundo cabezal de radio 12_2 del segundo nodo, que tiene el enlace 13_2 conectado al primer nodo 2_1 y los enlaces 14_2 y 15_2 conectados a otro nodo vecino (que no se muestra). De esta manera, el sistema 1 que se describe utilizando los esquemas de traspaso ampliado se puede ampliar a longitudes arbitrarias.

Para el enlace de subida, el sistema aplica este esquema de la misma manera pero en orden "inverso" o "hacia atrás", es decir, el segundo nodo 2_2 recibe datos 3 para su comunicación al primer nodo 2_1 en el tercer subconjunto s_3 de recursos de canal CR_i procedentes de dicho terminal de usuario 4 cuando el terminal de usuario 4 se encuentra dentro de la segunda área de cobertura 9_2 pero fuera del área de superposición 10 y a continuación comunica dichos datos recibidos 3 al primer nodo 2_1 para ampliar el área disponible para un traspaso.

Según se ha mencionado anteriormente con respecto a la Figura 2, los nodos 2_k del sistema pueden ser operados de acuerdo con el estándar LTE. En este caso, el canal de comunicación utilizado por dos nodos vecinos cualesquiera es un ancho de banda completo de enlace de subida o de bajada del estándar LTE. Como es sabido por el experto en la materia, el estándar LTE utiliza una diversidad de canales comunes y compartidos (que se describen a continuación), que tienen posiciones predefinidas en frecuencia y/o en tiempo. A continuación se describe una forma de realización para hacer compatible la división propuesta del canal de comunicación CH en subconjuntos ortogonales s_1 , s_2 con las estructuras de canal predefinidas. También se destaca que la comunicación de datos 3 significa - anteriormente y posteriormente - la comunicación de datos individuales, por ejemplo, transmitidos por el canal compartido de enlace de bajada físico (PDSCH: Physical Downlink Shared Channel) o en el canal compartido de enlace de subida físico (PUSCH: Physical Uplink Shared Channel), y sólo si es un contenido necesario de, por ejemplo, canales de control, que pueden ser comunicados por los nodos 2_k a través del canal completo de comunicación CH.

Para el canal de comunicación de enlace de subida, no hay problemas, ya que el área de tráfico (PUSCH) es estrictamente ortogonal. Para el enlace de bajada, la implementación de la ampliación del área de traspaso según se ha indicado anteriormente no es sencilla, pero los problemas que pueden surgir son resueltos con la forma de realización que se describe a continuación.

La primera cuestión que se plantea es que en el estándar LTE ciertos canales de control tienen posiciones fijas, es decir, el primer nodo 2_1 no puede asignar libremente todos sus canales de control dentro del subconjunto s_1 en el que se supone que debe comunicar sus datos 3 cuando el terminal de usuario 4 se encuentra dentro de su área de traspaso ampliada EH_1 . Para resolver este problema, el nodo vecino 2_2 comunica datos 3 (a un terminal de usuario 4 diferente) de modo que no interfiere con los canales de control del primer nodo 2_1 . De lo contrario, un terminal de usuario 4 en el área de superposición 10, para el cual se debe realizar el traspaso, no podría recibir correctamente los canales de control de su nodo de origen 2_1 .

Otro problema surge cuando dos nodos vecinos transmiten canales de control con un contenido diferente. Por ejemplo, cada uno de los nodos transmite señales de referencia, que no se deben superponer entre sí. La ubicación de las señales de referencia (RS: Reference Signals) depende del identificador PCI (Identificador físico de celda) de la respectiva celda o nodo. En esta forma de realización, el identificador PCI del primer nodo 2_1 módulo seis es igual a tres más el identificador PCI del segundo nodo 2_2 módulo seis, lo que produce una señal de referencia no superpuesta.

Un canal de control usado en el estándar LTE es el canal de indicación de formato de control físico (PCFICH: Physical Control Format Indication Channel), que es común a todos los terminales de usuario 4 para un

- nodo 2_k . El canal PCFICH indica el tamaño del área del canal de control de enlace de bajada físico (PCCCH: Physical Downlink Control Channel), que a su vez porta las asignaciones para datos 3 a transferir. El mapeo del canal PCFICH en el canal de comunicación depende del identificador físico de celda (PCI: Physical Cell Identifier), que a su vez depende del nodo individual 2_k . Sin embargo, la ubicación del canal PCFICH debe ser idéntica para dos nodos vecinos 2_k , de modo que en esta forma de realización se elimina el canal PCFICH y se fija el área del canal PCCCH, por ejemplo, se establece igual a su valor máximo. Con este fin, se señala el modo de operación del canal PCFICH a los terminales de usuario 4 en el canal PBCH (véase más abajo), así como en la información del sistema (SI: System Information).
- 5
- 10 El canal de indicación de petición de repetición automática híbrido físico (PHICH: Physical Hybrid Automatic Repeat Request Indication Channel) indica a un terminal de usuario 4 que el nodo 2_k ha recibido correctamente datos de enlace de subida. Se desea tener la misma ubicación de canal PHICH para los nodos vecinos 2_k . Sin embargo, la ubicación del canal PHICH depende del identificador PCI del respectivo nodo 2_k . Para indicar a un terminal de usuario que la ubicación del canal PHICH es diferente de la ubicación habitual, se comunica un parámetro de offset del canal PHICH al terminal de usuario 4.
- 15
- El canal de control de enlace de bajada físico (PCCCH: Physical Downlink Control Channel) indica las asignaciones de recursos para el enlace de bajada a los terminales de usuario 4. Con este fin, el canal PCCCH utiliza elementos de canal común (CCE: common channel elements), que suelen estar asociados a un espacio de búsqueda específico de usuario distribuido libremente en todo el ancho de banda de la comunicación. Para resolver esto, esta forma de realización puede utilizar una de dos opciones: En primer lugar, cada uno de los planificadores 11_1 , 11_2 trata concesiones de recursos de canal CR_i a los terminales de usuario 4 sólo en elementos de canal común que se encuentran en su respectivo subconjunto s_1 , s_2 de recursos de canal disponibles CR_i . En esta opción, no todas las combinaciones de elementos de canal común están disponibles a causa del particionado de todos los recursos de canal disponibles CR_i . En segundo lugar, los planificadores 11_1 , 11_2 pueden generar su propio espacio de búsqueda específico de usuario en la restricción virtual de que sólo la mitad de la cantidad de elementos de canal común están disponibles en total, es decir, ambos planificadores 11_1 , 11_2 determinan combinaciones de elementos de canal común como si el ancho de banda total fuera $i/2$, en el que i es el número total real de recursos de canal CR_i . Luego, uno de los planificadores 11_1 , 11_2 aplica un desplazamiento u offset de $i/2$ a las combinaciones de CCE que se generan. De este modo, todas las combinaciones de CCE son posibles mientras que en la primera opción las combinaciones de CCE son "cortadas" en partes. En esta opción, el terminal de usuario 4 tiene que conocer este offset, que puede ser indicado en los canales comunes.
- 20
- 25
- 30
- 35 Un canal común utilizado en el estándar LTE, es decir, común para todos los terminales de usuario 4 dentro del nodo 2_1 , es el canal de difusión físico (PBCH: Physical Broadcast Channel), que transmite parámetros esenciales para el acceso inicial a la celda o al nodo. Por ejemplo, el canal PBCH transmite el ancho de banda real del sistema de enlace de bajada. El canal PBCH siempre se encuentra en una posición fija del canal de comunicación CH. Para conseguir que la transmisión del canal PBCH de nodos vecinos 2_k no colisionen, esta forma de realización utiliza un esquema de sincronización de manera que el canal PBCH de un nodo 2_k no se alinea con el canal PBCH de los nodos vecinos 2_{k+1} , 2_{k-1} , por ejemplo, de modo que la sub-trama #0 de un nodo 2_k corresponde a la sub-trama #5 de los nodos vecinos 2_{k+1} , 2_{k-1} .
- 40
- En la alineación de sub-tramas mencionada anteriormente, las señales de sincronización primaria (PSS: Primary Synchronisation Signals) y las señales de sincronización secundaria (SSS: Secondary Synchronisation Signals) de nodos vecinos aún se superponen. Sin embargo, esto no es un problema para un terminal de usuario 4 que quiera sincronizarse con su nodo más cercano 2_k .
- 45
- Para el canal PDSCH mencionado anteriormente, esta forma de realización utiliza una transmisión de acuerdo con la versión 11 del estándar LTE en las sub-tramas #1, #2, #3, #6, #7 y #8, en el que la transmisión se realiza de acuerdo con la versión 8 del estándar LTE en las sub-tramas #0, #4, #5 y #9.
- 50
- La invención no se limita a las formas de realización específicas que se describen en detalle en el presente documento, sino que abarca todas las variantes, combinaciones y modificaciones de las mismas que caen en el alcance de las reivindicaciones adjuntas.
- 55

REIVINDICACIONES

1. Sistema que comprende un primer y un segundo nodo (2_1 , 2_2) de una red celular lineal, en el que el primer nodo (2_1) tiene una primera antena (7_1) para comunicarse de forma inalámbrica con un terminal de usuario (4) que se encuentra dentro de una primera área de cobertura (9_1) del primer nodo (2_1), y el segundo nodo (2_2) tiene una segunda antena (7_2) para comunicarse de forma inalámbrica con un terminal de usuario (4) que se encuentra dentro de una segunda área de cobertura (9_2) del segundo nodo (2_2), en el que la primera y la segunda área de cobertura (9_1 , 9_2) se superponen parcialmente para crear un área de superposición (10),
 5 en el que ambos nodos (2_1 , 2_2) están configurados para comunicarse con el terminal de usuario (4) a través de un canal de comunicación (CH) de enlace de bajada que tiene una pluralidad de recursos de canal (CR_i), en el que un planificador (11_1) del primer nodo (2_1) está configurado para asignar un primer subconjunto (s_1) de todos los recursos de canal disponibles (CR_i) del canal de comunicación (CH) de enlace de bajada para comunicar datos (3) a través de la primera antena (7_1), y
 10 en el que un planificador (11_2) del segundo nodo (2_2) está configurado para asignar un segundo subconjunto (s_2) que comprende los restantes recursos de canal disponibles (CR_i) del canal de comunicación (CH) de enlace de bajada para comunicar datos (3) a través de la segunda antena (7_2), en el que el segundo nodo (2_2) está configurado para recibir datos (3) a comunicar por parte del primer nodo (2_1) en el primer subconjunto (s_1) de recursos de canal (CR_i), y
 15 está configurado además para comunicar dichos datos recibidos (3) en el primer subconjunto (s_1) de recursos de canal (CR_i) a un terminal de usuario (4) cuando el terminal de usuario (4) se encuentra dentro de la segunda área de cobertura (9_2) pero fuera del área de superposición (10) para ampliar el área disponible para un traspaso.
 20
2. Sistema según la reivindicación 1, en el que el primer nodo (2_1) está configurado para recibir datos (3) a comunicar por parte del segundo nodo (2_2) en el segundo subconjunto (s_2) de recursos de canal (CR_i), y está configurado además para comunicar dichos datos recibidos (3) en el segundo subconjunto (s_2) de recursos de canal (CR_i) a un terminal de usuario (4) cuando se encuentra dentro de la primera área de cobertura (9_1) pero fuera del área de superposición (10) para ampliar aún más el área disponible para un traspaso.
 25
3. Sistema según la reivindicación 1 o 2, en el que el primer nodo (2_1) está configurado para recibir datos (3) a comunicar por parte del segundo nodo (2_2) en el segundo subconjunto (s_2) de recursos de canal (CR_i), y ambos primer y segundo nodo (2_1 , 2_2) están configurados para comunicar dichos datos recibidos (3) en el respectivo subconjunto (s_1 , s_2) de recursos de canal (CR_i) a un terminal de usuario cuando se encuentra dentro del área de superposición (10).
 30
4. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el segundo nodo (2_2) está configurado para recibir datos (3) a través de un cabezal de radio doble remoto (12_2), que proporciona datos (3) a comunicar por parte del primer nodo (2_1) a la segunda antena (7_2) del segundo nodo (2_2).
 35
5. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los nodos (2_1 , 2_2) del sistema (1) están configurados para ser operados según el estándar LTE.
 40
6. Sistema según la reivindicación 5, en el que el segundo nodo (2_2) está configurado para comunicar datos (3) de modo que no interfiere con canales de control del primer nodo (2_1).
 45
7. Sistema según la reivindicación 5 o 6, en el que los dos nodos (2_1 , 2_2) se sincronizan entre sí a nivel de sub-trama.
 50
8. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que el primer nodo (2_1) tiene un primer identificador físico de celda y el segundo nodo (2_2) tiene un segundo identificador físico de celda, y en el que el primer identificador físico de celda módulo seis es igual a tres más el segundo identificador físico de celda módulo seis.
 55
9. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que el sistema (1) está configurado para eliminar un canal de indicación de formato de control físico y establecer un área de canal de control de enlace de bajada físico igual a un valor máximo, y
 60 en el que el primer nodo (2_1) está configurado para indicar un modo de operación de canal de indicación de formato de control físico al terminal de usuario (4) en un canal de difusión físico y en una información de sistema.
10. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, en el que se comunica un offset al terminal de usuario (4) en unos bits libres del canal de difusión físico y confirmado en la información de sistema para indicar una ubicación de un canal de indicación de petición de repetición automático híbrido físico.
 65

11. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, en el que el planificador (11₁) del primer nodo (2₁) y el planificador (11₂) del segundo nodo (2₂) están configurados cada uno de ellos para tratar concesiones de recursos de canal (CR_i) a terminales de usuario (4) en elementos de canal común que se encuentran en su respectivo subconjunto de recursos de canal disponibles (CR_i).
12. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, en el que el sistema (1) está configurado para utilizar un esquema de sincronización de manera que el canal de difusión físico del primer nodo (2₁) no se alinea con el canal de difusión físico del segundo nodo (2₂), preferiblemente de forma que la sub-trama #0 de un primer nodo (2₁) corresponde a la sub-trama #5 del segundo nodo (2₂).
13. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que ambos nodos (2₁, 2₂) están configurados además para comunicarse con el terminal de usuario (4) a través de un canal de comunicación de enlace de subida (CH) que tiene una pluralidad de recursos de canal (CR_i), en el que el planificador (11₁) del primer nodo (2₁) está configurado para asignar un tercer subconjunto (s₃) de todos los recursos de canal disponibles (CR_i) del canal de comunicación de enlace de subida (CH) para comunicar datos (3) a través de la primera antena (7₁), y en el que el planificador (11₂) del segundo nodo (2₂) está configurado para asignar un cuarto subconjunto (s₄) que comprende los restantes recursos de canal disponibles (CR_i) del canal de comunicación de enlace de subida (CH) para comunicar datos (3) a través de la segunda antena (7₂), en el que el segundo nodo (2₂) está configurado para recibir datos (3) a comunicar al primer nodo (2₁) en el tercer subconjunto (s₃) de recursos de canal (CR_i) procedentes de dicho terminal de usuario (4) cuando el terminal de usuario (4) se encuentra dentro de la segunda área de cobertura (9₂) pero fuera del área de superposición (10) y está configurado además para comunicar dichos datos recibidos (3) al primer nodo (2₁) para ampliar el área disponible para un traspaso.
14. Sistema que comprende un primer y un segundo nodo (2₁, 2₂) de una red celular lineal, teniendo el primer nodo (2₁) una primera antena (7₁) para comunicarse de forma inalámbrica con un terminal de usuario (4) que se encuentra dentro de una primera área de cobertura (9₁) del primer nodo (2₁), y teniendo el segundo nodo (2₂) una segunda antena (7₂) para comunicarse de forma inalámbrica con un terminal de usuario (4) que se encuentra dentro de una segunda área de cobertura (9₂) del segundo nodo (2₂), en el que la primera y la segunda área de cobertura (9₁, 9₂) se superponen parcialmente para crear un área de superposición (10), en el que ambos nodos (2₁, 2₂) están configurados para comunicarse con el terminal de usuario (4) a través de un canal de comunicación de enlace de subida (CH) que tiene una pluralidad de recursos de canal (CR_i), en el que un planificador (11₁) del primer nodo (2₁) está configurado para asignar un tercer subconjunto (s₃) de todos los recursos de canal disponibles (CR_i) del canal de comunicación de enlace de subida (CH) para comunicar datos (3) a través de la primera antena (7₁), y en el que un planificador (11₂) del segundo nodo (2₂) está configurado para asignar un cuarto subconjunto (s₄) que comprende los restantes recursos de canal disponibles (CR_i) del canal de comunicación de enlace de subida (CH) para comunicar datos (3) a través de la segunda antena (7₂), en el que el segundo nodo (2₂) está configurado para recibir datos (3) a comunicar al primer nodo (2₁) en el tercer subconjunto (s₃) de recursos de canal (CR_i) procedentes de dicho terminal de usuario (4) cuando el terminal de usuario (4) se encuentra dentro de la segunda área de cobertura (9₂) pero fuera del área de superposición (10) y está configurado además para comunicar dichos datos recibidos (3) al primer nodo (2₁) para ampliar el área disponible para un traspaso.
15. Sistema según la reivindicación 14, en el que el primer nodo (2₁) está configurado para recibir datos (3) a comunicar al segundo nodo (2₂) en el cuarto subconjunto (s₄) de recursos de canal (CR_i) procedentes de dicho terminal de usuario (4) cuando el terminal de usuario (4) se encuentra dentro de la primera área de cobertura (9₁) pero fuera del área de superposición (10) y está configurado además para comunicar dichos datos recibidos (3) al segundo nodo (2₂) para ampliar el área disponible para un traspaso.
16. Sistema según la reivindicación 14 o 15, en el que el primer nodo (2₁) está configurado para recibir datos (3) a comunicar al segundo nodo (2₂) en el cuarto subconjunto (s₄) de recursos de canal (CR_i) procedentes de un terminal de usuario (4) cuando se encuentra dentro del área de superposición (10), y en el que el segundo nodo (2₂) está configurado para recibir datos (3) a comunicar al primer nodo (2₁) en el tercer subconjunto (s₃) de recursos de canal (CR_i) procedentes de dicho terminal de usuario (4) cuando se encuentra dentro del área de superposición (10), y ambos primer y segundo nodo (2₁, 2₂) están configurados para comunicar dichos datos recibidos (3) al respectivo otro nodo (2₁, 2₂).
17. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, en el que el segundo nodo (2₂) está configurado para recibir dichos datos (3) a través de la segunda antena (7₂) y para comunicar los datos

ES 2 805 739 T3

recibidos (3) a través de un cabezal de radio doble remoto (12_2) directamente desde la segunda antena (7_2) al primer nodo (2_1).

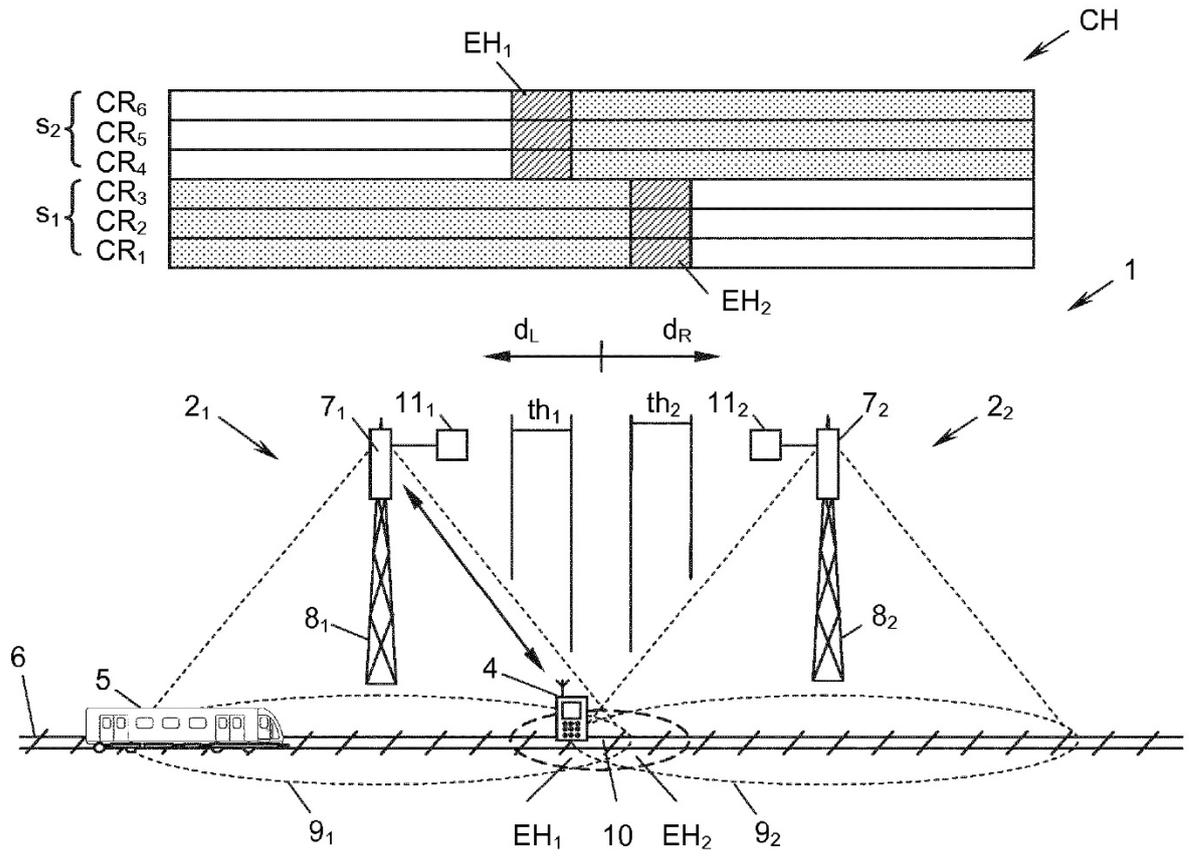


Fig. 1

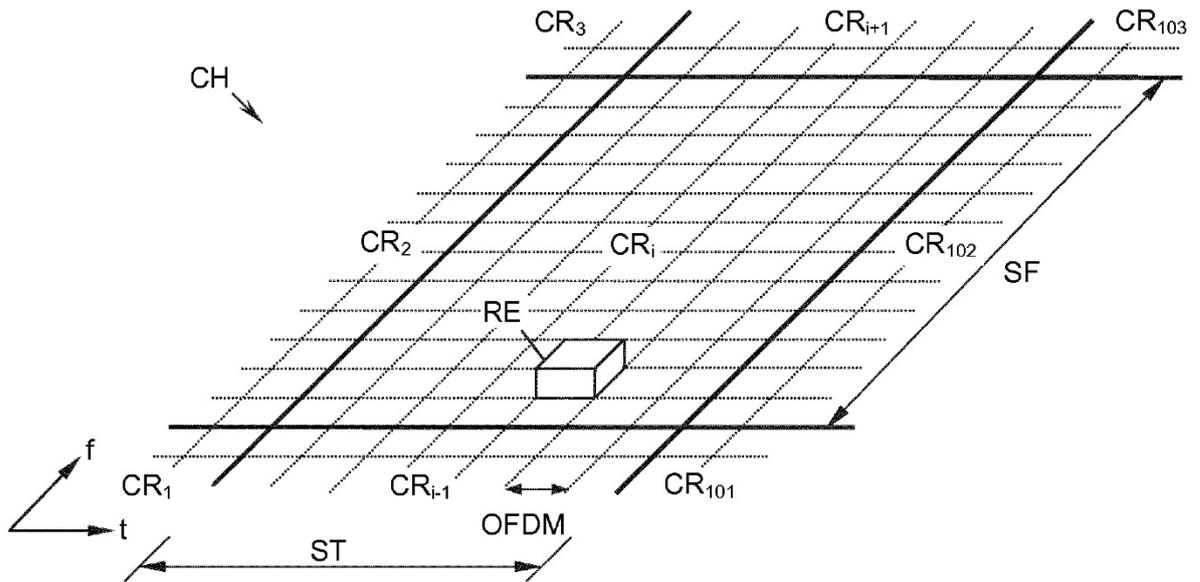


Fig. 2

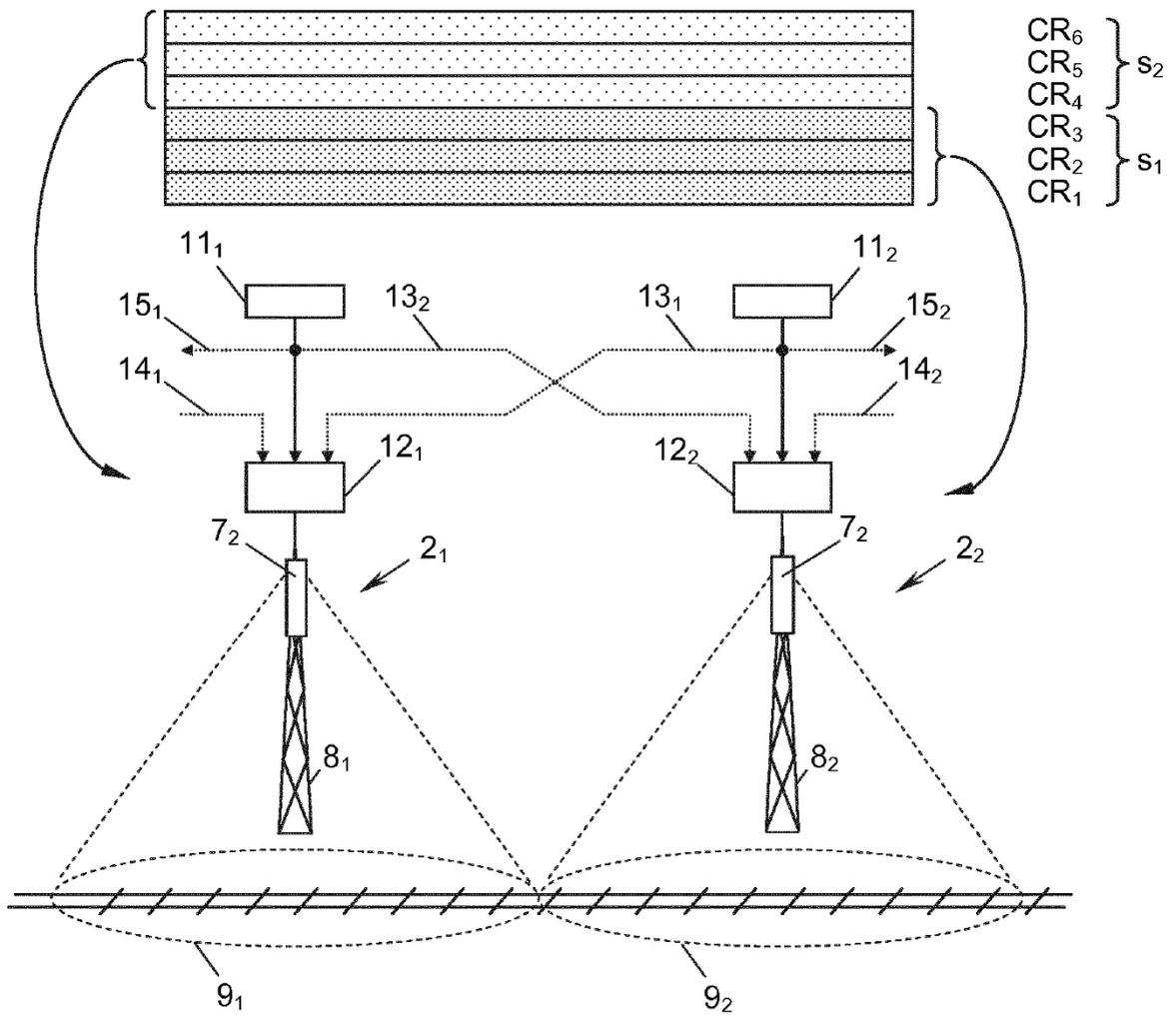


Fig. 3