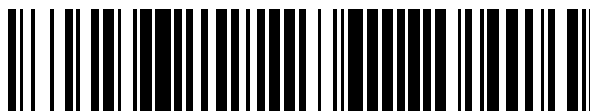


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 417**

51 Int. Cl.:

H04B 7/04 (2007.01)
H04J 11/00 (2006.01)
H04W 16/30 (2009.01)
H04W 36/06 (2009.01)
H04W 36/32 (2009.01)
H04W 52/14 (2009.01)
H04W 52/34 (2009.01)
H04W 72/04 (2009.01)
H04L 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2016** **E 16166025 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019** **EP 3236591**

54 Título: **Red celular con una topología de celdas lineal, nodo y procedimiento para la misma**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
08.04.2020

73 Titular/es:

KAPSCH CARRIERCOM AG (100.0%)
Lehrbachgasse 11
1120 Wien, AT

72 Inventor/es:

JACQUES, ROGER;
BOTET, GIL y
GRUET, CHRISTOPHE

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 753 417 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

Red celular con una topología de celdas lineal, nodo y procedimiento para la misma

- 5 La presente invención se refiere a un nodo para una red celular con una topología de celdas lineal para comunicación inalámbrica con terminales de usuario. La invención se refiere además a una red celular que comprende una pluralidad de nodos y a un procedimiento para comunicación entre un terminal de usuario y un nodo.

Una red celular comprende una pluralidad de transceptores de radio o "nodos", a través de los cuales los usuarios
 10 pueden conseguir acceso a la red por medio de terminales de usuario. Por ejemplo, en redes celulares de acuerdo con el estándar LTE, un nodo se denomina "eNB" (Nodo B evolucionado) y de acuerdo con el estándar GSM como "BTS" (Estación Transceptora Base). Cada nodo comprende una antena y define una celda, que está delimitada por el área de cobertura de la antena. Si un terminal de usuario está dentro del área de cobertura de un nodo, puede comunicarse de forma inalámbrica con el nodo enviando y recibiendo datos al y del nodo. Para aumentar la capacidad
 15 de la red para comunicaciones con terminales de usuario, se utilizan los denominados esquemas de reutilización de frecuencia, uno de los cuales se describirá a continuación para el caso de una red celular unidimensional.

La figura 1 muestra una red celular convencional 1 con una topología de celdas unidimensional ("lineal"). En este tipo de red, los nodos 2 comunican datos 3 con terminales de usuario 4, que solo viajan en una dirección d_L o en la
 20 correspondiente dirección opuesta d_R , por ejemplo, viajando en un tren 5 en una vía férrea 6, conduciendo un automóvil en una carretera o en un túnel, etc. La comunicación entre el nodo 2 y el terminal de usuario 4 se realiza mediante estándares de comunicación conocidos en el estado de la técnica, tales como 3GPP LTE/LTE-A, IEEE WiMAX 802.17e, GSM o GSM-R. En dichos estándares de comunicación, el canal de comunicación CH de un nodo 2 se divide en frecuencia f y/o tiempo t en múltiples recursos de canal $CR_1, CR_2, \dots$ generalmente CR_i según se puede ver en la
 25 Figura 2, que se describirá en detalle más adelante.

Con referencia adicional a la Figura 1, cada nodo 2 tiene una antena omnidireccional 7 montada encima de un soporte 8 y controlada por un transceptor 9. Las antenas omnidireccionales comunican datos 3 en ambas direcciones d_L, d_R del
 30 nodo 2, es decir, no importa si un terminal de usuario 4 está ubicado a la izquierda o a la derecha de un nodo 2 para establecer la comunicación. Cada antena 7 exhibe, de este modo, un área de cobertura 10_1 con un alcance r . Una interferencia se produce cuando nodos vecinos 2 usan el mismo recurso de canal CR_i .

Para implementar un esquema de reutilización para aumentar la capacidad de la red sin interferencias excesivas, es decir, con una baja relación señal a interferencia (SINR), se utilizan diferentes niveles de potencia para mismos
 35 recursos de canal CR_i de nodos vecinos. Se muestran unos niveles de potencia P_1, P_2 de seis recursos de canal de ejemplo $CR_1, CR_2, \dots, CR_6$ en la mitad inferior de la Figura 1 debajo de cada nodo 2 en la dirección horizontal, que corresponden a diferentes áreas de cobertura 10_1 y 10_2 alcanzadas con esos diferentes niveles de potencia P_1, P_2 , respectivamente.

40 Por ejemplo, un nodo 2 usa sus primeros tres recursos de canal CR_1, CR_2, CR_3 para comunicar datos 3 a un alto nivel de potencia P_1 sobre un área de cobertura lejana 10_1 con alcance r , mientras usa sus últimos tres recursos de comunicación CR_4, CR_5, CR_6 para comunicar datos 3 a un bajo nivel de potencia P_2 sobre un área de cobertura cercana 10_2 , por ejemplo, con un alcance de $r/2$. Para los terminales de usuario 4 a una distancia en el alcance desde $r/2$ hasta r con respecto al nodo 2, los datos 3 se comunican en uno (o más) de los recursos de canal de alto nivel
 45 de potencia CR_1, CR_2, CR_3 . Para los terminales de usuario 4 a una distancia en el alcance desde 0 hasta $r/2$ con respecto al nodo 2, los datos 3 se comunican en uno (o más) de los recursos de canal de bajo nivel de potencia CR_4, CR_5, CR_6 . La distancia de un terminal de usuario 4 puede, por ejemplo, medirse por medio de la indicación de intensidad de señal recibida (RSSI) en el nodo 2 y/o en el terminal de usuario 4.

50 Los dos nodos vecinos 2 a cada lado del nodo 2 descrito anteriormente usan un esquema inverso para los niveles de potencia P_1, P_2 de los recursos de canal CR_i , es decir, un bajo nivel de potencia P_2 para los tres primeros canales de comunicación CR_1, CR_2, CR_3 y un alto nivel de potencia P_1 para los últimos tres canales de comunicación CR_4, CR_5, CR_6 . La red unidimensional 1 se construye entonces de forma alternada utilizando los nodos 2 descritos. Por lo tanto, un terminal de usuario 4 cerca del borde de una celda de un nodo 2 comunicará los datos 3 en un recurso de canal
 55 CR_i a un alto nivel de potencia P_1 mientras que el nodo vecino 2 usará solo un menor nivel de potencia P_2 para este recurso de canal específico CR_i . Por lo tanto, se reduce la interferencia de los nodos vecinos 2, mientras que se pueden "reutilizar" los mismos recursos de canal CR_i por parte de los nodos vecinos 2 hasta cierto punto.

La red celular unidimensional descrita 1 tiene el inconveniente de que la cantidad de datos 3 que pueden ser
 60 comunicados por un nodo 2 es limitada. Además, la interferencia experimentada por los terminales de usuario 4 deja un margen para mejorar.

El documento WO 2011/100520, que se encuentra en el campo de las redes celulares en las que los nodos cubren áreas geográficas que se extienden en dos dimensiones, muestra unas celdas que tienen múltiples antenas que pueden utilizar diferentes potencias de transmisión pero cubren las mismas áreas geográficas.

5

El documento US 2016/0037550 A1 muestra que para una frecuencia baja se puede utilizar la reutilización de diferentes niveles de potencia para diferentes recursos de comunicación. Para cada nivel de potencia se utiliza un planificador separado.

- 10 Según el documento, US 2013/301604 A1 (SKOV PETER [CN] ET AL) de 14 de noviembre de 2013 (14/11/2013), según se muestra en el ejemplo de la Figura 1, una pluralidad de sitios de antena 1 y 2 conectados a un controlador 30 puede proporcionar una celda 10. En la Figura 1 de ejemplo, cada uno de los sitios de antena 1 y 2 proporciona una antena direccional que proporciona unos haces 6 y 7. Según se muestra, los haces direccionales 6 y 7 se pueden solapar entre sí. Se puede utilizar un esquema de transmisión apropiado para habilitar la diversidad de transmisión y
- 15 la recepción o transmisión de dos bloques de transporte de los dos sitios de antena. Las comunicaciones pueden tener lugar en un único portador, por ejemplo, en un recurso de frecuencia.

Es un objetivo de la presente invención superar los inconvenientes mencionados anteriormente.

- 20 Si bien se han descrito varias formas de realización y/o ejemplos en esta descripción, la materia para la que se solicita protección está estricta y exclusivamente limitada a esas formas de realización y/o ejemplos abarcados por el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Las formas de realización y/o ejemplos mencionados en la descripción que no caen dentro del alcance de las reivindicaciones son de utilidad para comprender la invención.

- 25 Con este fin, en un primer aspecto, la invención proporciona un nodo del tipo mencionado anteriormente, en el que el nodo está configurado para comunicar datos en al menos un primer y un segundo recurso de canal de un canal de comunicación, que están separados en al menos uno de entre frecuencia y tiempo, y en el que el nodo está configurado además para utilizar diferentes niveles de potencia para diferentes recursos de canal, el cual se distingue en que:

- 30 el nodo comprende una primera y una segunda antena direccional, cada una orientada en una dirección diferente y cada una cubriendo un lado del nodo,
- en el que el nodo está configurado para actuar como una sola celda de la red celular transmitiendo un mismo ID de celda a través de ambas antenas, y
- en el que el nodo está configurado además para comunicar de forma independiente datos diferentes a través de la primera y la segunda antena en un mismo recurso de canal.

35

Utilizando dos antenas direccionales, cubriendo cada una un lado del nodo, se puede duplicar la cantidad de datos comunicados. Esto se puede utilizar para duplicar el número de terminales de usuario que un nodo puede alojar en su área de cobertura.

- 40 A pesar de que su rendimiento o capacidad de alojamiento es dos veces mayor, el nodo todavía aparece como un nodo del estado de la técnica para un terminal de usuario. Esto se consigue transmitiendo el mismo ID de celda a través de ambas antenas, lo que hace que los terminales de usuario crean que se usa un nodo convencional. Por lo tanto, no es necesario intercambiar o reprogramar los terminales de usuario para que sean compatibles con el nuevo nodo de la red, lo que simplifica significativamente la implementación.

45

Preferiblemente, el nodo está configurado además para utilizar diferentes niveles de potencia para un mismo recurso de canal a través de dicha primera y segunda antena. Esto permite que el nodo no solo comunique el doble de la cantidad de datos, sino que también use diferentes esquemas de nivel de potencia para diferentes direcciones. El uso de diferentes esquemas de nivel de potencia en diferentes direcciones se puede utilizar para adaptar el nodo

50 a nodos vecinos y/o utilizar esquemas de reutilización completamente nuevos entre nodos vecinos. Aparte de esto, se puede conseguir un mayor ahorro de energía o potencia ya que se pueden utilizar menos altos niveles de potencia, por ejemplo, si solo hay un terminal de usuario cerca del borde de la celda, el alto nivel de potencia no tiene que usarse en ambas direcciones. Además, utilizar niveles de potencia más bajos para algunos recursos de canal deja más potencia para los otros recursos de canal.

55

De manera especialmente preferible, el nodo está configurado para comunicar datos

- en el primer recurso de canal a través de la primera antena a un primer nivel de potencia,
 - en el primer recurso de canal a través de la segunda antena a un segundo nivel de potencia, que es inferior al primer nivel de potencia,
- 60
- en el segundo recurso de canal a través de la primera antena al segundo nivel de potencia, y
 - en el segundo recurso de canal a través de la segunda antena al primer nivel de potencia.

De esta manera, el nodo utiliza un esquema de nivel de potencia "en forma de Z", lo que conduce a una interferencia reducida para terminales de usuario cerca del nodo: Para un terminal de usuario a una distancia de, por ejemplo, la mitad del alcance de celda máximo r , es decir, $0,5 r$ con respecto al nodo, el segundo nodo interferente está ahora a una distancia mayor de $3,5 r$ con respecto al terminal de usuario, mientras que con un esquema de reutilización de acuerdo con el estado de la técnica, el segundo nodo interferente está en una distancia igual a solo $2,5 r$. Además, cuando se construye una red lineal, se pueden utilizar todos los nodos del mismo tipo de la misma manera, uno tras otro, lo que simplifica enormemente la planificación, la producción y la instalación de la red.

- 10 En una forma de realización preferida de la invención, el nodo está configurado para comunicar datos en un tercer recurso de canal a través de la primera y la segunda antena, en el que el nodo está configurado además para comunicar los mismos datos a través de la primera y la segunda antena en el tercer recurso de canal. Mediante el tercer recurso de canal, en el que los datos se comunican en paralelo a través de ambas antenas, se puede facilitar enormemente una "conmutación" intracelular para un terminal de usuario que pasa de una antena direccional a la otra antena direccional del mismo nodo. Justo debajo de las antenas, no se puede determinar la posición de un terminal de usuario de manera confiable si está a la izquierda o derecha del nodo. Dado que existe incertidumbre sobre el momento exacto de conmutación de una antena a otra, el nodo puede encontrar problemas al asignar y atribuir correctamente a diferentes terminales de usuario las comunicaciones en los recursos del mismo canal a ambos lados del nodo. Utilizando terceros recursos de canal dedicados con los mismos datos en cualquiera de las antenas del nodo para terminales de usuario muy cercanas, esto permite una comunicación sin interrupciones con los terminales de usuario que pasan por el área cercana del nodo.

- Preferiblemente, el nodo está configurado para comunicar datos en el tercer recurso de canal a un nivel de potencia que es inferior a los niveles de potencia del primero y segundo recursos de canal. Dado que los terceros recursos de canal se usan solo para terminales de usuario cerca del nodo, también se puede reducir el nivel de potencia de los terceros recursos de canal. Por lo tanto, se reducen las interferencias para terminales de usuario que se comunican en el mismo recurso de canal con un nodo diferente.

- La invención contempla dos formas de realización alternativas para la asignación del tercer recurso de canal. En la primera forma de realización, el nodo está configurado para utilizar un recurso específico de entre todos los recursos de canal del canal de comunicación para el tercer recurso de canal en ambas antenas. Por lo tanto, el nodo usa un recurso de canal predeterminado, por ejemplo, los intervalos más bajos de frecuencia y/o tiempo, para el tercer recurso de canal. Los nodos vecinos siempre saben qué recurso de canal no se usa para la comunicación con terminales de usuario a un alto nivel de potencia y, por lo tanto, pueden proceder ellos mismos a utilizar este recurso de canal para comunicarse con terminales de usuario en su propia celda a un alto nivel de potencia.

- En la forma de realización alternativa, el nodo está configurado para reservar recursos de canal específicos de entre todos los recursos de canal del canal de comunicación en ambas antenas para los recursos de canal que tienen propiedades del primer recurso de canal y segundo recurso de canal, respectivamente, y el nodo está configurado además para seleccionar y utilizar un recurso de canal específico de entre dichos recursos de canal reservados para el tercer recurso de canal en función del uso de los recursos de canal reservados. En esta forma de realización, se pueden agrupar, para cada antena, unos conjuntos de recursos de primer y segundo canal, de modo que, por ejemplo, los recursos de canal específicos ocupan los primeros recursos de canal y los segundos recursos de canal ocupan los otros recursos de canal específicos cuando el nodo utiliza un esquema de nivel de potencia simétrico ("en forma de T"). Alternativamente, se puede utilizar un esquema de nivel de potencia asimétrico ("en forma de Z"). El nodo evalúa entonces qué recurso de canal se usa menos en ambas antenas, por ejemplo, qué recurso de canal no se usa actualmente en ambas antenas, y asigna el tercer o terceros recursos de canal a este recurso o recursos de canal infrutilizados.

- Preferiblemente, el nodo está configurado para medir la distancia, por ejemplo, por medio de una indicación de intensidad de señal recibida (RSSI) o avance de tiempo (TA), de un terminal de usuario y para asignar un recurso de canal con un nivel de potencia correspondiente a este terminal de usuario para comunicar datos en este recurso de canal. Mediante esto, el nodo puede, por ejemplo, asignar el primer recurso de canal con el primer nivel de potencia a un terminal de usuario cerca del borde de la celda y asignar el segundo recurso de canal a un terminal de usuario cerca del nodo. En general, el nodo puede asignar el primer recurso de canal a un terminal de usuario lejano, el segundo recurso de canal a un terminal de usuario medio y el tercer recurso de canal a un terminal de usuario cercano, en el que los términos lejano, medio, cercano son relativos de uno con respecto al otro.

- Se prefiere especialmente si los recursos de canal son bloques de recursos de acuerdo con un estándar LTE 3GPP o LTE-A. Los bloques de recursos de acuerdo con esos estándares se basan en símbolos OFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal), que son ortogonales entre sí. Por lo tanto, los bloques de recursos se pueden administrar y asignar a diferentes terminales de usuario de manera simple.

En un segundo aspecto, la invención proporciona una red celular que comprende una pluralidad de nodos según las formas de realización anteriores, en el que una de las antenas de un primer nodo está sustancialmente orientada hacia una de las antenas de un segundo nodo. Por lo tanto, se crea una red unidimensional ("lineal"). Preferiblemente, los 5 nodos están dispuestos de tal manera que las áreas de cobertura de las antenas orientadas entre sí se unen o se superponen al menos parcialmente, de modo que un terminal de usuario que se mueve de un nodo a otro no experimenta una pérdida de comunicación.

Preferiblemente, la primera antena del primer nodo está orientada sustancialmente hacia la segunda antena del 10 segundo nodo. Por lo tanto, se puede crear una red unidimensional de nodos con un esquema de nivel de potencia sustancialmente "asimétrico" o "en forma de Z". Dicha red tiene interferencias especialmente bajas para terminales de usuario cerca de los nodos, según se ha descrito anteriormente. Además, se puede utilizar el mismo tipo de nodo para todos los nodos, lo que no es posible en redes de la técnica anterior. Alternativamente, se pueden utilizar combinaciones de diferentes nodos, por ejemplo, una secuencia "en forma de Z" - "en forma de T" - "en forma de Z" 15 inverso - "en forma de T" inverso.

Además, preferiblemente, los nodos asignan sus recursos de canal de acuerdo con el esquema utilizado por sus nodos vecinos, es decir, los niveles de potencia se clasifican como de alta y media, entre sí, y un nodo está configurado para 20 comunicar sólo datos en un recurso de canal a un alto nivel de potencia a través de su primera antena si el nivel de potencia de un recurso de canal, utilizado por una antena que está orientada hacia dicha primera antena, de un nodo vecino está clasificado como medio. Por lo tanto, se garantiza que un terminal de usuario en el borde de la celda no experimente una alta interferencia de un nodo vecino en el mismo recurso de canal.

En un tercer aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para comunicación entre un terminal de usuario 25 y un nodo. Este procedimiento comprende las etapas en el siguiente orden:

comunicarse con el terminal de usuario en el segundo recurso de canal a través de la primera antena cuando el terminal de usuario está dentro de una primera distancia predeterminada con respecto al nodo;
comunicarse con el terminal de usuario en el tercer recurso de canal a través de la primera antena al mismo tiempo que intenta simultáneamente comunicar los mismos datos con el terminal de usuario utilizando el 30 tercer recurso de canal a través de la segunda antena cuando el terminal de usuario está dentro de una segunda distancia predeterminada con respecto al nodo, que es inferior a la segunda distancia; y comunicarse con el terminal de usuario en el tercer recurso de canal a través de la segunda antena al mismo tiempo que intenta comunicar los mismos datos con el terminal de usuario utilizando el tercer recurso de canal a través de la primera antena cuando el terminal de usuario está dentro de la segunda distancia 35 predeterminada con respecto al nodo.

Este procedimiento evita una transferencia intracelular inestable de la primera antena a la segunda antena utilizando el tercer recurso de canal con las propiedades según se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, se consigue, por un 40 lado, una compensación utilizando un recurso de canal con un esquema de nivel de potencia asimétrico con un alto rendimiento de datos cuando el terminal de usuario está a una distancia lejana o media con respecto al nodo y, por otro lado, uno (o más) tercer(os) recurso(s) de canal con un esquema de nivel de potencia simétrico con un rendimiento menor cuando el terminal de usuario está cerca del nodo.

Además, el procedimiento puede comprender la etapa posterior de comunicarse con el terminal de usuario en un 45 recurso de canal que tiene el mismo nivel de potencia que el segundo recurso de canal a través de la segunda antena cuando el terminal de usuario está dentro de la primera distancia predeterminada con respecto al nodo. Por lo tanto, se garantiza que el terminal de usuario vuelva a entrar en el alcance de un recurso de canal que tenga el mismo nivel de potencia que antes de su entrada en el alcance del tercer recurso de canal.

50 Preferiblemente, el nivel de potencia del segundo recurso de canal es mayor que el nivel de potencia del tercer recurso de canal. Por lo tanto, se puede ahorrar energía y se pueden reducir aún más las interferencias para terminales de usuario en diferentes nodos que usan el mismo recurso de canal.

Ahora, a continuación, se explicará la invención en más detalle en base a ejemplos de formas de realización preferidas 55 de la misma con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra una red celular lineal de acuerdo con el estado de la técnica;

La figura 2 muestra una asignación de ejemplo de recursos de canal;

La figura 3 muestra un nodo y un esquema de nivel de potencia de recursos de canal simétrico según la invención;

60 La figura 4 muestra una red celular lineal que tiene un esquema de nivel de potencia de recursos de canal asimétrico de acuerdo con la invención;

La figura 5 muestra una variante del esquema de nivel de potencia de recursos de canal de la red celular lineal de la figura 4;

Las figuras 6 y 7 muestran un nodo que tiene esquemas de nivel de potencia de recursos de canal simétricos y asimétricos, respectivamente, con terceros recursos de canal fijos;

Las figuras 8 y 9 muestran un nodo que tiene esquemas de nivel de potencia de recursos de canal simétricos y asimétricos fijos, respectivamente, con terceros recursos de canal adaptativos.

5

Con respecto a la Figura 1, que muestra el estado de la técnica, se hace referencia a la misma en la introducción. En la siguiente descripción de las figuras 2 a 9 se utilizan los mismos números de referencia para los mismos componentes que en la figura 1.

- 10 Según se ha comentado anteriormente para el estado de la técnica, el campo de las formas de realización descritas a continuación es de una red unidimensional lineal 1 de nodos 2 que comunican datos 3 con terminales de usuario 4. Lineal o unidimensional significa en este contexto que los nodos 2 están dispuestos en forma de cadena y que los nodos 2 tienen áreas de cobertura 10_1 , 10_2 que se unen o se superponen sustancialmente para que un terminal de usuario 4 se pueda mover desde un nodo 2 al siguiente sin que se interrumpa la comunicación. El estándar para la comunicación puede ser según se ha descrito anteriormente, por ejemplo, LTE, LTE-A, IEEE WiMAX 802.16e, GSM, GSM-R, etc., en el que el canal de comunicación CH se divide en múltiples recursos de canal CR_i según se puede ver en la Figura 2.

- La figura 2 muestra una definición de ejemplo del canal de comunicación CH utilizado por los nodos 2 para la comunicación. El canal CH se subdivide en frecuencia f en bandas de frecuencia SF y en tiempo t en intervalos de tiempo ST; Una combinación de una banda de frecuencia SF y un intervalo de tiempo ST se denomina recurso de canal CR_i . Por supuesto, el canal de comunicación CH también se podría dividir sólo en el tiempo t en intervalos de tiempo ST, tal como en los estándares TDMA (acceso múltiple por división de tiempo); o se podría dividir sólo en frecuencia f en bandas de frecuencia SF, tal como en los estándares FDMA (acceso múltiple por división de frecuencia). En LTE, un recurso de canal CR_i se denomina "bloque de recursos" y porta seis o siete símbolos OFDM en 12 subportadoras, representando una subportadora de un símbolo OFDM un elemento de recurso RE del bloque de recursos CR_i .

- En la figura 1 y figuras 3 a 9, solo se muestran seis recursos de canal de ejemplo $CR_{1,...}$, CR_6 , mientras que en realidad se puede utilizar cualquier número arbitrario.

- La figura 3 muestra un nodo 11 que tiene dos antenas direccionales 12, 13 montadas sobre el soporte 8. Cada antena direccional 12, 13 es operada por su propio transceptor 14, 15. Los datos 3 pueden, de este modo, ser comunicados independientemente a los terminales de usuario 4 en cualquier dirección d_L , d_R del nodo 11, incluso en un mismo recurso de canal CR_i . El término "mismo" recurso de canal CR_i se entiende que se refiere a que un recurso de canal CR_i del canal de comunicación CH de la una antena direccional 11 es igual en banda de frecuencia SF y en intervalo de tiempo ST con el del canal de comunicación CH de la otra antena direccional 12.

- Cada antena 12, 13 tiene diferentes áreas de cobertura 10_{1L} , 10_{1R} , 10_{2L} , 10_{2R} dependiendo de los niveles de potencia P_1 , P_2 utilizados. El nodo 11 puede utilizar además un nivel de potencia diferente P_1 , P_2 para cada recurso de canal CR_i usado en cada antena 12, 13. Según se puede ver en la Figura 3, las áreas de cobertura izquierda y derecha 10_{1L} , 10_{2L} , 10_{1R} , 10_{2R} de las antenas 12, 13 se unen o se superponen justo debajo del nodo 11 para permitir una comunicación continua cuando un terminal de usuario 4 pasa el nodo 11.

- El nodo 11 transmite el mismo identificador de celda (ID de celda) para toda la celda de la red celular compuesta de las áreas de cobertura 10_{1L} , 10_{2L} , 10_{1R} , 10_{2R} a través de ambas antenas 12, 13 de modo que el nodo 11 actúa como una sola celda de la red celular 1. Para este fin, los canales comunes (por ejemplo, en LTE: PSS/SSS/PBCH/RS de enlace descendente; RACH de enlace ascendente) del canal de comunicación CH se pueden gestionar simultáneamente para los recursos de canal CR_i en ambos lados del nodo 11 para implementar este comportamiento uncelular (de solo una celda), mientras que los canales de control/tráfico dedicados (por ejemplo, en LTE: PDCCH/PDSCH de enlace descendente; PUCCH/PUSCH de enlace ascendente) se gestionan de forma independiente para alojar diferentes grupos de terminales de usuario 4 en cada lado del nodo 11.

- Según se muestra en la figura 3, cada recurso de canal CR_i puede ser utilizado con el mismo nivel de potencia P_1 , P_2 para cada antena 12, 13 del nodo 11 para formar un perfil de nivel de potencia simétrico, que aparece - cuando los niveles de potencia P_1 , P_2 están agrupados entre sí en la representación - como sustancialmente "en forma de T". Se entiende que el término "en forma de T" se usa con fines ilustrativos y también comprende, por ejemplo, esquemas de nivel de potencia "en forma de T" inversos. Entonces se puede construir una red celular lineal 1 disponiendo nodos de manera alterna según se muestra en la Figura 1, con esquemas "T" y esquemas "T" inversos uno detrás de otro. Sin embargo, el nodo 11 de la Figura 3 puede comunicar el doble de cantidad de datos 3 en comparación con el nodo 2 de la Figura 1, ya que las comunicaciones con los terminales de usuario 4 en ambos lados del nodo 11 se gestionan de forma independiente.

La figura 4 muestra una red celular lineal 1 con nodos 11, que son estructuralmente iguales al nodo 11 que se muestra en la figura 3. Sin embargo, los nodos 11 de la figura 4 utilizan un esquema de nivel de potencia asimétrico, lo que significa que un nodo puede utilizar diferentes niveles de potencia P_1 , P_2 para un mismo recurso de canal CR_i a través de diferentes antenas 12, 13. Cuando los niveles de potencia P_1 , P_2 están agrupados en la representación, el nodo 11 tiene un perfil de nivel de potencia "en forma de Z" característico. Se entiende que el término "en forma de Z" se usa con fines ilustrativos y también comprende, por ejemplo, esquemas de nivel de potencia "en forma de Z" inversos, es decir, "en forma de S". Por lo tanto, un primer recurso de canal CR_6 de ejemplo tiene un primer nivel de potencia P_1 a través de la primera antena 12 y un segundo nivel de potencia P_2 a través de la segunda antena 13, mientras que un segundo recurso de canal de ejemplo CR_1 tiene el segundo nivel de potencia P_2 a través de la primera antena 12 y el primer nivel de potencia P_1 a través de la segunda antena 13.

Los ejemplos de las figuras 3 y 4 muestran unos recursos de canal CR_i con los mismos esquemas de nivel de potencia agrupados para formar dichos perfiles de potencia en forma de T y Z. Sin embargo, los recursos de canal CR_i también se pueden disponer de manera alterna o aleatoria en un nodo 11.

Para construir la red celular lineal 1, se pueden disponer nodos idénticos 11 con esquemas de nivel de potencia asimétricos uno junto al otro y no se tienen que disponer de manera alternada, como en el caso de los nodos según se muestra en la Figura 1. En contraste con la Figura 1, la red celular lineal 1 experimenta además menos interferencias en los terminales de usuario 4 cerca de un nodo 11, según se muestra en las mitades inferiores de las figuras 1 y 4: La figura 1 muestra un terminal de usuario 4 a una distancia igual a $r/2$, es decir, la mitad del alcance del área de cobertura "máxima" 10_1 del nodo 11 al nivel alto de potencia P_1 , que en este caso corresponde al borde del área de cobertura 10_2 en el menor nivel de potencia P_2 . El terminal de usuario 4 se comunica con el nodo más cercano 11 en el recurso de canal CR_6 y experimenta interferencias cuando otro nodo 11 comunica datos 3 en el mismo recurso de canal CR_6 a un alto nivel de potencia P_1 . Las interferencias causadas por los nodos 11 que comunican datos 3 en el mismo recurso de canal CR_6 pero a un menor nivel de potencia P_2 son ignoradas para este análisis. El terminal de usuario 4 en la Figura 1 experimenta, de este modo, una primera interferencia I_1 de un nodo 11 a una distancia igual a $1,5 r$ y una segunda interferencia I_2 de un nodo 11 a una distancia igual a $2,5 r$ con respecto al terminal de usuario 4.

En la red celular lineal 1 de la Figura 4, sin embargo, el terminal de usuario 4 experimenta menos interferencia del segundo nodo más cercano 11. Una vez más, el terminal de usuario de ejemplo 4 está a una distancia igual a $r/2$ con respecto al nodo 11, con el que se comunica en el recurso de canal CR_6 , y experimenta la interferencia I_1 del nodo más cercano 11 a una distancia igual a $1,5 r$. El terminal de usuario 4 en la Figura 4 no experimenta interferencia del nodo 11 a su izquierda dado que este nodo 11 usa este canal CR_6 solo a un menor nivel de potencia P_2 . La interferencia I_2 del segundo nodo interferente 11 se origina desde una distancia igual a $3,5 r$ a la derecha del terminal de usuario 4, lo que produce menos interferencia que la interferencia I_2 experimentada en la distancia igual a $2,5 r$ en el caso de la Figura 1. Por lo tanto, se mejora la SINR (relación señal-interferencia) de las comunicaciones.

En lugar de una distribución igual de los niveles de potencia P_1 , P_2 en los recursos de canal CR_i como en la Figura 4, un nodo 11 pueden asignar niveles de potencia P_1 , P_2 de acuerdo con sus propias necesidades, según se muestra en la Figura 5. Un nodo 11 puede, por lo tanto, utilizar recursos de canal CR_i con niveles de potencia simétricos, así como con niveles de potencia asimétricos. Sin embargo, un nodo 11 solo debe asignar un alto nivel de potencia P_1 a uno de sus recursos de canal CR en una antena 12, 13 si una antena 12, 13 de un nodo vecino 11 utiliza un nivel de potencia menor P_2 para el mismo recurso de canal CR_i . De esta manera, se puede conseguir una asignación de niveles de potencia dinámica, de modo que un nodo 11 puede satisfacer sus propias necesidades, así como cumplir con las restricciones de otro nodo 11.

En una forma de realización adicional que se describe ahora con referencia a las figuras 6 – 9, que facilita un paso sin problemas de un terminal de usuario 4 debajo del nodo 11, el nodo 11 comunica datos 3 simétricamente a través de ambas antenas 12, 13 en al menos un recurso de canal dedicado CR_i (también denominado "tercer" recurso de canal en este documento). Según se ha descrito anteriormente, se realiza una comunicación entre el nodo 11 y el terminal de usuario 4 según la distancia a la que se encuentra el terminal de usuario 4, es decir, según si el terminal de usuario está dentro de una de las áreas de cobertura de campo lejano 10_{1L} , 10_{1R} o una de las áreas de cobertura de campo cercano 10_{2L} , 10_{2R} , denominándose éstas últimas también áreas de cobertura "media" en lo sucesivo. Esta distancia se puede medir o inferir directamente por medio de la indicación de intensidad de señal recibida (RSSI) o del avance de tiempo (TA). Entonces, se asigna al terminal de usuario 4 un recurso de canal CR_i con el respectivo nivel de potencia P_1 , P_2 correspondiente a la distancia del terminal de usuario 4.

Cuando el terminal de usuario 4 está muy cerca al nodo 11, sin embargo, no se puede medir la ubicación del terminal de usuario 4 con precisión debido en mayor grado a dispersiones y en menor grado a interferencias. Por lo tanto, el nodo 11 ya no sabe si se usa o debe usarse la antena izquierda o derecha 12, 13 para una comunicación y, por lo tanto, puede no atribuir el terminal de usuario 4 al tratamiento correcto de la comunicación izquierda o derecha del

nodo 11. Comunicando datos 3 a través de ambas antenas 12, 13 en el tercer recurso de canal común a ambos lados del nodo 11, la ubicación exacta del terminal de usuario 4 pasa a ser redundante ya que el terminal de usuario 4 puede comunicar datos 3 potencialmente a través de ambas antenas 12, 13.

- 5 Entonces, se puede reducir el nivel de potencia P_3 para el tercer recurso de canal CR_i en consecuencia en ambas antenas 12, 13 dado que esta comunicación en paralelo se supone que sólo está habilitada para terminales de usuario 4 muy cercanos que pasan por el nodo 11 dentro de un área de cobertura cercana 10_3 de las antenas 12, 13.

- 10 Cuando un terminal de usuario 4 pasa a través del área de cobertura completa, por ejemplo, de izquierda a derecha $10_{1L} \rightarrow 10_{2L} \rightarrow 10_{3L} \rightarrow 10_{3R} \rightarrow 10_{2R} \rightarrow 10_{1R}$ del nodo 11 de ejemplo de la Figura 6, normalmente primero se comunicará, por lo tanto, a través de la primera antena 12 en uno o más recursos del primer canal CR_1, CR_2 a un (primer) nivel alto de potencia P_1 , luego a través de la primera antena 12 en uno o más recursos del segundo canal CR_3, CR_4 a un (segundo) nivel medio de potencia P_2 , y luego a través de la primera antena 12 en uno o más de los terceros recursos de canal CR_5, CR_6 a un (tercer) nivel bajo de potencia P_3 . A continuación, el terminal de usuario 4 abandonará el área de cobertura de la primera antena 12 y entrará en el área de cobertura de la segunda antena 13 y continuará para comunicarse con el nodo 11 en uno o más de los terceros recursos de canal CR_5, CR_6 , sin embargo, ahora con la segunda antena 13. A medida que el terminal de usuario 4 se aleja del nodo 11, se comunicará con la segunda antena 13 al nivel medio de potencia P_2 en uno o más de los segundos recursos de canal CR_3, CR_4 y más tarde con la segunda antena 13 al nivel alto de potencia P_3 en uno o más de los primeros recursos de canal CR_1, CR_2 .

- 20 La figura 6 muestra un nodo 11 que utiliza un esquema de nivel de potencia simétrico, en el que los niveles de potencia P_1, P_2, P_3 se asignan a conjuntos de recursos de canal específicos CR_i , y especialmente el tercer recurso de canal se asigna a recursos de canal específicos CR_i dedicados al mismo, como, por ejemplo, los dos últimos recursos de canal CR_5, CR_6 .

- 25 La Figura 7 muestra un nodo 11 que utiliza un esquema de nivel de potencia asimétrico, en el que se asignan los niveles de potencia P_1, P_2, P_3 a conjuntos de recursos de canal específicos CR_i para cada antena 12, 13. Al igual que en la Figura 6, el tercer recurso de canal es asignado a los dos últimos recursos de canal CR_5, CR_6 .

- 30 Las figuras 8 y 9 muestran los nodos 11, en los que el tercer recurso de canal se puede asignar de forma adaptativa en función de las necesidades del nodo 11. En la Figura 8, el nodo 11 reserva altos niveles de potencia P_1 para un grupo de recursos de canal CR_i , por ejemplo, los primeros tres recursos de canal CR_1, CR_2, CR_3 y menores niveles de potencia P_2 para un grupo de diferentes recursos de canal CR_i , por ejemplo, los últimos tres recursos de canal CR_4, CR_5, CR_6 , de modo que el esquema de nivel de potencia es un esquema de nivel de potencia máxima en forma de T
- 35 16. Cuando un terminal de usuario 4 se acerca al nodo 11 para pasar por debajo del mismo, el nodo 11 verifica todos sus recursos de canal CR_i y evalúa cuál o cuáles se utilizan menos. El tercer o terceros recursos de canal son, entonces, asignados a este o estos recursos de canal específicos CR_i con el menor uso, en este caso a los recursos de canal CR_3, CR_4 . Por supuesto, se puede seleccionar el nivel o niveles de potencia P_3 para el tercer o terceros recursos de canales CR_3 de nuevo menor que el primer y/o segundo nivel de potencia P_1, P_2 .

- 40 La figura 9 muestra una forma de realización de un nodo adaptativo 11, en el que se utiliza un esquema de nivel de potencia asimétrico. Los niveles de potencia P_1, P_2 son reservados para los conjuntos de cada recurso de canal CR_i y cada antena 12, 13, respectivamente, de modo que el esquema de nivel de potencia es un esquema de nivel de potencia máxima en forma de Z 17. De nuevo, se evalúa qué recurso o recursos de canales CR_i es o son los menos utilizados en ambas antenas 12, 13. El tercer o terceros recursos de canal simétricos es o son asignados a este o estos recursos de canal CR_i , en este caso los recursos de canal CR_2 y CR_6 . Dependiendo del tráfico dentro de la celda, se pueden usar todos los recursos de canal CR_i como terceros recursos de canal o incluso ninguno.

- 50 El esquema "rígido" de nivel de potencia máxima 16, 17 de un nodo 11 puede ser utilizado por un nodo vecino 11 para pronosticar los recursos de canal CR_i con altos niveles de potencia P_1 . Dichos recursos de canal de alta potencia CR_i no deberían ser utilizados por dicho nodo vecino 11 para comunicar datos 3 a un alto nivel de potencia P_1 en la correspondiente dirección de ese nodo 11 con el esquema rígido de nivel de potencia máxima 16, 17.

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

REIVINDICACIONES

1. Nodo para una red celular con una topología de celdas lineal para comunicarse de forma inalámbrica con terminales de usuario, en el que la red con la topología de celdas lineal tiene nodos (2) que están dispuestos en forma de cadena y tienen unas áreas de cobertura (10_1 , 10_2) que se unen o se superponen sustancialmente de modo que un terminal de usuario (4) se puede mover desde un nodo (2) al siguiente sin que se interrumpa la comunicación,
 5 en el que el nodo (11) tiene un único soporte (8) y está configurado para comunicar datos (3) en al menos un primer y un segundo recurso de canal de entre unos recursos de canal (CR_i) de un canal de comunicación (CH), que están separados en al menos uno de entre frecuencia (f) y tiempo (t), y
 en el que el nodo (11) está configurado además para utilizar diferentes niveles de potencia (P_1 , P_2) para diferentes
 10 recursos de canal de entre los recursos de canal (CR_i) del canal de comunicación, en el que el nodo (11) comprende una primera y una segunda antena direccional (12, 13) montadas sobre el soporte único (8), estando cada una orientada en una dirección diferente (d_L , d_R) y cubriendo cada una de las mismas un lado del nodo (11),
 en el que el nodo (11) está configurado para actuar como una sola celda de la red celular (1) transmitiendo un mismo ID de celda a través de ambas antenas (12, 13), y
 15 en el que el nodo (11) está configurado además para comunicar de manera independiente diferentes datos (3) a través de la primera y la segunda antena (12, 13) en un mismo recurso de canal de entre los recursos de canal (CR_i) del canal de comunicación.
2. Nodo según la reivindicación 1, en el que el nodo (11) está configurado además para utilizar diferentes niveles de potencia (P_1 , P_2) para un mismo recurso de canal (CR_i) a través de dicha primera y segunda antena (12, 13).
3. Nodo según la reivindicación 1 o 2, en el que el nodo (11) está configurado para comunicar datos (3)
 - en el primer recurso de canal (CR_6) a través de la primera antena (12) a un primer nivel de potencia (P_1),
 - en el primer recurso de canal (CR_6) a través de la segunda antena (13) a un segundo nivel de potencia (P_2),
 25 que es inferior al primer nivel de potencia (P_1),
 - en el segundo recurso de canal (CR_1) a través de la primera antena (12) al segundo nivel de potencia (P_2)
 y
 - en el segundo recurso de canal (CR_1) a través de la segunda antena (13) al primer nivel de potencia (P_1).
- 30 4. Nodo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el nodo (11) está configurado para comunicar datos (3) en un tercer recurso de canal (CR_i) a través de la primera y segunda antena (12, 13),
 en el que el nodo (11) está configurado además para comunicar los mismos datos (3) a través de la primera y la segunda antena (12, 13) en el tercer recurso de canal (CR_i).
- 35 5. Nodo según la reivindicación 4, en el que el nodo está configurado para comunicar datos (3) en el tercer recurso de canal (CR_i) a un nivel de potencia (P_3) que es inferior a los niveles de potencia (P_1 , P_2) del primer y segundo recursos de canal (CR_i).
6. Nodo según la reivindicación 4 o 5, en el que el nodo está configurado para utilizar un canal específico de entre
 40 todos los recursos de canal (CR_i) del canal de comunicación (CH) para el tercer recurso de canal (CR_i) en ambas antenas (12, 13).
7. Nodo según la reivindicación 4 o 5, en el que el nodo (11) está configurado para reservar recursos de canal específicos (CR_i) del canal de comunicación (CH) en ambas antenas (12, 13) para los recursos de canal (CR_i) que
 45 tienen propiedades del primer recurso de canal (CR_i) y del segundo recurso de canal (CR_i) respectivamente, y
 en el que el nodo (11) está configurado además para seleccionar y utilizar un recurso de canal específico (CR_i) de entre dichos recursos de canal reservados (CR_i) para el tercer recurso de canal (CR_i) en base a un uso de los recursos de canal reservados (CR_i).
- 50 8. Nodo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el nodo (11) está configurado para medir la distancia de un terminal de usuario (4), preferiblemente por medio de una indicación de intensidad de señal recibida o un avance de tiempo, y asignar un recurso de canal (CR_i) con un correspondiente nivel de potencia (P_1 , P_2 , P_3) a este terminal de usuario (4) para comunicar datos (3) en este recurso de canal (CR_i).
- 55 9. Nodo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que los recursos de canal (CR_i) son bloques de recursos según un estándar LTE o LTE-A 3GPP.
10. Red celular que comprende una pluralidad de nodos (11) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que una de las antenas (12, 13) de un primer nodo (11) está orientada sustancialmente hacia una de las
 60 antenas (12, 13) de un segundo nodo (11).

11. Red celular según la reivindicación 10 que comprende nodos según la reivindicación 3, en la que la primera antena (12) del primer nodo (11) está orientada sustancialmente hacia la segunda antena (13) del segundo nodo (11).
12. Red celular según la reivindicación 10 u 11, en la que los niveles de potencia (P_1 , P_2) están clasificados como altos y medios, entre sí, y en el que un nodo (11) está configurado solo para comunicar datos (3) en un recurso de canal (CR_i) a un alto nivel de potencia (P_1) a través de su primera antena (12) si el nivel de potencia (P_2) de un recurso de canal (CR_i), utilizado por una antena (13) orientada hacia dicha primera antena (12), de un nodo vecino (11) está clasificada como medio.
- 10 13. Procedimiento para comunicación entre un terminal de usuario y un nodo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 en combinación con la reivindicación 4, que comprende las etapas en el siguiente orden:
comunicarse con el terminal de usuario (4) en el segundo recurso de canal (CR_i) a través de la primera antena (12) cuando el terminal de usuario (4) está dentro de una segunda distancia predeterminada (10_{2L}) con respecto al nodo (11);
15 comunicarse con el terminal de usuario (4) en el tercer recurso de canal (CR_i) a través de la primera antena (12) al mismo tiempo que intenta simultáneamente comunicar los mismos datos (3) con el terminal de usuario (4) utilizando el tercer recurso de canal (CR_i) a través de la segunda antena (13) cuando el terminal de usuario (4) está dentro de una tercera distancia predeterminada (10_3) con respecto al nodo (11), que es inferior a la segunda distancia (10_{2L}); y
20 comunicarse con el terminal de usuario (4) en el tercer recurso de canal (CR_i) a través de la segunda antena (13) al mismo tiempo que intenta simultáneamente comunicar los mismos datos (3) con el terminal de usuario (4) utilizando el tercer recurso de canal (CR_i) a través de la primera antena (12) cuando el terminal de usuario (4) está dentro de la tercera distancia predeterminada (10_3) con respecto al nodo (11).
- 25 14. Procedimiento según la reivindicación 13, que comprende la siguiente etapa: comunicarse con el terminal de usuario (4) en un recurso de canal (CR_i) que tiene el mismo nivel de potencia (P_2) que el segundo recurso de canal (CR_i) a través de la segunda antena (13) cuando el terminal de usuario (4) está dentro de la segunda distancia predeterminada (10_{2R}) con respecto al nodo (11).
- 30 15. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que el nivel de potencia (P_2) del segundo recurso de canal (CR_i) es mayor que el nivel de potencia (P_3) del tercer recurso de canal (CR_i).

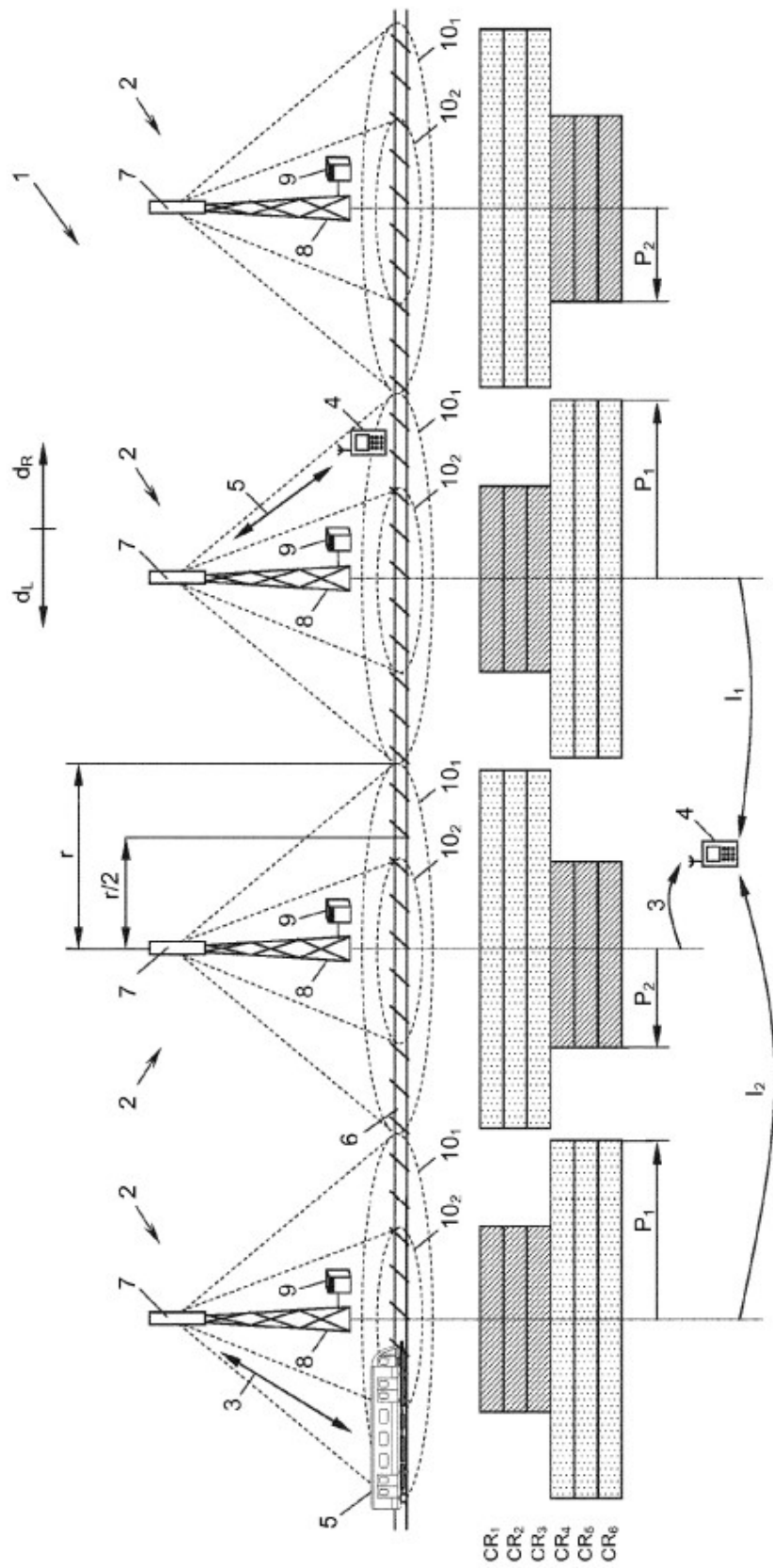


Fig. 1
(Técnica Anterior)

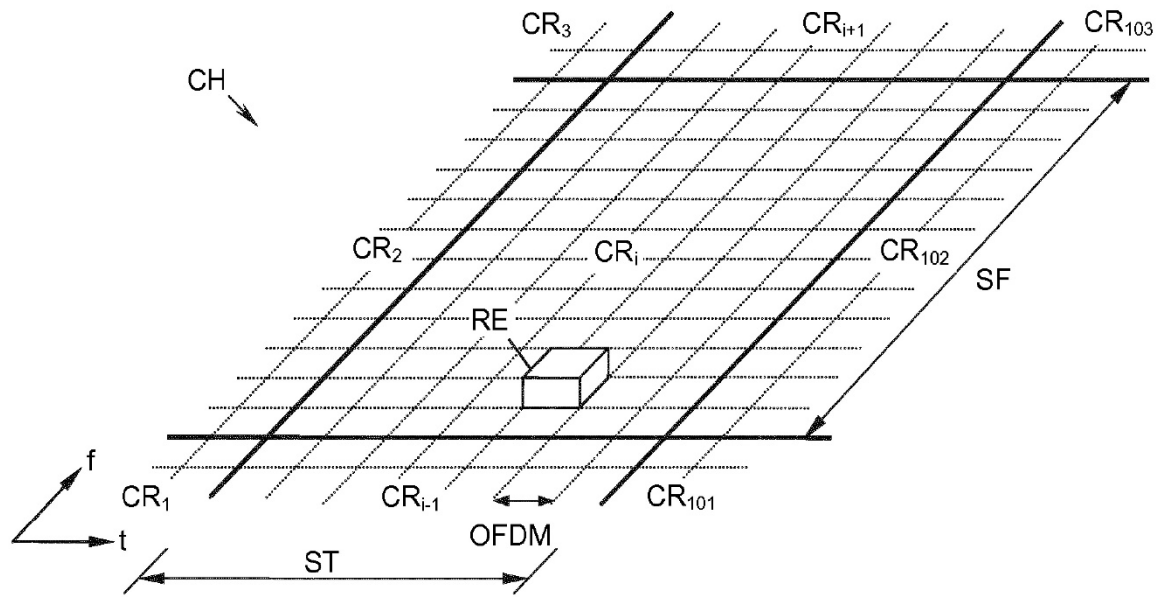


Fig. 2

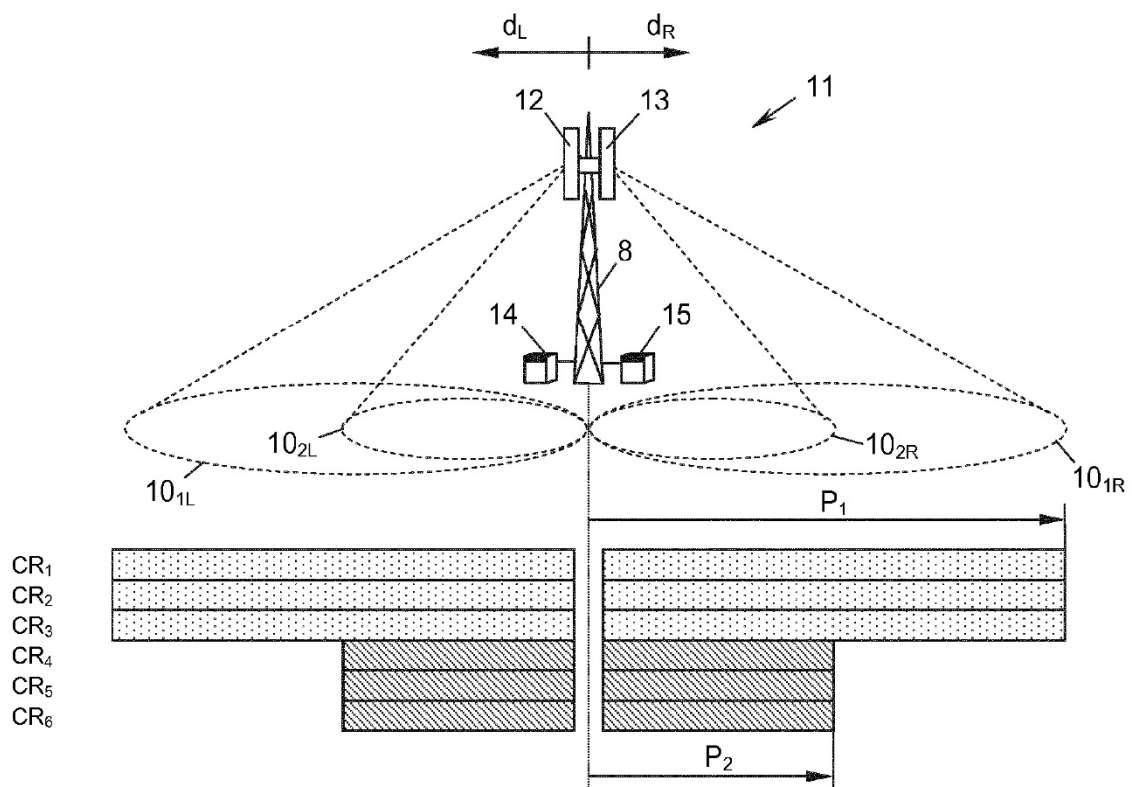
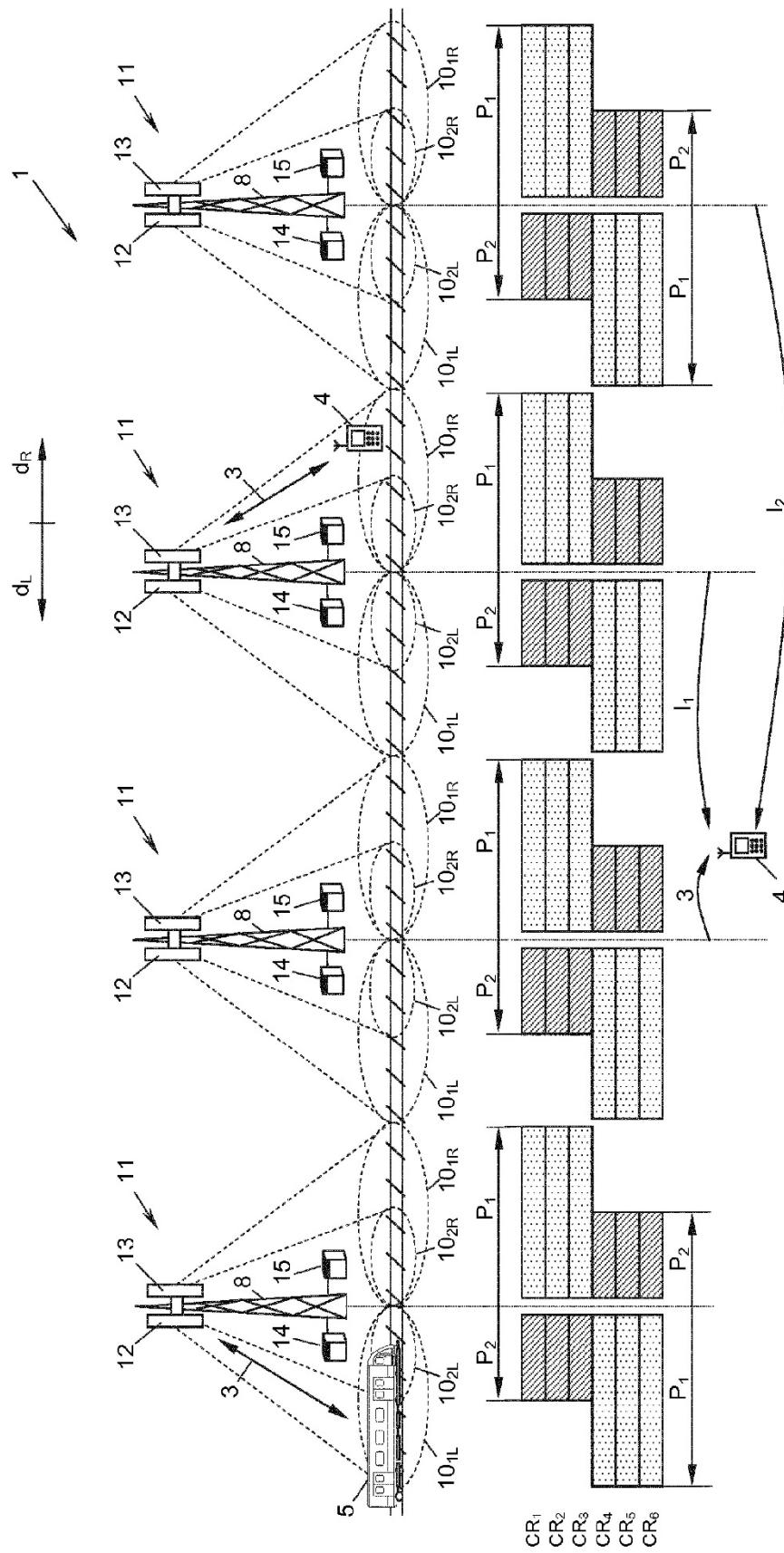


Fig. 3



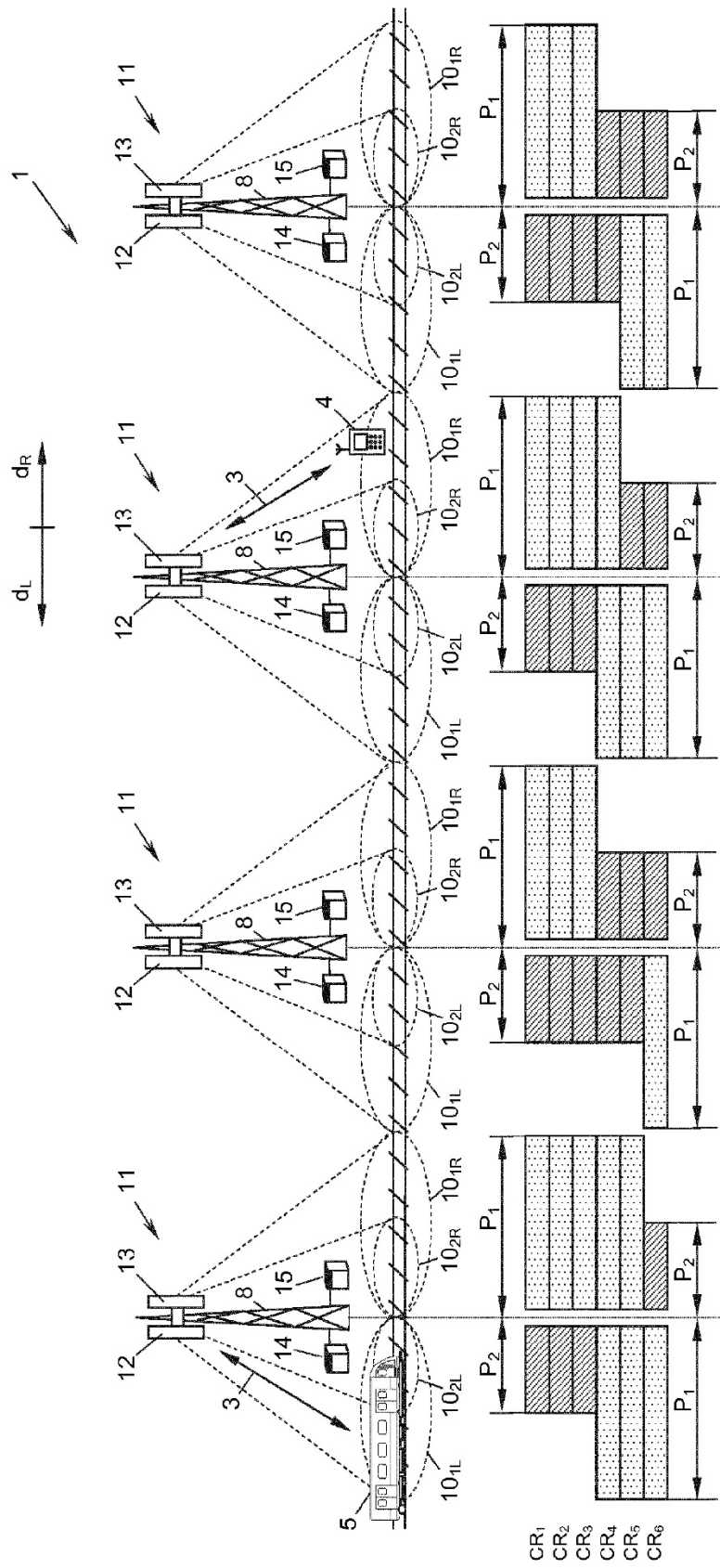


Fig. 5

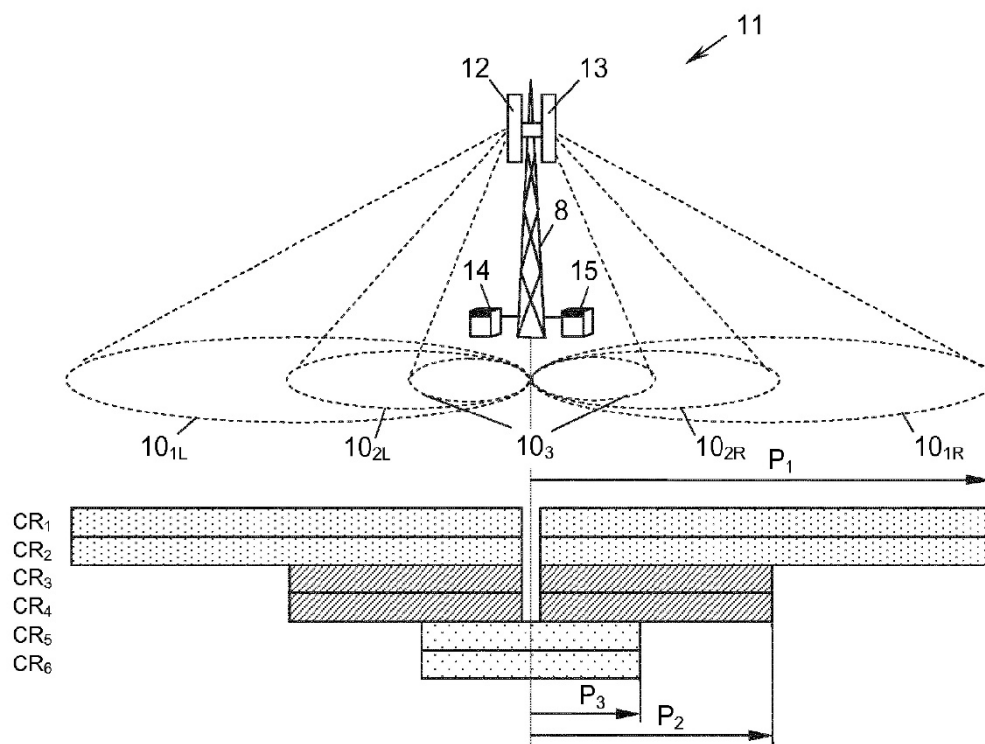


Fig. 6

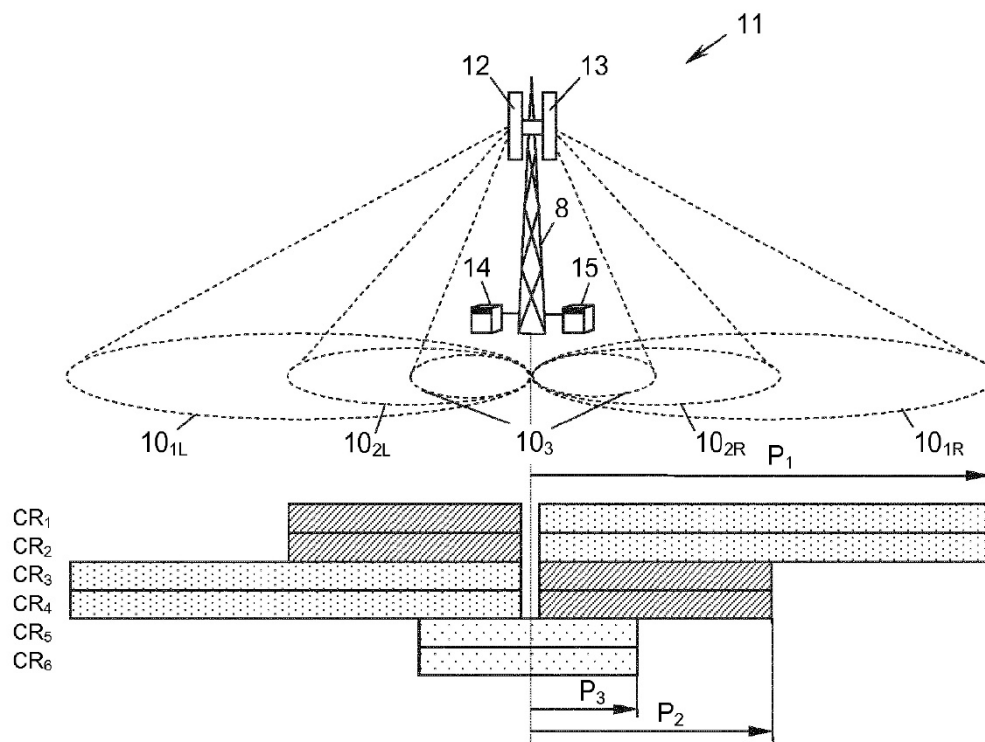


Fig. 7

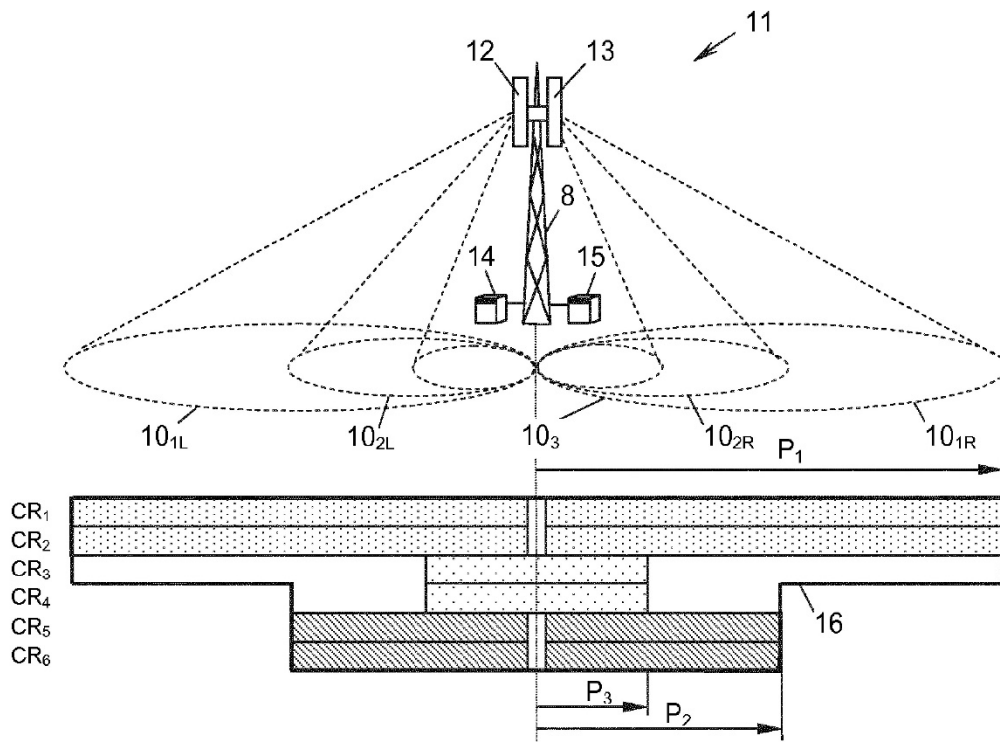


Fig. 8

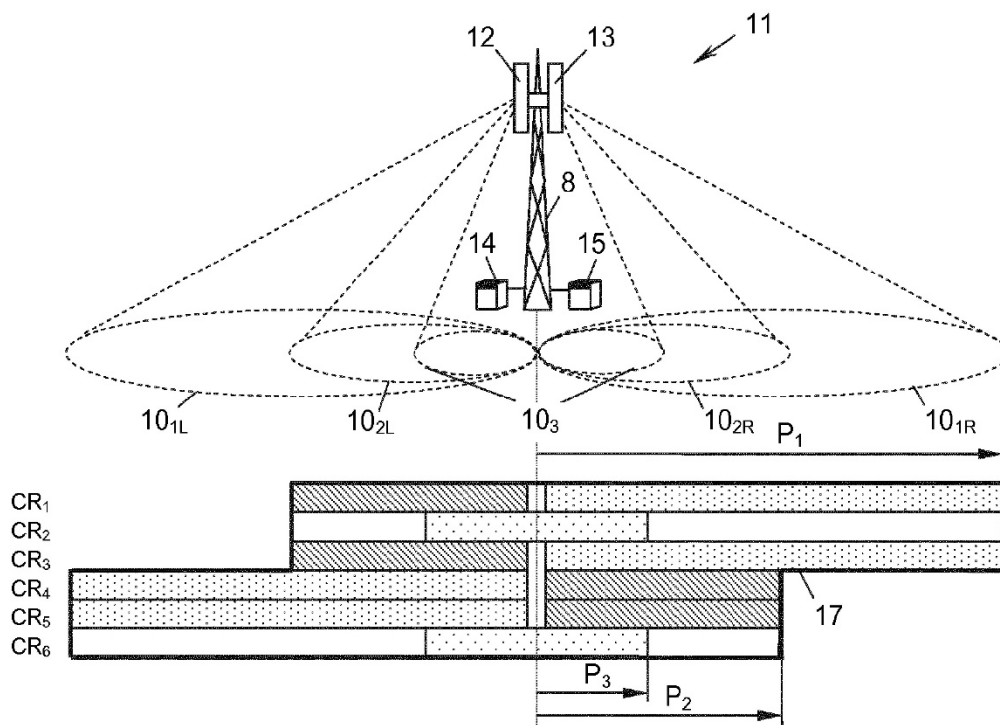


Fig. 9