

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 986 492**

51 Int. Cl.:

H04B 7/06 (2006.01)

H04L 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2015** **E 21168474 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2024** **EP 3890206**

54 Título: **Transmisión con formación de haces en un sistema celular**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.11.2024

73 Titular/es:

NOKIA SOLUTIONS AND NETWORKS OY
(100.0%)
Karakaari 7
02610 Espoo, FI

72 Inventor/es:

HAKOLA, SAMI-JUKKA y
TIIROLA, ESA TAPANI

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 986 492 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

Transmisión con formación de haces en un sistema celular

5 Campo técnico

La invención se refiere a las comunicaciones inalámbricas en un sistema de comunicación celular y, en particular, al uso de formación de haces en las transmisiones en una célula.

10 Antecedentes

La demanda creciente de servicios de comunicación inalámbrica aumenta constantemente y, como resultado, también aumenta el tráfico en los sistemas de comunicación celular. Se prevé que los futuros sistemas celulares funcionen utilizando frecuencias más altas, p. ej., frecuencias superiores a 3 gigahercios o, incluso, ondas milimétricas. Tal evolución puede requerir el desarrollo de técnicas de transmisión. Los documentos US-2014/055302 A1 y US-2014/098912 A1 analizan el rastreo de haces.

Breve descripción

20 El objeto de las reivindicaciones independientes se proporciona según un aspecto. Algunas realizaciones se definen en las reivindicaciones dependientes.

Uno o más ejemplos de implementaciones se exponen con más detalle en los dibujos adjuntos y en la descripción que sigue. Otras características resultarán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y de las reivindicaciones.

25

Breve descripción de los dibujos

A continuación, la invención se describirá con mayor detalle por medio de realizaciones a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, donde

30

la figura 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica al que se pueden aplicar realizaciones de la invención;

las figuras 2 y 3 ilustran procesos para adaptar configuraciones de transmisiones de haces de radio según algunas realizaciones de la invención;

35

las figuras 4 y 5 ilustran diagramas de señalización para adaptar un espacio de búsqueda de un dispositivo terminal según algunas realizaciones de la invención;

la figura 6 ilustra un diagrama para determinar calidades de señal de haces de radio según una realización de la invención;

40

la figura 7 ilustra un diagrama de señalización para adaptar adicionalmente el espacio de búsqueda del dispositivo terminal según una realización de la invención;

45 la figura 8 ilustra un procedimiento de emergencia del dispositivo terminal según una realización de la invención; y

las figuras 9 a 11 ilustran diagramas de bloques de estructuras de aparatos

según algunas realizaciones de la invención.

50

Descripción detallada de algunas realizaciones

Las siguientes realizaciones son ilustrativas. Aunque la especificación puede hacer referencia a “la”, “una” o “algunas” realizaciones en varios lugares del texto, esto no significa necesariamente que cada referencia se haga a las mismas realizaciones, o que una característica particular sólo se aplica a una única realización. Las características individuales de diferentes realizaciones también pueden combinarse para proporcionar otras realizaciones.

55

Las realizaciones descritas pueden implementarse en un sistema de radio, tal como en al menos uno de los siguientes: Interoperabilidad mundial para acceso por microondas (WiMAX), sistema global para comunicaciones móviles (GSM, 2G), red de acceso por radio GSM EDGE (GERAN), servicio general de radio por paquetes (GRPS), sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS, 3G) basado en acceso múltiple básico por división de código de banda ancha (W-CDMA), acceso a paquetes de alta velocidad (HSPA), evolución a largo plazo (LTE), LTE-Avanzado y/o sistema 5G. Sin embargo, las presentes realizaciones no se limitan a estos sistemas.

60

65 Sin embargo, las realizaciones no están restringidas al sistema que se proporciona como un ejemplo, sino que un experto en la técnica puede aplicar la solución a otros sistemas de comunicación proporcionados con las propiedades

necesarias. Se supone que un sistema 5G usa técnicas de antena de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), una cantidad mucho más elevada de estaciones base o nodos que LTE (un denominado concepto de células pequeñas), incluyendo macrositios que funcionan en colaboración con estaciones más pequeñas y quizás también empleando una variedad de tecnologías de radio para una mejor cobertura y velocidades de transmisión de datos potenciadas. Es probable que el 5G esté compuesto por más de una tecnología de acceso por radio (RAT), estando cada RAT optimizada para ciertos casos de uso y/o espectro. Las comunicaciones móviles 5G tendrán una gama más amplia de casos de uso y aplicaciones relacionadas, incluida la transmisión de video, la realidad aumentada, diferentes maneras de compartir datos y diversas formas de aplicaciones tipo máquina, incluida la seguridad vehicular, diferentes sensores y control en tiempo real. Se prevé que el 5G tenga múltiples interfaces de radio, concretamente por debajo de 6 GHz, cmOnda y mmOnda, y que también sea integrable con tecnologías de acceso por radio heredadas existentes, tal como LTE. La integración con LTE puede implementarse, al menos en la fase inicial, como un sistema, donde la macrocobertura es proporcionada por LTE y el acceso de interfaz de radio 5G procede de células pequeñas mediante la agregación a LTE. En otras palabras, se planea que 5G soporte tanto la operatividad entre RAT (tal como LTE-5G) como la operatividad entre interfaces entre radios, tal como por debajo de 6 GHz, cmOnda, por debajo de 6 GHz, cmOnda, mmOnda. Uno de los conceptos que se considera utilizado en las redes 5G es el corte de red, donde se pueden crear múltiples subredes virtuales (instancias de red) independientes y dedicadas dentro de la misma infraestructura para ejecutar servicios que tienen diferentes requisitos de latencia, fiabilidad, rendimiento y movilidad. Debe apreciarse que las redes futuras usarán lo más probablemente virtualización de funciones de red (NFV) que es un concepto de arquitectura de red que propone virtualizar funciones de nodo de red para dar "bloques de construcción" o entidades que pueden conectarse o vincularse operativamente entre sí para proporcionar servicios. Una función de red virtualizada (VNF) puede comprender una o más máquinas virtuales que ejecutan códigos de programa informático usando servidores convencional o generales en lugar de hardware personalizado. También se puede usar el almacenamiento de datos o cálculo en la nube. En comunicaciones de radio, esto puede significar que operaciones de nodo se lleven a cabo, al menos parcialmente, en un servidor, anfitrión o nodo operativamente acoplado a un cabezal de radio remoto. También es posible que las operaciones de nodo se distribuyan entre una pluralidad de servidores, nodos o anfitriones. También debe entenderse que la distribución de tareas entre operaciones de red central y operaciones de estación base puede diferir de la de la LTE o incluso no existir. Algunos otros avances tecnológicos que probablemente se utilicen son las redes definidas por software (SDN), los macrodatos y todo IP, que pueden cambiar la forma en que se construyen y administran las redes.

Algunas realizaciones de la presente invención se pueden aplicar a un sistema de comunicación celular que aplica formación de haces a transmisiones en una célula. La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicación celular de este tipo. Las redes de comunicación por radio celulares, como la evolución a largo plazo (LTE), el LTE- Avanzado (LTE-A) del Proyecto de Asociación de 3ª Generación (3GPP), o las soluciones 5G previstas para el futuro, están compuestas normalmente por al menos un elemento de red, tal como un nodo 110 de red, que proporciona una célula 100. La célula 100 puede ser, por ejemplo, una macrocélula, una microcélula, una femtocélula o una picocélula, por ejemplo. El nodo 110 de red puede ser un Nodo B evolucionado (eNB) como en LTE y LTE-A, un controlador de red de radio (RNC) como en UMTS, un controlador de estación base (BSC) como en GSM/GERAN, o cualquier otro aparato capaz de controlar la comunicación de radio y gestionar los recursos de radio dentro de la célula 100. Para las soluciones 5G, la implementación puede ser similar a la de LTE-A, como se describió anteriormente. El nodo 110 de red puede ser una estación base o un nodo de acceso. El sistema de comunicación celular puede estar compuesto por una red de acceso por radio de nodos de red similar al nodo 110 de red, cada uno de los cuales controla una célula o células respectivas.

El nodo 110 de red puede conectarse, además, a través de una interfaz de red central a una red central 130 del sistema de comunicación celular. En una realización, la red central 130 puede denominarse núcleo de paquetes evolucionado (EPC) según la terminología de LTE. La red central 130 puede comprender una entidad de gestión de movilidad (MME) y un elemento 134 de red de enrutamiento de datos. En el contexto de LTE, la MME rastrea la movilidad de los dispositivos terminales 120 y lleva a cabo el establecimiento de servicios portadores entre los dispositivos terminales 120 y la red central 130. En el contexto de LTE, el elemento de red de enrutamiento de datos puede denominarse puerta de enlace de evolución de arquitectura de sistema (SAE-GW). Puede configurarse para llevar a cabo el enrutamiento de paquetes hacia/desde los dispositivos terminales 120 desde/hacia otras partes del sistema de comunicación celular y hacia otros sistemas u otras redes, p. ej., Internet.

Como se describió anteriormente, el nodo 110 de red puede emplear formación de haces en la transmisión de señales de radio en la célula 100. Como se conoce en el campo de las comunicaciones inalámbricas, la formación de haces, también denominada filtrado espacial, se refiere a una transmisión o recepción direccional. La orientación de un haz de radio se puede lograr mediante técnicas de procesamiento de señales digitales y/o analógicas y el uso de múltiples elementos de antena que forman una matriz de antenas. Por ejemplo, la orientación se puede lograr al combinar elementos en una matriz de antenas en fase de tal manera que las señales en ángulos particulares experimenten interferencia constructiva mientras que otras experimenten interferencias destructivas. La formación de haces se puede utilizar en un transmisor y/o en un receptor para lograr selectividad espacial. La selectividad espacial da como resultado una mejora en comparación con la transmisión/recepción omnidireccional, en donde la mejora se denomina ganancia de transmisión/recepción. El nodo de red puede emplear dos tipos de haces de radio: un primer tipo de haz 114 de radio que cubre sustancialmente toda la célula 100; y un segundo tipo de haz 112 de radio que cubre una porción de la célula 100. Cuando la célula 100 es un tipo de célula de sector entre una pluralidad de sectores

establecidos por el nodo 110 de red, el primer tipo de haz de radio puede denominarse haz de sector. Convencionalmente, los sistemas de comunicación celular se basan en el primer tipo de haces de radio para transmisiones del plano de control (sincronización de enlace descendente, difusión, señales de referencia comunes basadas en puerto de antena, etc.) y recepción (p. ej., canal de acceso aleatorio, RACH). Un sistema que opere en frecuencias portadoras más altas, tal como un sistema 5G, puede requerir una mayor ganancia de antena, lo cual se puede lograr utilizando haces de radio del segundo tipo. Para soportar tamaños de célula con distancias entre sitios de decenas a cientos de metros, tanto el control común como la señalización relacionada con el plano de usuario pueden utilizar haces de radio que son más estrechos que el haz de radio de todo el sector. La solución es el segundo tipo de haz de radio.

En algunas realizaciones, el nodo de red puede emplear el haz de radio del primer tipo en la transmisión de mensajes de control comunes. Los mensajes de control comunes pueden definirse como mensajes dirigidos a una pluralidad de dispositivos terminales o, incluso, a todos los dispositivos terminales ubicados en la célula 100. El nodo de red puede emplear el haz o los haces de radio del segundo tipo en la transmisión de mensajes de control específicos del dispositivo terminal, p. ej., mensajes dirigidos a un dispositivo terminal individual ubicado en la célula. En algunas realizaciones, el haz de radio del primer tipo puede usarse en la transmisión de los mensajes de control específicos del dispositivo terminal y/o los haces de radio del segundo tipo pueden usarse en la transmisión de los mensajes de control comunes.

Debido al presupuesto de energía de transmisión o las limitaciones de arquitectura, el nodo 110 de red puede tener una cantidad limitada de haces de radio con la ganancia de antena deseada disponible a un mismo tiempo. Esto significa que el nodo 110 de red puede tener que realizar una transmisión alterna de los haces de radio de modo que solo un subconjunto de los haces de radio esté activo a un mismo tiempo.

El dispositivo terminal puede escanear el canal en busca de un haz de radio que porte un mensaje desde el nodo 110 de red hasta el dispositivo terminal 120. Cuando el dispositivo terminal 120 tiene datos de enlace descendente o ascendente planificados dinámicamente, el dispositivo terminal 120 necesita verificar si hay o no una concesión de planificación transmitida por el nodo 110 de red. La adaptación de enlaces puede aplicarse a la transmisión de la señalización de control que porta la concesión de planificación hasta el dispositivo terminal. Por ejemplo, en el sistema LTE, el nodo 110 de red puede añadir elementos de canal de control (CCE) basándose en un esquema de modulación y codificación (MCS) seleccionado al añadir CCE por el factor de uno, dos, cuatro u ocho de manera de bucle abierto. La cantidad de CCE necesaria puede depender de la velocidad de codificación de canales que define la cantidad de símbolos transmitidos. Como la cantidad de CCE es variable y puede no señalizarse por el nodo 110 de red, el dispositivo terminal puede realizar una detección ciega para determinar la cantidad de CCE usada para la señalización. Además, el canal de control puede tener múltiples formatos y el dispositivo terminal no necesariamente conoce el formato *a priori*. La cantidad de configuraciones diferentes para los CCE define un espacio de búsqueda desde donde el dispositivo terminal escanea en busca del mensaje. El espacio de búsqueda puede definir configuraciones de escaneo para el dispositivo terminal 120. Diferentes configuraciones de escaneo pueden definir diferentes configuraciones de adaptación de enlaces, tales como MCS candidatos, diferentes haces de radio asociados con el dispositivo terminal y/o uno o más formatos del mensaje. Como puede observarse, a medida que aumenta la cantidad de variables diferentes en el espacio de búsqueda, la cantidad de configuraciones de escaneo diferentes aumenta exponencialmente. En consecuencia, puede resultar ventajosa la reducción del espacio de búsqueda. Además, también puede resultar ventajosa la adaptación del espacio de búsqueda al entorno operativo actual.

Las figuras 2 y 3 ilustran algunas realizaciones de un proceso para adaptar el espacio de búsqueda del dispositivo terminal 120. La figura 2 ilustra un proceso para adaptar el espacio de búsqueda en el dispositivo terminal, mientras que la figura 3 ilustra un proceso para adaptar configuraciones de haz de radio asociadas con el dispositivo terminal. Haciendo referencia a la figura 2, el proceso comprende en el dispositivo terminal 120: escanear (bloque 200) en busca de al menos un mensaje entre una pluralidad de haces de radio en una célula según un espacio de búsqueda que define una pluralidad de configuraciones de escaneo; medir (bloque 202) una calidad de señal de al menos un haz de radio en la célula; adaptar (bloque 204) el espacio de búsqueda basándose en la calidad de señal medida; y realizar dicho escaneo en busca del al menos un mensaje según el espacio de búsqueda adaptado.

Haciendo referencia a la figura 3, el proceso comprende en el nodo 110 de red: provocar (bloque 300) la transmisión de una pluralidad de haces de radio en una célula, en donde dicha pluralidad de haces de radio comprende una pluralidad de configuraciones de formación de haces diferentes; recibir (bloque 302), desde un dispositivo terminal 120, un mensaje que identifica al menos uno de la pluralidad de haces de radio y que comprende un elemento de información que indica la calidad de canal para cada uno del al menos uno identificado de la pluralidad de haces de radio; adaptar (bloque 304), basándose en el elemento de información recibido para cada uno del al menos uno identificado de la pluralidad de haces de radio, al menos una configuración de haz de radio asociada con el dispositivo terminal; y provocar (bloque 306) la transmisión de un mensaje al dispositivo terminal según una configuración de haz de radio actualmente asociada con el dispositivo terminal.

En una realización, el nodo de red adapta una cantidad de configuraciones de haz de radio asociadas con el dispositivo terminal. En una realización, la cantidad de configuraciones de haz de radio asociadas con el dispositivo terminal en el nodo 110 de red es igual a la cantidad de configuraciones de escaneo en el espacio de búsqueda del dispositivo

terminal. El espacio de búsqueda y las configuraciones de haz de radio se pueden adaptar basándose en el mismo criterio o los mismos criterios y, en consecuencia, se puede mejorar la flexibilidad del nodo de red y la eficiencia del dispositivo terminal 120.

5 La adaptación de la cantidad de configuraciones de haz de radio utilizadas para transmitir el mensaje al dispositivo terminal 120 permite que el dispositivo terminal 120 adapte el espacio de búsqueda en consecuencia. Cuando se reduce la cantidad de configuraciones de haz de radio disponibles para su uso en transmisiones al dispositivo terminal, el dispositivo terminal 120 puede reducir el espacio de búsqueda y reducir la carga computacional y el consumo de energía. Por otro lado, el aumento de la cantidad de configuraciones de haz de radio permite que el dispositivo terminal
10 aumente el espacio de búsqueda y proporcione al nodo de red más flexibilidad en la asignación de la configuración de haz de radio para el mensaje.

En una realización, dicha adaptación del espacio de búsqueda comprende eliminar al menos una configuración de parámetros de adaptación de enlaces de al menos un haz de radio del espacio de búsqueda. En una realización, dicha
15 eliminación comprende eliminar al menos una configuración de esquema de modulación y codificación de al menos un haz de radio del espacio de búsqueda.

En otra realización, dicha adaptación del espacio de búsqueda comprende eliminar al menos un haz de radio del
20 espacio de búsqueda.

En una realización, dicha adaptación del espacio de búsqueda comprende añadir al menos una configuración de parámetros de adaptación de enlaces al espacio de búsqueda. En una realización, dicha adición comprende añadir al
menos una configuración de esquema de modulación y codificación desde el espacio de búsqueda.

En otra realización, dicha adaptación del espacio de búsqueda comprende añadir al menos un haz de radio del espacio
25 de búsqueda.

En una realización, dicha adaptación de una configuración de haz de radio comprende adaptar al menos una configuración de parámetros de adaptación de enlaces de un haz de radio. En una realización, dicha adaptación
30 comprende adaptar al menos una configuración de esquema de modulación y codificación del haz de radio. La adaptación puede comprender cambiar el MCS para ese haz, eliminar una posible configuración de MCS de ese haz o añadir una nueva configuración de MCS posible desde ese haz.

En una realización, dicha adaptación de la configuración de haz de radio comprende eliminar el haz de radio de un
35 conjunto de haces de radio al que el nodo de red asigna mensajes dirigidos al dispositivo terminal.

En una realización, dicha adaptación de la al menos una configuración de haz de radio comprende adaptar la cantidad de configuraciones de haz de radio asociadas con el dispositivo terminal. Tal adaptación puede comprender añadir al
40 menos una configuración de parámetros de adaptación de enlaces de al menos un haz de radio. En una realización, dicha adición comprende añadir al menos una configuración de esquema de modulación y codificación del al menos un haz de radio. En una realización, dicha adaptación de la cantidad de configuraciones de haz de radio comprende aumentar la cantidad de haces de radio en un conjunto de haces de radio al que el nodo de red asigna mensajes dirigidos al dispositivo terminal. En tales realizaciones, la cantidad de configuraciones de haz de radio puede
45 considerarse un conjunto candidato de configuraciones de haz de radio a partir del que el nodo de red puede seleccionar de manera flexible una configuración de haz de radio para cada haz de radio que porta un mensaje al dispositivo terminal.

En una realización, el dispositivo terminal puede aplicar un espacio de búsqueda diferente cuando escanea en busca de los mensajes de control comunes que cuando escanea en busca de los mensajes de control específicos del
50 dispositivo terminal. Por ejemplo, el nodo de red puede emplear parámetros de adaptación de enlaces más robustos para los mensajes de control comunes y, en consecuencia, el dispositivo terminal puede usar una cantidad menor de configuraciones de adaptación de enlaces diferentes en el espacio de búsqueda de los mensajes de control comunes que en el espacio de búsqueda de los mensajes de control específicos del dispositivo terminal. El haz o los haces utilizados para portar mensajes específicos del dispositivo terminal también pueden usarse para señalización de
55 control común donde un canal de control común y un canal específico del dispositivo terminal pueden asignarse a diferentes recursos de radio en tiempo, frecuencia, espacio y/o dominio del código. La señalización de control común normalmente está dirigida a todos los dispositivos terminales de la célula y, por lo tanto, un haz utilizado para la transmisión puede no tener una ganancia de formación de haces óptima hacia todos los UE objetivo. Por ese motivo, el nodo de red puede utilizar un conjunto de parámetros de adaptación de enlaces más robusto para la señalización
60 de control común que para el control específico del dispositivo terminal en relación con el mismo haz de radio. Describamos ahora algunas realizaciones de los procesos de las figuras 2 y 3 en la vista de la comunicación entre el dispositivo terminal 120 y el nodo 110 de red. La figura 4 ilustra un diagrama de señalización según una realización. Haciendo referencia a la figura 4, el nodo 110 de red puede transmitir, en la etapa 400, una pluralidad de haces de radio en la célula 100 de modo que cada haz de radio se transmita con una configuración de haz de radio diferente.
65 Por ejemplo, se puede aplicar una configuración de formación de haces diferente a cada haz de radio. Los haces de radio pueden comprender al menos un haz de radio del segundo tipo (haz de radio con formación de haces). La etapa

400 puede ser una realización del bloque 300. En algunas realizaciones, los haces de radio pueden comprender al menos un haz de radio del primer tipo, que cubre toda la célula 100.

5 En el bloque 402, el dispositivo terminal 120 puede escanear en busca de un mensaje, p. ej., un mensaje de control, entre los haces de radio. El dispositivo terminal 120 puede aplicar configuraciones de escaneo definidas por el espacio de búsqueda en el escaneo (véase el bloque 200). Por ejemplo, el dispositivo terminal puede buscar un haz de radio determinado comprendido en el espacio de búsqueda. Como otro ejemplo, el dispositivo terminal 120 puede intentar la recepción con una pluralidad de configuraciones de parámetros de adaptación de enlaces diferentes comprendidas en el espacio de búsqueda, p. ej., diferentes configuraciones de MCS. Al procesar una señal recibida según una configuración de parámetros de adaptación de enlaces determinada, el dispositivo terminal 120 puede realizar una verificación de corrección de errores (p. ej., verificación de redundancia cíclica, CRC). Si la verificación de corrección de errores indica una recepción correcta, el dispositivo terminal puede determinar que el mensaje ha sido descubierto y reenviar el mensaje para su extracción. El dispositivo terminal también puede finalizar el escaneo o comenzar a escanear en busca de un siguiente mensaje. Por otro lado, si la verificación de corrección de errores indica una recepción errónea, el dispositivo terminal puede intentar la recepción con una configuración diferente. De esta manera, el dispositivo terminal puede realizar una detección ciega del mensaje en el espacio de búsqueda.

20 En el bloque 404, el dispositivo terminal mide los haces de radio que el dispositivo terminal es capaz de recibir. La medición del bloque 404 se puede aplicar a haz o haces de radio comprendidos en el espacio de búsqueda y, en algunas realizaciones, incluso a un haz de radio que no está comprendido en el espacio de búsqueda. El dispositivo terminal 120 puede medir un indicador de resistencia de señal recibida (RSSI) para cada haz de radio o puede medir otra métrica que indique la calidad de recepción del haz de radio o el estado de canal entre el nodo 110 de red y el dispositivo terminal 120. En el bloque 406, el dispositivo terminal puede determinar la calidad de señal de los haces medidos y adaptar el espacio de búsqueda según la calidad de señal determinada. Por lo tanto, el bloque 406 puede considerarse una realización del bloque 204. En la realización de la figura 4, el dispositivo terminal realiza la adaptación del espacio de búsqueda de forma autónoma basándose en la calidad de señal de los haces de radio. Sin embargo, el dispositivo terminal 120 puede transmitir al nodo 110 de red un mensaje que identifica al menos un haz de radio medido y que comprende un elemento de información que indica la calidad de señal para el al menos un haz de radio medido (bloque 408).

30 Al recibir el mensaje en la etapa 408, el nodo de red puede adaptar, basándose en el elemento de información recibido para cada uno del al menos uno identificado de la pluralidad de haces de radio, las configuraciones de haz de radio asociadas con el dispositivo terminal (bloque 410). Por ejemplo, si la calidad de señal de un haz de radio está por debajo de un umbral determinado, el nodo 110 de red puede eliminar el haz de radio de un conjunto de haces de radio asociados con el dispositivo terminal. Desde otra perspectiva, el nodo de red puede desactivar la configuración de haz de radio. Por otro lado, si una calidad de señal de un haz de radio no comprendido en la configuración de haz de radio asociado con el dispositivo terminal supera el umbral u otro umbral, el nodo de red puede añadir un haz de este tipo al conjunto de haces de radio asociados con el dispositivo terminal. Desde otra perspectiva, el nodo de red puede activar la configuración de haz de radio. Como otro ejemplo, el nodo de red puede adaptar la configuración de haz de radio de un haz de radio al seleccionar parámetros de adaptación de enlaces para el haz de radio basándose en la calidad de señal recibida.

45 La realización de la figura 4 permite una comprensión común del canal entre el dispositivo terminal 120 y el nodo de red para cada haz de radio medido. En consecuencia, el nodo de red puede seleccionar una configuración de haz de radio apropiada para el canal y el dispositivo terminal puede adaptar el espacio de búsqueda de modo que el espacio de búsqueda se mapee a la configuración de haz de radio seleccionada. Algunas realizaciones de cómo se realiza el mapeo se describen a continuación en relación con la figura 6 y la tabla 1.

50 En la realización de la figura 4, el dispositivo terminal 120 adapta el espacio de búsqueda de forma autónoma basándose en las mediciones. En la realización de la figura 5, el nodo de red asigna el espacio de búsqueda al dispositivo terminal. En la figura 5, las etapas o las operaciones indicadas mediante los mismos números de referencia que en la figura 4 representan operaciones iguales o sustancialmente similares. Haciendo referencia a la figura 5, el nodo de red transmite los haces de radio en la etapa 400 y el dispositivo terminal mide los haces que es capaz de recibir en el bloque 500. El dispositivo terminal 120 también puede determinar la calidad de señal para cada haz de radio medido en el bloque 500. En la etapa 408, el dispositivo terminal transmite un mensaje de control de enlace ascendente que comprende un elemento de información para al menos un haz de radio, identificando el elemento de información el haz de radio correspondiente y la calidad de señal del haz de radio. El dispositivo terminal puede enviar el elemento de información para cada haz de radio que ha medido o un subconjunto de haces de radio medidos. Al recibir el elemento o los elementos de información, el nodo 110 de red determina el espacio de búsqueda para el dispositivo terminal basándose en el elemento o los elementos de información recibidos. De forma adicional, el nodo de red puede adaptar la cantidad de configuraciones de haz de radio del dispositivo terminal basándose en el elemento o los elementos de información recibidos.

65 En otra realización de la etapa 408, el dispositivo terminal transmite un mensaje de control de enlace ascendente que comprende un elemento de información correspondiente al conjunto de haces de radio que es capaz de recibir y medir, indicando el elemento de información la calidad de señal común de los haces de radio seleccionados. La calidad de

señal común puede indicarse con un valor de calidad de señal que indica la calidad de señal para una pluralidad de haces de radio. Al recibir el elemento o los elementos de información, el nodo 110 de red determina el espacio de búsqueda para el dispositivo terminal basándose en el elemento o los elementos de información recibidos. El dispositivo terminal puede configurarse, además, como una señal de referencia que es utilizada por el nodo de red para transmitir el canal de control desde cualquiera de los haces de radio seleccionados, y utilizada por el dispositivo terminal para recibir el canal de control.

En una realización del bloque 502, el nodo de red puede añadir/eliminar haces de radio en/desde el espacio de búsqueda y/o adaptar configuraciones de adaptación de enlaces de cada haz de radio comprendido en el espacio de búsqueda. En la etapa 504, el nodo de red transmite un mensaje de control al dispositivo terminal, empleando una configuración de haz de radio mapeada al espacio de búsqueda anterior actualmente válido del dispositivo terminal. El mensaje de control puede comprender al menos un elemento de información que indica el espacio de búsqueda adaptado al dispositivo terminal. El mensaje de control puede ser un mensaje de control específico del dispositivo terminal que indica el espacio de búsqueda adaptado solo al dispositivo terminal 120, o el mensaje de control puede ser un mensaje de control común que indica el espacio de búsqueda adaptado al dispositivo terminal y a al menos otro dispositivo terminal, p. ej., todos los dispositivos terminales en la célula 100. Al recibir y detectar el mensaje de control en la etapa 504, el dispositivo terminal puede adaptar el espacio de búsqueda al espacio de búsqueda indicado en el mensaje de control recibido. El espacio de búsqueda adaptado puede utilizarse, entonces, en la detección ciega de futuros mensajes de enlace descendente.

En una realización del bloque 502, el nodo de red selecciona una nueva configuración de haz de radio que está comprendida en el espacio de búsqueda adaptado del dispositivo terminal. El mensaje de control de la etapa 504 puede transmitirse de todos modos en la antigua configuración de haz de radio y la nueva configuración de haz de radio puede aplicarse después de que se haya configurado en el dispositivo terminal 120.

El espacio de búsqueda seleccionado en los bloques 406 y 502 puede comprender una cantidad mayor de configuraciones de escaneo que la cantidad de configuraciones de haz de radio donde los mensajes de enlace descendente pueden transmitirse al dispositivo terminal. Esto puede permitir una rápida adaptación de enlaces o selección de haces de radio sin una nueva adaptación del espacio de búsqueda.

Describamos ahora la adaptación del espacio de búsqueda a la calidad de señal medida haciendo referencia a la figura 6. La figura 6 ilustra un diagrama que indica una calidad de señal medida para una pluralidad de haces de radio n.^o A a n.^o F. Los haces de radio se pueden medir y la calidad de señal se puede determinar mediante el dispositivo terminal 120 en el bloque 406 o 500. La figura 6 clasifica la calidad de señal de un haz de radio en uno de una pluralidad de rangos (cuatro rangos en la figura 4, aunque la cantidad es ilustrativa) según las mediciones. Los umbrales para los rangos pueden configurarse previamente para el UE o indicarse al UE mediante el eNB. El rango 4 puede indicar una calidad de señal alta, mientras que el rango 1 puede indicar una calidad de señal deficiente. En consecuencia, se determina que los haces n.^o B y n.^o D proporcionan la calidad de señal lo más alta, mientras que se determina que el haz n.^o E proporciona la calidad de señal lo más baja. Los rangos se pueden mapear al uso de configuraciones de adaptación de enlaces en el espacio de búsqueda. La tabla 1 ilustra un ejemplo del mapeo, en donde la configuración de adaptación de enlaces está representada por un esquema de modulación y codificación (MCS).

Tabla 1

| | Haz n. ^o A | Haz n. ^o B | Haz n. ^o C | Haz n. ^o D | Haz n. ^o E | Haz n. ^o F |
|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| MCS1 | Usado | Usado | Usado | Usado | Usado | Usado |
| MCS2 | Usado | Usado | Usado | Usado | N/A | Usado |
| MCS3 | N/A | Usado | Usado | Usado | N/A | N/A |
| MCS4 | N/A | Usado | N/A | Usado | N/A | N/A |

Haciendo referencia a la tabla 1, MCS1 puede representar un MCS más fuerte adaptado a condiciones de canal deficientes, mientras que MCS 4 puede representar un MCS que proporciona velocidades de datos más altas, pero menos tolerancia ante condiciones de canal deficientes y ruido. MCS1 se puede mapear al rango 1, MCS2 al rango 2, MCS3 al rango 3 y MCS 4 al rango 4. En la tabla 1, "Usado" indica que el MCS correspondiente está comprendido en el espacio de búsqueda para el haz de radio respectivo. Como puede observarse en la tabla 1, el MCS mapeado al rango al que está actualmente vinculada la calidad de señal del haz de radio está comprendido en el espacio de búsqueda. De forma adicional, todos los MCS más fuertes también están comprendidos en el espacio de búsqueda. Por ejemplo, todas las configuraciones de MCS están comprendidas en el espacio de búsqueda de los haces de radio de alta calidad n.^o B y n.^o D. Por otro lado, los MCS de alta velocidad de datos se excluyen del espacio de búsqueda de los haces de radio que se determina que proporcionan una calidad de señal deficiente. Por ejemplo, las configuraciones de MCS MCS3 y MCS4 se excluyen del espacio de búsqueda para el haz de radio n.^o A. Se puede considerar que la detección correcta de un mensaje con una configuración de MCS de este tipo no tendrá éxito cuando la calidad de señal sea tan baja.

En una realización de la tabla 1, al menos la configuración de MCS MCS1 puede excluirse del espacio de búsqueda para el haz de radio n.^o B o n.^o D. Se puede considerar que el nodo de red intentará optimizar la cantidad de recursos de transmisión en la transmisión de los mensajes cuando la calidad de señal de un haz de radio sea alta y, por lo tanto, no empleará una configuración de MCS que utilice los recursos excesivamente. En general, el espacio de búsqueda puede comprender la configuración de adaptación de enlaces directamente mapeada a la calidad de señal y una cantidad determinada de configuraciones de adaptación de enlaces que son adyacentes a esa configuración de adaptación de enlaces de modo que al menos una configuración de adaptación de enlaces se excluya del espacio de búsqueda para cada haz de radio.

Como otra realización relacionada con la adaptación del espacio de búsqueda a la calidad de señal medida indicada en la figura 6, los haces de radio por debajo de un cierto umbral pueden excluirse del espacio de búsqueda. El umbral puede determinarse en términos de rangos. Por ejemplo, los haces de radio que caigan hasta el rango 1 (n.^o E) pueden excluirse del espacio de búsqueda.

En caso de que el nodo de red no pueda determinar la calidad de señal de los haces de radio, p. ej., si no recibe el mensaje en la etapa 408, el nodo de red puede emplear la configuración de adaptación de enlaces más fuerte. De forma adicional, o alternativamente, el nodo de red puede mantener los haces de radio actualmente asociados con el dispositivo terminal.

Como se describió anteriormente en relación con la figura 1, el nodo 110 de red puede transmitir los haces de radio de manera alternante de modo que solo un subconjunto de haces de radio esté activo a un mismo tiempo. En consecuencia, el dispositivo terminal 120 no es capaz de detectar todos los haces de radio en ningún instante de tiempo. Más detalladamente, aunque un haz de radio determinado estuviera comprendido en el espacio de búsqueda del dispositivo terminal, la configuración o las configuraciones de escaneo correspondientes del haz de radio no darán como resultado la detección del mensaje si el haz de radio no se transmite. Para reducir aún más el espacio de búsqueda del dispositivo terminal en tal situación, el nodo de red puede indicar el conjunto de haces de radio actualmente activo. La figura 7 ilustra una realización de este tipo.

Haciendo referencia a la figura 7, el nodo 110 de red puede transmitir un mensaje de configuración de haz en la etapa 700. El nodo de red puede determinar, en primer lugar, un conjunto de haces de radio de transmisión para la célula 100, en donde el conjunto de haces de radio de transmisión es un subconjunto de todos los haces de radio soportados por el nodo de red. El conjunto de haces de radio de transmisión se puede determinar durante un período de tiempo determinado, p. ej., durante la duración de una o más tramas o uno o más subtramas, y se puede seleccionar un nuevo conjunto de haces de radio de transmisión para un período de tiempo posterior. Al determinar el conjunto de haces de radio de transmisión, se pueden incluir identificadores de esos haces de radio en el mensaje de configuración de haz transmitido en la etapa 700.

En una realización, el mensaje de configuración de haz se transmite al comienzo de una parte de canal de control de enlace descendente de una subtrama y puede indicar el conjunto de haces de radio de transmisión activo para la subtrama y, en algunas realizaciones, para una o más subtramas posteriores. La tabla 2 a continuación ilustra una realización donde el nodo de red soporta un total de 21 haces de radio espacialmente únicos para la célula.

Tabla 2

| | Dominio angular horizontal celular | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Dominio angular vertical celular | 1: Sí | 2: No | 3: No | 4: Sí | 5: No | 6: No | 7: No |
| | 8: No | 9: Sí | 10: No | 11: No | 12: No | 13: Sí | 14: No |
| | 15: No | 16: Sí | 17: No | 18: No | 19: Sí | 20: No | 21: No |

El mensaje de configuración de haz correspondiente a la tabla 2 indicaría al dispositivo terminal que los haces 1, 4, 9, 13, 16 y 19 están disponibles para señalización de enlace descendente, señalización de enlace ascendente y/o transmisión de datos en una o más subtramas. La tabla 3 indica una configuración posterior para la siguiente o las siguientes subestructuras:

Tabla 3

| | Dominio angular horizontal celular | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Dominio angular vertical celular | 1: No | 2: No | 3: No | 4: No | 5: No | 6: Sí | 7: No |
| | 8: No | 9: Sí | 10: Sí | 11: No | 12: Sí | 13: No | 14: Sí |
| | 15: Sí | 16: No | 17: No | 18: No | 19: No | 20: No | 21: No |

Al recibir el mensaje de configuración de haz en la etapa 700, el dispositivo terminal 120 puede adaptar el espacio de búsqueda al conjunto de haces de radio de transmisión indicados en el mensaje de configuración de haz (bloque 702). Por ejemplo, el dispositivo terminal puede eliminar del espacio de búsqueda al menos un haz de radio no identificado en el mensaje de configuración de haz. El dispositivo terminal puede añadir al espacio de búsqueda un haz de radio identificado en el mensaje de configuración de haz. El dispositivo terminal puede emplear un criterio adicional al considerar añadir el haz de radio al espacio de búsqueda. Por ejemplo, si las mediciones en el bloque 404 indican que la calidad de señal del haz de radio es baja, el dispositivo terminal puede determinar no añadir el haz de radio al espacio de búsqueda aunque se esté transmitiendo. Si la calidad de señal del haz de radio es alta, el dispositivo terminal puede determinar añadir el haz de radio al espacio de búsqueda. A continuación, el proceso puede continuar con la búsqueda del mensaje de control desde el espacio de búsqueda de la manera descrita anteriormente utilizando el espacio de búsqueda adaptado en el bloque 702. El espacio de búsqueda puede adaptarse, además, según una cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente en relación con las figuras 4 a 6, p. ej., al adaptar las configuraciones de adaptación de enlaces de los haces de radio identificados en el mensaje de configuración de haz y comprendidos en el espacio de búsqueda. Cuando la configuración de haz expira, el nodo de red puede transmitir un nuevo mensaje de configuración de haz (etapa 700 al final de la figura 7).

En una realización, los haces de radio soportados por el nodo de red pueden clasificarse en haces de radio primarios y haces de radio secundarios. Los haces primarios pueden usarse para una conectividad básica, tal como la transmisión de una señal de descubrimiento o una señal de sincronización, y/o una medición de recursos de radio de monitorización de enlaces de radio. Los haces de radio primarios pueden usarse, de forma adicional, para transmitir mensajes y/o datos de control específicos del dispositivo terminal. La transmisión de los haces primarios se puede planificar de modo que los haces primarios juntos cubran toda la célula dentro de un intervalo de tiempo determinado, p. ej., dentro de una franja horaria o dentro de algunas franjas horarias. Los haces de radio secundarios se pueden usar como haces de radio específicos del dispositivo terminal para mejorar las velocidades de datos, por ejemplo. Pueden planificarse según sea necesario y el nodo de red puede no emplear ningún requisito con respecto a su cobertura a nivel celular.

Como el dispositivo terminal 120 puede tener una conexión con el nodo 110 de red a través de al menos un haz primario, se puede asociar un espacio de búsqueda común con los haces primarios. El espacio de búsqueda común puede ser un espacio de búsqueda empleado por una pluralidad de dispositivos terminales o incluso todos los dispositivos terminales en la célula 100. Los mensajes de control comunes pueden transmitirse solo en haces primarios. Tales mensajes de control comunes pueden comprender información de sistema, información de búsqueda, respuestas de canales de acceso aleatorio y/o comandos de control de energía de transmisión de enlace ascendente. De forma adicional, se puede asociar un espacio de búsqueda específico del dispositivo terminal con haces tanto primarios como secundarios por dispositivo terminal.

En una realización, el nodo de red transmite el mensaje de configuración de haz como mensaje de control común. El mensaje de configuración de haz puede tener un formato de información de control de enlace descendente (DCI) único con una CRC única. El nodo 110 de red puede elegir si transmitir o no el mensaje de configuración de haz. En consecuencia, la configuración de haz puede considerarse una cortesía del nodo de red y el nodo de red puede transmitir el mensaje de configuración de haz solo en determinadas ocasiones, p. ej., cuando tiene excedentes de recursos de transmisión disponibles. El nodo 110 de red puede elegir la subtrama o las subtramas donde se transmite el mensaje de configuración de haz. Además, el nodo de red puede seleccionar un haz de radio o unos haces de radio que portan el mensaje de configuración de haz.

El mensaje de configuración de haz puede usarse para asistir al dispositivo terminal 120 en transmisiones de enlace ascendente. El mensaje de configuración de haz puede, por ejemplo, indicar qué haces de radio se utilizan en una determinada oportunidad de transmisión de enlace ascendente del dispositivo terminal. En una realización, el mensaje de configuración de haz puede indicar al menos un haz primario como haz de recepción al menos para al menos un canal de control de enlace ascendente, tal como un canal físico de acceso aleatorio (PRACH). El dispositivo terminal puede medir los haces de radio primarios de enlace descendente y seleccionar uno o más haces primarios preferidos para la transmisión de enlace ascendente. Por lo tanto, la transmisión de enlace ascendente puede estar condicionada a los haces de recepción activos y el nodo de red tendría la capacidad de asignar recursos periódicos para el canal o los canales de control de enlace ascendente, tales como el PRACH. Cuando llega la oportunidad de transmisión de enlace ascendente, el nodo de red puede señalar los haces de recepción activos en el mensaje de configuración de haz, proporcionando, por lo tanto, al nodo de red más flexibilidad con la cantidad limitada de haces disponibles. Como ejemplo, cuando el nodo de red recibe una solicitud de planificación o un mensaje de confirmación de un proceso de solicitud de repetición automática (ARQ) desde el dispositivo terminal, este puede asignar una transmisión de PRACH a otro dispositivo terminal ubicado en la misma dirección. En consecuencia, se puede conseguir una ganancia de multiplexación.

En una realización, el dispositivo terminal 120 se configura para adaptar una configuración de medición basándose en el mensaje de configuración de haz recibido. La configuración de medición puede definir los haces de radio que el dispositivo terminal mide en el bloque 404 y/o 500, por ejemplo. El dispositivo terminal 120 puede adaptar la configuración de medición al incluir, en la configuración de medición, solo aquellos haces de radio que se indican en

el mensaje de configuración de haz. Como consecuencia, el dispositivo terminal limita la medición a aquellos haces de radio que son haces de radio de transmisión.

5 Cuando el dispositivo terminal 120 recibe el mensaje de configuración de haz, este puede adaptar el espacio de búsqueda para que incluya solo los haces de radio de transmisión indicados en el mensaje de configuración de haz. Si el espacio de búsqueda no comprende un haz de radio que porta un mensaje que el dispositivo terminal está escaneando en su busca en la detección ciega, el dispositivo terminal puede entrar en un estado de espera o estado de suspensión hasta recibir un mensaje de configuración de haz posterior o durante una duración determinada.

10 Como se describió anteriormente, es posible que el mensaje de configuración de haz no siempre esté disponible o no se reciba en el dispositivo terminal 120. En tales situaciones, el dispositivo terminal puede utilizar un procedimiento de emergencia ilustrado en la figura 8. Haciendo referencia a la figura 8, al recibir el mensaje de configuración de haz en el bloque 800, el dispositivo terminal puede adaptar el espacio de búsqueda en consecuencia en el bloque 702, como se describió anteriormente. Sin embargo, cuando el contenido del mensaje de configuración de haz no está disponible
15 (“NO” en el bloque 800), el proceso puede pasar al bloque 802, donde el dispositivo terminal puede incluir todos los haces de radio de la célula en el espacio de búsqueda. En otra realización del bloque 802, el dispositivo terminal que busca un mensaje determinado puede incluir, en el espacio de búsqueda, todos los haces de radio designados como candidatos para portar el mensaje. Por ejemplo, si el dispositivo terminal tiene conocimiento de que el mensaje está contenido en un haz de radio del primer tipo, puede incluir, en el espacio de búsqueda, solo los haces de radio del
20 primer tipo.

En consecuencia, el dispositivo terminal puede, en esta realización y en una cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, utilizar un espacio de búsqueda distinto para diferentes mensajes. Esto permite una configuración específica del mensaje del espacio de búsqueda, lo que proporciona mayor flexibilidad en el nodo de red para la
25 asignación y ganancia de rendimiento en el dispositivo terminal.

Las figuras 9 a 11 proporcionan aparatos según algunas realizaciones de la invención. La figura 9 ilustra un aparato configurado para llevar a cabo las funciones descritas anteriormente en relación con el dispositivo terminal 120. La figura 10 ilustra un aparato configurado para llevar a cabo las funciones descritas anteriormente en relación con el
30 nodo 110 de red. Cada aparato comprende un sistema 10, 30 de circuitos de control de comunicación, tal como al menos un procesador, y al menos una memoria 20, 40 que incluye un código 22, 42 de programa informático (software), en donde al menos una memoria y el código de programa informático (software) están configurados, con el al menos un procesador, para provocar que el aparato lleve a cabo una cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente en relación con el aparato respectivo.

35 Las memorias 20, 40 se pueden implementar usando cualquier tecnología de almacenamiento de datos adecuada, tal como dispositivos de memoria basados en semiconductores, memoria flash, dispositivos y sistemas de memoria magnéticos, dispositivos y sistemas de memoria ópticos, memoria fija y memoria extraíble.

40 Los aparatos pueden comprender, además, una interfaz 26, 46 de comunicación (TX/RX) que comprende hardware y/o software para realizar la conectividad de comunicación según uno o más protocolos de comunicación. La interfaz de comunicación puede proporcionar al aparato capacidades de comunicación para comunicarse en el sistema de comunicación celular, p. ej., entre el nodo 110 de red y el dispositivo terminal 120. La interfaz de comunicación puede comprender componentes estándar bien conocidos, tales como un amplificador, un filtro, un transformador de
45 frecuencia, un (des)modulador y circuitos de codificador/decodificador y una o más antenas. La interfaz 26, 46 de comunicación puede comprender componentes de interfaz de radio que proporcionen al aparato capacidad de comunicación de radio en el sistema de comunicación celular.

50 Cada memoria 20, 40 puede almacenar una base 24, 44 de datos de configuración. La base 24 de datos de configuración puede almacenar las definiciones para uno o más espacios de búsqueda. Como se describió anteriormente, se puede proporcionar un espacio de búsqueda separado para diferentes haces de radio y/o diferentes mensajes, por ejemplo. La base 44 de datos de configuración puede comprender las configuraciones de haz de radio de los haces de radio transmitidos por el nodo 110 de red. Cada haz de radio puede tener una configuración de haz de radio única que define, por ejemplo, una configuración de adaptación de enlaces y una configuración de formación
55 de haces para el haz de radio.

En una realización de la figura 10, al menos algunas de las funcionalidades del nodo 110 de red pueden compartirse entre dos dispositivos físicamente separados, formando una entidad operativa. Por lo tanto, se puede considerar que el aparato representa la entidad operativa que comprende uno o más dispositivos físicamente separados para ejecutar
60 al menos algunos de los procesos descritos anteriormente. Por lo tanto, el aparato de la figura 10, que utiliza dicha arquitectura compartida, puede comprender una unidad de control remoto (RCU), tal como un ordenador anfitrión o un ordenador servidor, acoplado operativamente (por ejemplo, a través de una red inalámbrica o cableada) a un cabezal de radio remoto (RRH) ubicado en un sitio de estación base. En un ejemplo, la RCU puede realizar al menos algunos de los procesos descritos del nodo de red. En un ejemplo, la ejecución de al menos algunos de los procesos descritos puede compartirse entre la RRH y la RCU. En tal contexto, la RCU puede comprender los componentes
65

ilustrados en la figura 10, y la interfaz 46 de comunicación puede proporcionar a la RCU la conexión a la RRH. La RRH puede comprender entonces, por ejemplo, circuitos y antenas de procesamiento de señales de radiofrecuencia.

5 En una realización, el servidor puede generar una red virtual a través de la cual el servidor se comunica con el nodo de radio. En general, la red virtual puede implicar un procedimiento de combinar recursos de red de hardware y software y funcionalidad de red en una única entidad administrativa basada en software, una red virtual. La virtualización de red puede implicar virtualización de plataforma, con frecuencia combinada con virtualización de recursos. La virtualización de red puede clasificarse como red virtual externa que combina muchas redes, o partes de redes, en el ordenador servidor o el ordenador anfitrión. La virtualización de redes externas tiene como objetivo optimizar el uso compartido de la red. Otra categoría son las redes virtuales internas, que proporcionan una funcionalidad similar a la de una red a los contenedores de software de un solo sistema. La red virtual también se puede usar para probar el dispositivo terminal.

15 En un ejemplo, la red virtual puede proporcionar una distribución flexible de las operaciones entre la RRH y la RCU. En la práctica, cualquier tarea de procesamiento de señales digitales puede realizarse en la RRH o en la RCU y el límite, donde la responsabilidad cambia entre la RRH y la RCU, se puede seleccionar según la implementación específica.

20 Haciendo referencia a la figura 9, el aparato puede comprender un sistema 12 de circuitos de control que lleva a cabo la señalización del plano de control con uno o más nodos de red que operan células en el sistema de comunicación celular, p. ej., el nodo 110 de red. El sistema de circuitos de control también puede llevar a cabo cualquier señalización de nivel superior utilizada en la comunicación entre el dispositivo terminal y la red central 130, p. ej., autenticación, solicitudes de servicio y protección de integridad. El sistema 12 de circuitos de control puede llevar a cabo la transmisión y recepción de mensajes de control en el dispositivo terminal. El sistema de circuitos de control puede llevar a cabo una señalización relacionada con las etapas 400, 408, 504, 700 en el dispositivo terminal 110, por ejemplo. El sistema de circuitos de control puede llevar a cabo, además, el escaneo descrito anteriormente en busca del mensaje o los mensajes del espacio de búsqueda, p. ej., los bloques 200, 402, 802. El sistema de circuitos de control puede llevar a cabo, además, la medición descrita anteriormente de los haces de radio, p. ej., los bloques 202, 404, 500.

30 El aparato puede comprender, además, un sistema 16 de circuitos de comunicación de datos configurado para llevar a cabo la transmisión y recepción de datos de carga útil en recursos asignados al dispositivo terminal en la célula 100.

35 El aparato puede comprender, además, un controlador 14 de espacio de búsqueda configurado para gestionar el espacio de búsqueda descrito anteriormente y para adaptar el espacio de búsqueda según una cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente. Por ejemplo, el sistema 12 de circuitos de control puede reenviar el contenido del mensaje de configuración de haz al controlador 14 de espacio de búsqueda, y el controlador de espacio de búsqueda puede adaptar el espacio de búsqueda para que comprenda o consista en haces de radio indicados en el mensaje de configuración de haz. A continuación, el controlador de espacio de búsqueda puede emitir el espacio de búsqueda modificado al sistema 12 de circuitos de control para su uso en el escaneo.

45 El aparato puede comprender, además, un controlador 18 de medición configurado para recibir resultados de medición asociados con los haces de radio medidos desde el sistema 18 de circuitos de control. El controlador 18 de medición puede mapear los resultados de medición a valores de calidad de señal, como se describió anteriormente. El controlador de medición puede emitir los valores de calidad de señal de los haces de radio medidos al controlador 14 de espacio de búsqueda y el controlador de espacio de búsqueda puede adaptar el espacio de búsqueda basándose en los valores de calidad de señal, como se describió anteriormente en relación con el bloque 406. El controlador 18 de medición también puede ordenar al sistema 12 de circuitos de control que transmita un informe de medición al nodo de red, comprendiendo el informe de medición un elemento de información que identifica un haz de radio medido y una calidad de señal asociada. Se puede proporcionar un elemento de información correspondiente para cada haz de radio medido en el informe de medición. Cuando el aparato opera según la realización de la figura 5, el sistema 12 de circuitos de control reenvía el contenido del mensaje recibido en la etapa 504 al controlador de espacio de búsqueda, y el controlador de espacio de búsqueda realiza el bloque 506 como respuesta al mensaje.

55 Haciendo referencia a la figura 10, el aparato puede comprender un sistema 32 de circuitos de control que lleva a cabo la señalización del plano de control con dispositivos terminales, otros nodos de red de una red de acceso por radio del sistema de comunicación celular, y con nodos de red de la red central 130. El sistema 32 de circuitos de control puede llevar a cabo la transmisión y recepción de mensajes de control en la célula 100. El sistema de circuitos de control también puede llevar a cabo una señalización relacionada con las etapas 400, 408, 504, 700 en el nodo 110 de red, por ejemplo.

El aparato puede comprender, además, un sistema 36 de circuitos de comunicación de datos configurado para llevar a cabo la transmisión y recepción de datos de carga útil con dispositivos terminales en la célula 100.

65 El aparato puede comprender, además, un controlador 38 de configuración de haz configurado para llevar a cabo la planificación de haces de radio que tienen diferentes configuraciones de formación de haces. La configuración de

formación de haces puede definir el filtrado espacial de cada haz de radio y, por lo tanto, definir el área de cobertura de cada haz. La configuración de formación de haces de un haz de radio puede estar comprendida en la configuración de haz de radio del haz entre otros parámetros, tales como la configuración de adaptación de enlaces, por ejemplo. El controlador de configuración de haz puede planificar tiempos de transmisión de cada haz. El controlador de configuración de haz puede generar el mensaje de configuración de haz basándose en los tiempos de transmisión planificados y provocar que el sistema de 32 circuitos de control transmita el mensaje de configuración de haz y los haces de radio según la planificación.

El aparato puede comprender, además, un controlador 34 de asignación de mensajes configurado para recibir la planificación desde el controlador de configuración de haz y para asignar mensajes o recursos de transmisión del dispositivo terminal 120 (y otros dispositivos terminales en la célula 100) a los haces de radio basándose en la planificación. En algunas realizaciones, el controlador de asignación de mensajes puede recibir, además, los informes de medición y determinar los parámetros de adaptación de enlaces para un mensaje dirigido al dispositivo terminal basándose en un informe de medición recibido desde el dispositivo terminal. El controlador de asignación de mensajes puede asignar recursos de transmisión de enlace ascendente a los dispositivos terminales basándose en los informes de medición recibidos.

Cuando el aparato opera según la realización de la figura 5, el aparato puede comprender, además, un controlador de espacio de búsqueda configurado para determinar los espacios de búsqueda para los dispositivos terminales basándose en los informes de medición recibidos, como se describe en relación con la figura 5.

Los módulos 12 a 18 del circuito 10 de control de comunicación y los módulos 32 a 38 del sistema 30 de circuitos de control de comunicación pueden considerarse subsistemas de circuitos del sistema de circuitos de control de comunicación respectivo. Pueden considerarse módulos operativos realizados mediante el mismo sistema de circuitos físico, o cada módulo puede realizarse mediante un sistema de circuitos físico distinto. En algunas realizaciones, cada módulo puede considerarse un módulo de programa informático definido por un código de programa informático dedicado.

La figura 11 ilustra una realización de una arquitectura transceptora del nodo 110 de red. Como se describió anteriormente, el nodo de red puede emplear la formación de haces en la transmisión de haces de radio y la formación de haces puede realizarse utilizando una matriz 88 de antenas que comprende una pluralidad de elementos de antena. En algunas realizaciones, la cantidad de elementos de antena puede ser más de cuatro, más de ocho, más de 12, más de 20, más de 100 o, incluso, más de 1000. Con una mayor cantidad de elementos de antena, se puede lograr una mayor directividad de los haces de radio. De forma adicional, se puede considerar que la eficiencia espectral tiene una relación con la cantidad de corrientes espaciales que el nodo de red puede soportar. La cantidad mayor de corrientes espaciales da como resultado una mayor eficiencia espectral. Haciendo referencia a la figura 11, los módulos 70, 72, 74 de banda base pueden realizar un procesamiento de señales de banda base que incluye modulación, codificación de canal, etc. para cada haz de radio. La cantidad de módulos 72 a 76 de banda base puede corresponder a la cantidad de haces de radio transmitidos, p. ej., M. Cada módulo de banda base puede conectarse a un puerto 80 de antena respectivo. El bloque 82 realiza una virtualización de puertos de antena que puede describirse como un mapeo entre los puertos de antena 80 y las unidades transceptoras 84. En una implementación, cada puerto de antena se mapea a una unidad transceptora 84, p. ej., mapeo uno a uno. En otra implementación, un puerto de antena puede conectarse a una pluralidad de unidades transceptoras. La cantidad de unidades transceptoras puede ser K y, en una realización, $K = M$, mientras que, en otra realización, $K \neq M$.

Una unidad transceptora 84 puede comprender un convertidor de digital a analógico (D/A) en una cadena transmisora y un transformador de analógico a digital en una cadena receptora. En consecuencia, la unidad transceptora puede ser el punto de corte para la virtualización descrita anteriormente de las operaciones de procesamiento de señales. Por ejemplo, los módulos de banda base, los puertos de antena y la virtualización de puertos de antena pueden llevarse a cabo mediante la RCU, o algunos de ellos pueden realizarse en la RRH. La unidad transceptora puede comprender, además, componentes analógicos utilizados convencionalmente en un transceptor de radio. Tales componentes pueden incluir, en la cadena transmisora, un transformador de frecuencia, un amplificador de energía y un filtro de radiofrecuencia. Tales componentes pueden incluir, en la cadena receptora, un amplificador de bajo ruido, un filtro de radiofrecuencia y un transformador de frecuencia.

Las unidades transceptoras de la matriz transceptora 84 están conectadas a una red 86 de distribución de radio configurada para realizar la virtualización de antenas en un dominio de radiofrecuencia. La red de distribución de radio puede, entonces, conectarse a L elementos 88 de antena. La red 86 de distribución de radio, junto con la virtualización 82 de puertos de antena y/o los módulos de banda base, pueden definir una arquitectura de formación de haces de la estructura transceptora y el nodo de red. La formación de haces se puede realizar utilizando técnicas de procesamiento de señales digitales, técnicas de procesamiento de señales analógicas o un híbrido de procesamiento de señales analógicas y digitales. En la formación de haces digital, cada unidad transceptora puede conectarse a un elemento de antena y la formación de haces se puede realizar mediante codificación previa digital donde se asigna un peso apropiado a cada corriente de transmisión/recepción (M corrientes en la realización de la figura 11). En la formación de haces analógica, la red de distribución de radio mapea una señal desde una unidad transceptora hasta una pluralidad de elementos de antena y controla la amplificación y la fase de las señales aplicadas de manera diferente

de modo que se logre la interferencia constructiva y destructiva de la señal emitida desde los diferentes elementos de antena de la manera deseada. En la solución híbrida, se emplea la técnica de formación de haces tanto analógica como digital, p. ej., una parte de la formación de haces puede realizarse en el dominio digital y otra parte en el dominio analógico.

5 Como se usa en esta solicitud, el término “sistema de circuitos” se refiere a todo lo siguiente: (a) implementaciones de circuitos sólo en hardware, tales como implementaciones únicamente en un sistema de circuitos analógico y/o digital, y a (b) combinaciones de circuitos y software (y/o firmware), tal como (según sea aplicable): (i) una combinación de procesador(es) o (ii) partes de procesador(es)/software incluyendo procesador(es) de señales digitales, software y memoria(s) que funcionan juntos para hacer que un aparato realice diversas funciones y (c) circuitos, tales como microprocesador(es) o una parte de microprocesador(es), que requieren software o firmware para funcionar, aunque el software o el firmware no esté físicamente presente. Esta definición de “sistema de circuitos” se aplica a todos los usos de este término en esta solicitud. Como ejemplo adicional, tal como se usa en esta solicitud, el término “sistema de circuitos” también cubrirá una implementación de tan sólo un procesador (o múltiples procesadores) o una parte de un procesador y su software y/o firmware adjunto. El término “sistema de circuitos” también cubrirá, por ejemplo y si resulta aplicable para el elemento particular, un circuito integrado de banda base o un circuito integrado de procesador de aplicaciones para un teléfono móvil o un circuito integrado similar en un servidor, dispositivo de red celular u otro dispositivo de red.

20 En una realización, al menos algunos de los procesos descritos en relación con las figuras 2 a 8 pueden llevarse a cabo mediante un aparato que comprende los medios correspondientes para llevar a cabo al menos algunos de los procesos descritos. Algunos ejemplos de medios para llevar a cabo los procesos pueden incluir al menos uno de los siguientes: detector, procesador (incluidos los procesadores de doble núcleo y múltiples núcleos), procesador de señales digitales, controlador, receptor, transmisor, codificador, decodificador, memoria, RAM, ROM, software, firmware, pantalla, interfaz de usuario, sistema de circuitos de pantalla, sistema de circuitos de interfaz de usuario, software de pantalla, circuito, antena, sistema de circuitos de antena y sistema de circuitos. En una realización, el al menos un procesador, la memoria y el código de programa informático significan o comprenden una o más porciones de código de programa informático para llevar a cabo una o más operaciones según una cualquiera de las realizaciones de las figuras 2 a 8 u operaciones de las mismas.

30 Las técnicas y métodos descritos en la presente memoria pueden implementarse por diversos medios. Por ejemplo, estas técnicas pueden implementarse en hardware (uno o más aparatos), firmware (uno o más aparatos), software (uno o más módulos) o combinaciones de los mismos. Para una implementación de hardware, los aparatos de las realizaciones pueden implementarse dentro de uno o más circuitos integrados (ASIC) de aplicaciones específicas, procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de puertas programables en campo (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores y otras unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas en el presente documento, o una combinación de los mismos. Para el firmware o el software, la implementación puede llevarse a cabo a través de módulos de al menos un conjunto de chips (p. ej., procedimientos, funciones, y así sucesivamente) que realizan las funciones descritas en la presente memoria. Los códigos de software pueden almacenarse en una unidad de memoria y ejecutarse mediante procesadores. La unidad de memoria puede implementarse dentro del procesador o externamente al procesador. En este último caso, se puede acoplar comunicativamente al procesador a través de varios medios, como se conoce en la técnica. Además, los componentes de los sistemas descritos en el presente documento pueden reorganizarse y/o complementarse con componentes adicionales para facilitar la consecución de los diversos aspectos, etc., descritos con respecto a los mismos, y no se limitan a las configuraciones precisas expuestas en las figuras dadas, como apreciará un experto en la materia.

50 Las realizaciones descritas también pueden llevarse a cabo en forma de un proceso informático definido por un programa informático o partes del mismo. Las realizaciones de los métodos descritos en relación con las figuras 2 a 8 pueden llevarse a cabo ejecutando al menos una parte de un programa informático que comprende las instrucciones correspondientes. El programa informático puede estar en forma de código fuente, en forma de código objeto o en alguna forma intermedia, y puede almacenarse en algún tipo de soporte, que puede ser cualquier entidad o dispositivo que puede portar el programa. Por ejemplo, el programa informático puede almacenarse en un medio de distribución de programas informáticos legible por un ordenador o un procesador. El medio de programa informático puede ser, por ejemplo, pero sin limitarse a, un medio de registro, una memoria de ordenador, una memoria de solo lectura, una señal portadora eléctrica, una señal de telecomunicaciones y un paquete de distribución de software, por ejemplo. El medio del programa informático puede ser un medio no transitorio. La codificación del software para llevar a cabo las realizaciones mostradas y descritas está dentro del alcance de un experto en la materia.

60 Aunque la invención se ha descrito anteriormente haciendo referencia a un ejemplo según los dibujos adjuntos, está claro que la invención no se limita a ellos sino que puede modificarse de varias maneras dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por lo tanto, todos los términos y expresiones deben interpretarse ampliamente y se pretende que ilustren, no que restrinjan, la realización. Resultará evidente para un experto en la técnica que a medida que avanza la tecnología, el concepto inventivo puede implementarse de varias maneras. Además, para un experto en la técnica está claro que las realizaciones descritas pueden combinarse, aunque no es necesario, con otras realizaciones de diversas maneras.

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende en un dispositivo terminal (120):

5 escanear (200) en busca de al menos un mensaje entre al menos un haz de radio en una célula (100) según un espacio de búsqueda que define una pluralidad de configuraciones de escaneo para realizar una detección ciega del al menos un mensaje en el espacio de búsqueda, en donde el espacio de búsqueda está definido por una cantidad de configuraciones diferentes para elementos de canal de control del al menos un mensaje, en donde el al menos un mensaje comprende una
 10 concesión de planificación;
 medir (202) una calidad de señal de al menos un haz de radio en la célula (100);
 adaptar (204) el espacio de búsqueda basándose en la calidad de señal medida; y
 realizar (200) un escaneo adicional en busca del al menos un mensaje según el espacio de
 15 búsqueda adaptado.

2. Un método que comprende en un nodo (110) de red:

20 provocar (300) la transmisión de al menos un mensaje entre una pluralidad de haces de radio en una célula (100) según una pluralidad de configuraciones de haz de radio diferentes, en donde el al menos un mensaje comprende una concesión de planificación;
 recibir (302), desde un dispositivo terminal (120), un mensaje adicional que identifica al menos uno de la pluralidad de haces de radio y que comprende un elemento de información que indica la calidad de canal para cada uno del al menos uno identificado de la pluralidad de haces de radio;
 25 adaptar (304), basándose en el elemento de información recibido, al menos una de las configuraciones de haz de radio asociadas con el dispositivo terminal (120) que permiten que el dispositivo terminal (120) adapte un espacio de búsqueda, en donde el espacio de búsqueda está definido por una cantidad de configuraciones diferentes para elementos de canal de control del al menos un mensaje; y
 provocar (306) la transmisión de un mensaje al dispositivo terminal (120) según la configuración de
 30 haz de radio adaptada.

3. Un dispositivo terminal, que comprende:

35 medios para escanear (200) en busca de al menos un mensaje entre al menos un haz de radio en una célula (100) según un espacio de búsqueda que define una pluralidad de configuraciones de escaneo para realizar una detección ciega del al menos un mensaje en el espacio de búsqueda, en donde el espacio de búsqueda está definido por una cantidad de configuraciones diferentes para elementos de canal de control del al menos un mensaje, en donde el al menos un mensaje comprende una concesión de planificación;
 40 medios para medir (202) una calidad de señal de al menos un haz de radio en la célula (100);
 medios para adaptar (204) el espacio de búsqueda basándose en la calidad de señal medida; y
 medios para realizar un escaneo adicional (200) en busca del al menos un mensaje según el espacio de búsqueda adaptado.

45 4. El dispositivo terminal de la reivindicación 3, que comprende, además: medios para provocar la transmisión (408) de un mensaje que identifica el al menos un haz de radio medido y que comprende un elemento de información que indica la calidad de señal para el al menos un haz de radio medido.

50 5. El dispositivo terminal de la reivindicación 3 o 4, que comprende, además: medios para adaptar el espacio de búsqueda al eliminar al menos una configuración de parámetros de adaptación de enlaces de al menos un haz de radio del espacio de búsqueda, en donde una configuración de parámetros de adaptación de enlaces dada está definida por al menos uno de los siguientes: un esquema de modulación y codificación, y un formato del mensaje transmitido al dispositivo terminal (120).

55 6. El dispositivo terminal de la reivindicación 5, en donde dicha eliminación comprende eliminar al menos una configuración de esquema de modulación y codificación de al menos un haz de radio del espacio de búsqueda.

60 7. El dispositivo terminal de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 3 a 6, que comprende, además: medios para adaptar el espacio de búsqueda al eliminar al menos un haz de radio del espacio de búsqueda.

8. El dispositivo terminal de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 3 a 7, que comprende, además:
 65 medios para recibir (800), desde un nodo (110) de red que opera dicha célula (100), un mensaje de configuración de haz que identifica al menos un haz de radio transmitido en la célula; y

medios para adaptar (702) el espacio de búsqueda basándose en el mensaje de configuración de haz al eliminar del espacio de búsqueda al menos un haz de radio no identificado en el mensaje de configuración de haz.

- 5 9. El dispositivo terminal de la reivindicación 8, que comprende, además:
- medios para determinar un conjunto de haces candidato para el dispositivo terminal;
 medios para comparar el conjunto de haces candidato con el al menos un haz de radio transmitido
 10 en la célula identificada en el mensaje de configuración de haz; y
 medios para eliminar del espacio de búsqueda el al menos un haz de radio correspondiente al
 detectar que al menos un haz de radio en el mensaje de configuración de haz no está presente en
 el conjunto de haces candidato.
- 15 10. Un nodo de red que comprende:
- medios para provocar la transmisión (300) de al menos un mensaje entre una pluralidad de haces
 de radio en una célula (100) según una pluralidad de configuraciones de haz de radio diferentes, en
 donde el al menos un mensaje comprende una concesión de planificación;
 20 medios para adquirir (302) un mensaje adicional que se origina desde un dispositivo terminal (120),
 que identifica al menos uno de la pluralidad de haces de radio y que comprende un elemento de
 información que indica la calidad de canal para cada uno del al menos uno identificado de la
 pluralidad de haces de radio;
 25 medios para adaptar (304), basándose en el elemento de información recibido, al menos una de las
 configuraciones de haz de radio asociadas con el dispositivo terminal (120) que permiten que el
 dispositivo terminal (120) adapte un espacio de búsqueda, en donde el espacio de búsqueda está
 definido por una cantidad de configuraciones diferentes para elementos de canal de control del al
 menos un mensaje; y
 30 medios para provocar la transmisión (306) de un mensaje al dispositivo terminal (120) según la
 configuración de haz de radio adaptada.
31. El nodo de red de la reivindicación 10, que comprende, además:
- medios para adaptar una configuración de parámetros de adaptación de enlaces de un haz de radio,
 en donde una configuración de parámetros de adaptación de enlaces dada está definida por al
 35 menos uno de los siguientes: un esquema de modulación y codificación, y un formato del mensaje
 transmitido al dispositivo terminal (120), y
 medios para eliminar un haz de radio de un conjunto de haces de radio al que un nodo (110) de red
 que opera dicha célula (100) asigna mensajes dirigidos al dispositivo terminal (120).
- 40 12. El nodo de red de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 10 a 11, que comprende, además:
- medios para determinar un conjunto de haces de radio de transmisión para la célula, en donde el
 conjunto de haces de radio de transmisión es un subconjunto de todos los haces de radio soportados
 45 por el nodo (110) de red; y
 medios para provocar la transmisión (700) de un mensaje de configuración de haz que identifica los
 haces de radio de transmisión comprendidos en el conjunto.
- 50 13. El nodo de red de la reivindicación 12, en donde el mensaje de configuración de haz identifica los haces de
 radio de transmisión que portan cada uno mensajes a una pluralidad de dispositivos terminales.
14. El nodo de red de la reivindicación 12 o 13, en donde el mensaje de configuración de haz identifica los haces
 de radio de transmisión durante un período de tiempo limitado.
- 55 15. Un producto de programa informático incorporado en un medio legible por ordenador y que comprende un
 código de programa informático legible por un ordenador, en donde el código de programa informático
 configura el ordenador para llevar a cabo el método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a
 2 cuando lo lee el ordenador.
- 60
- 65

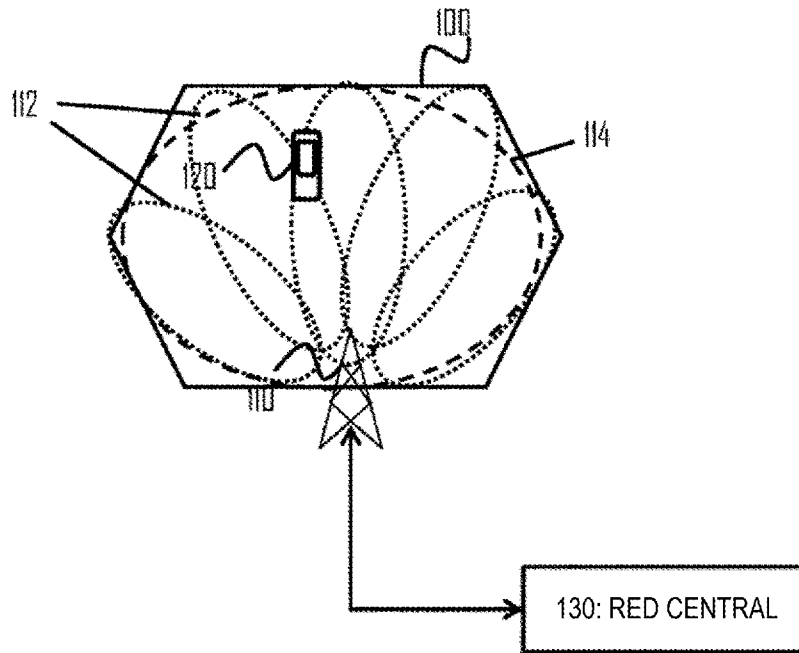


Figura 1

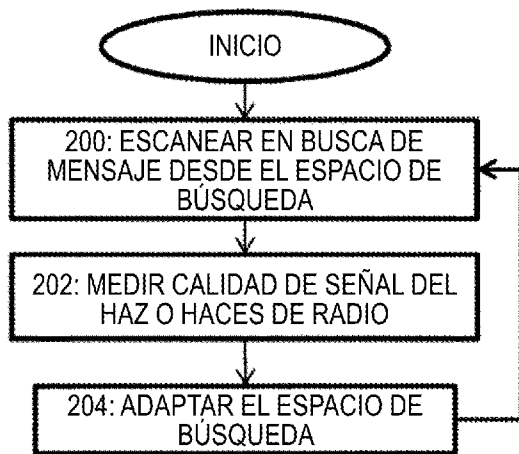


Figura 2

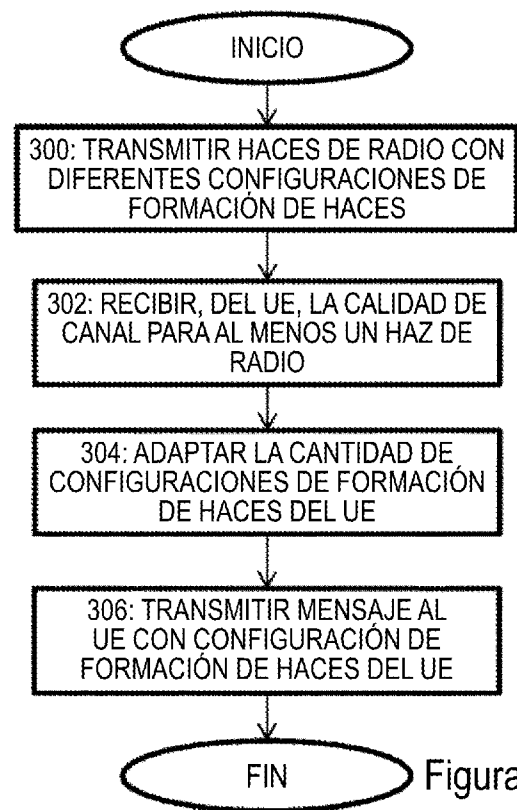


Figura 3

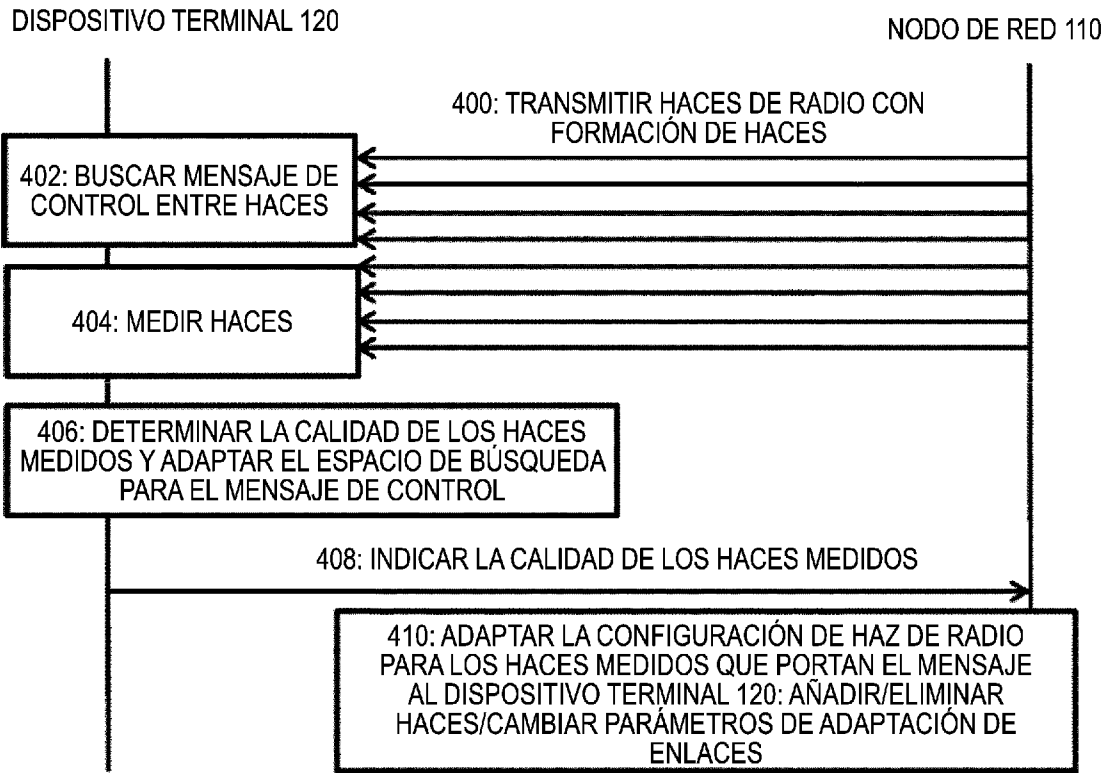


Figura 4

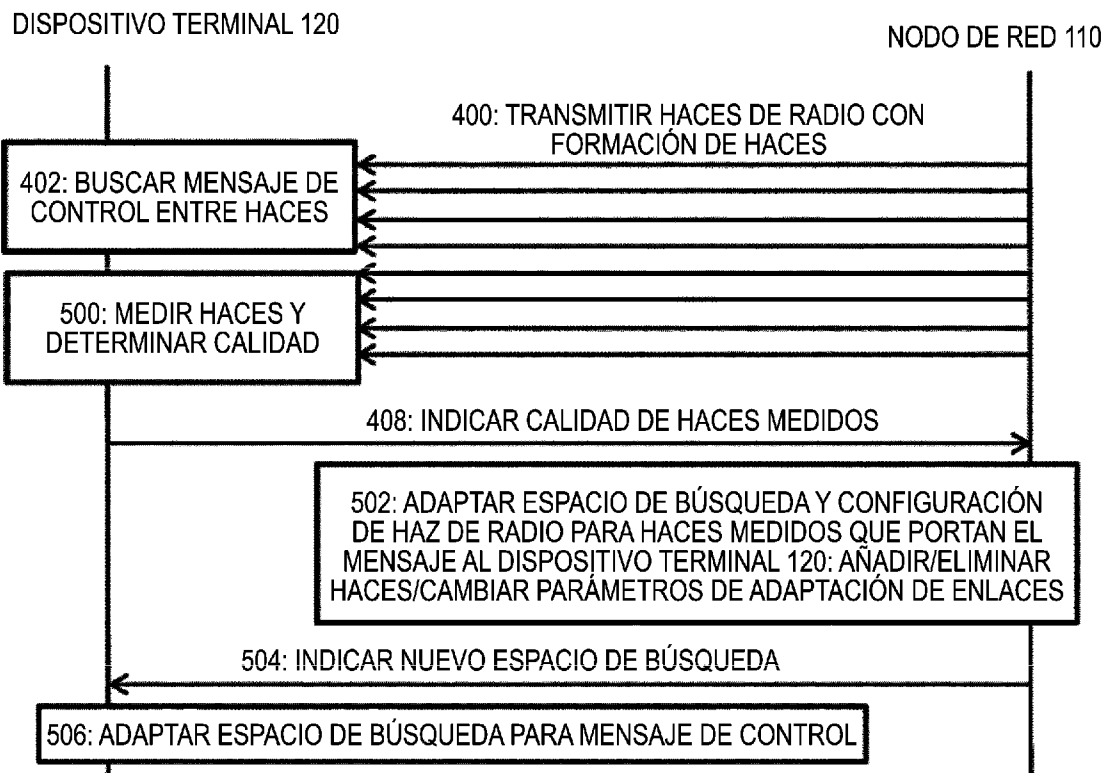


Figura 5

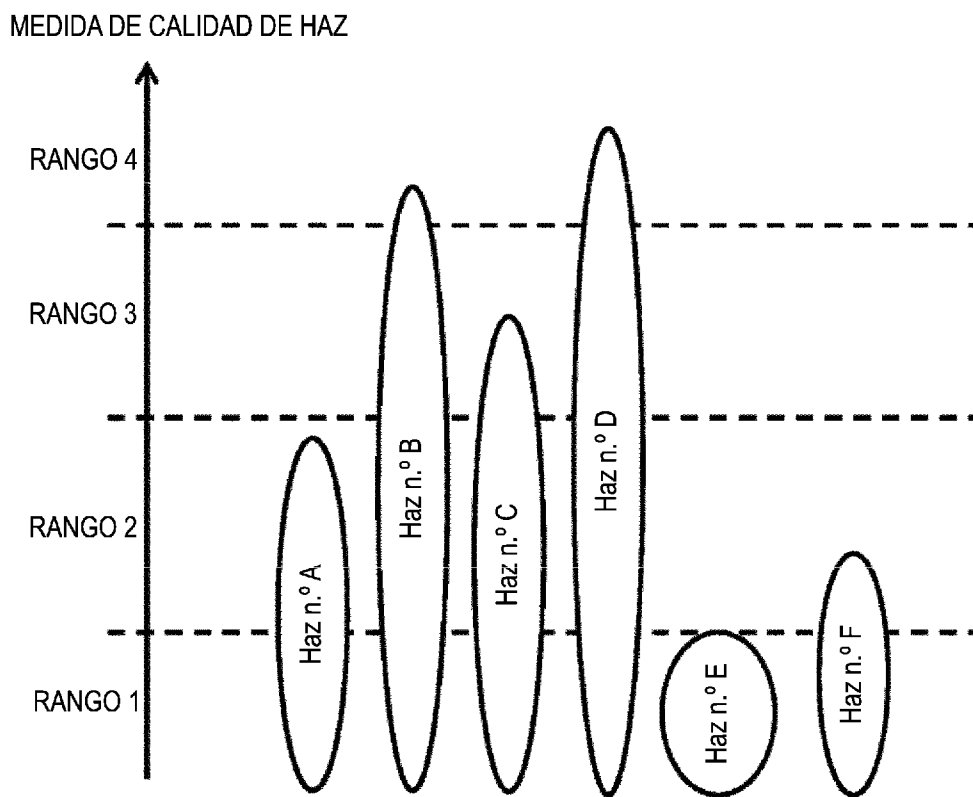


Figura 6

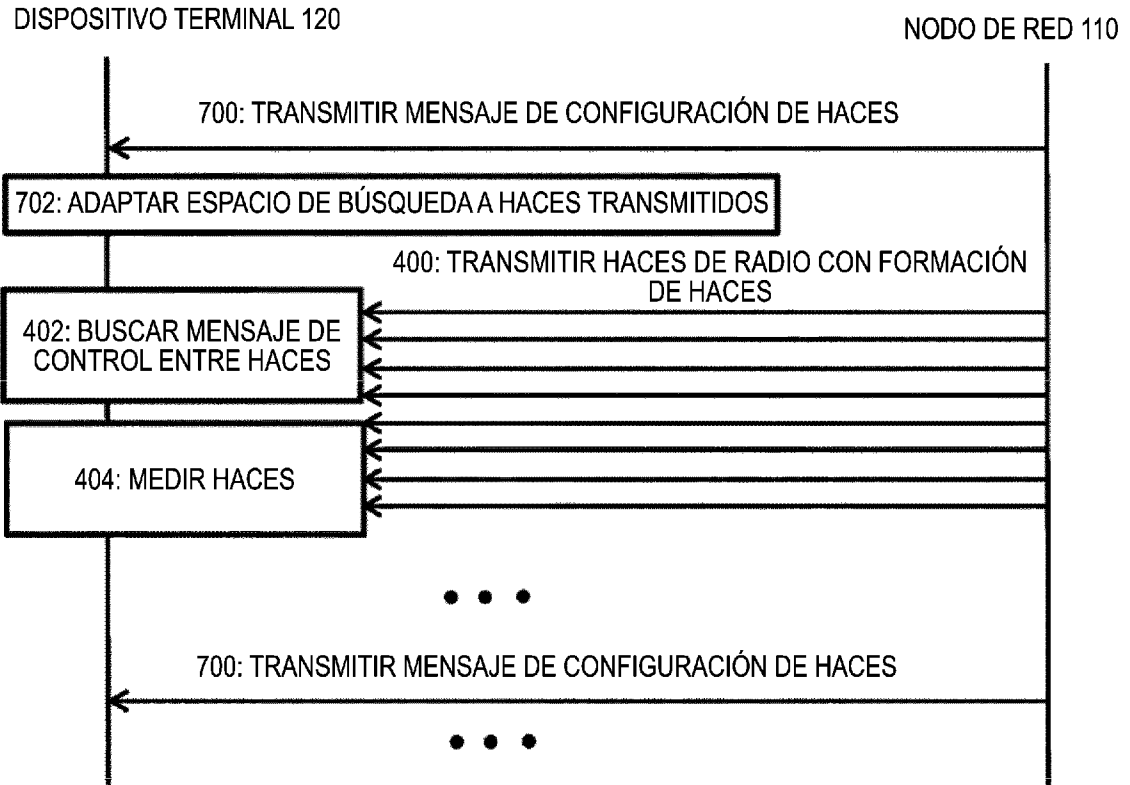


Figura 7

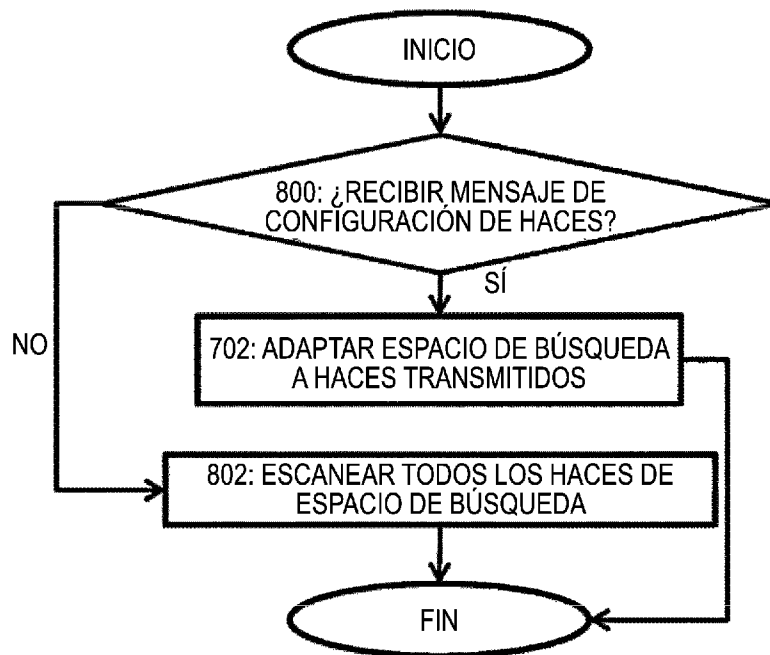


Figura 8

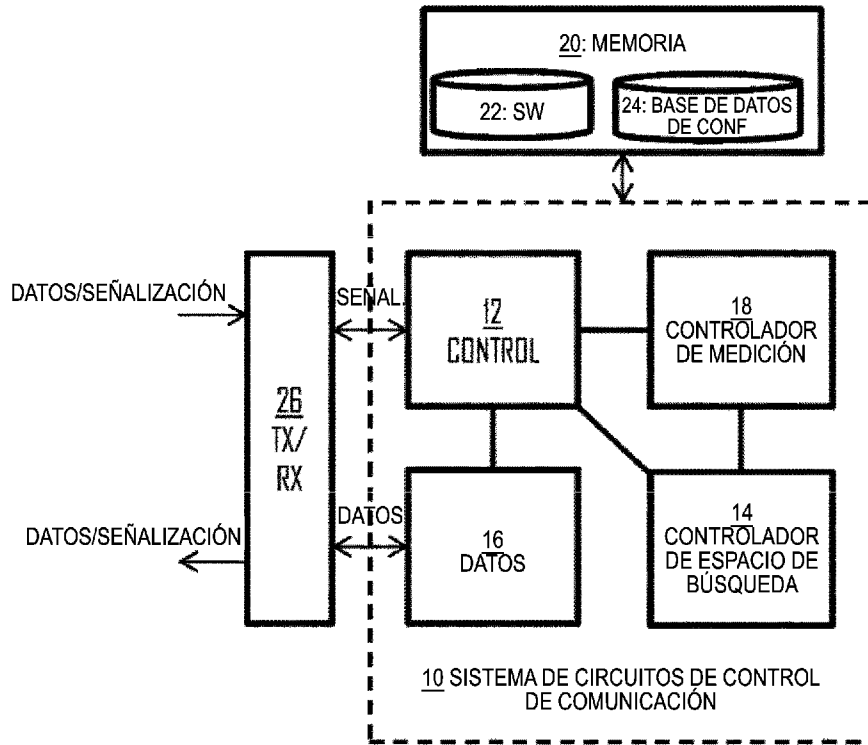


Figura 9

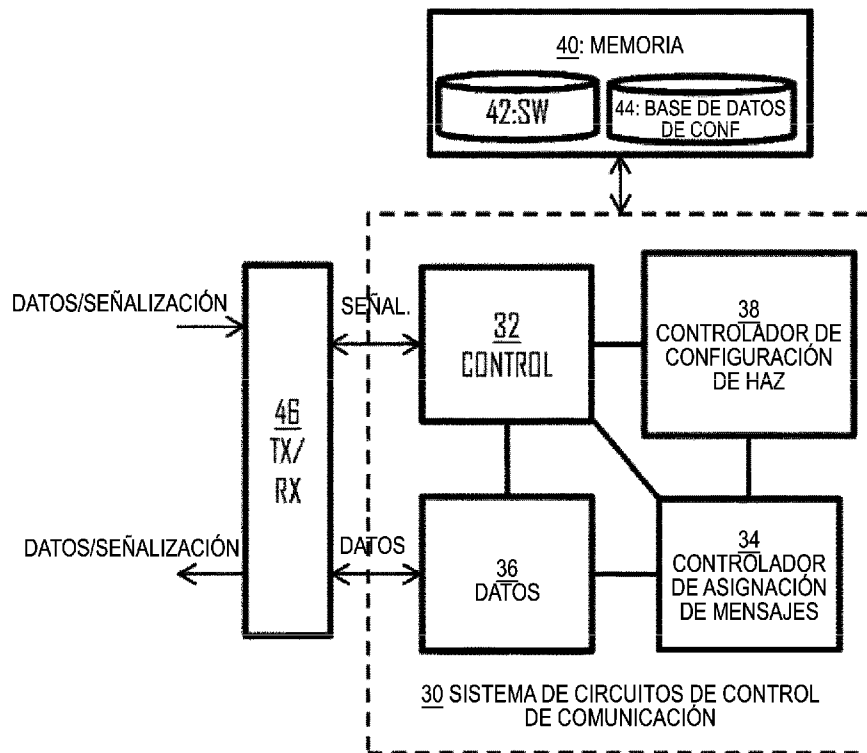


Figura 10

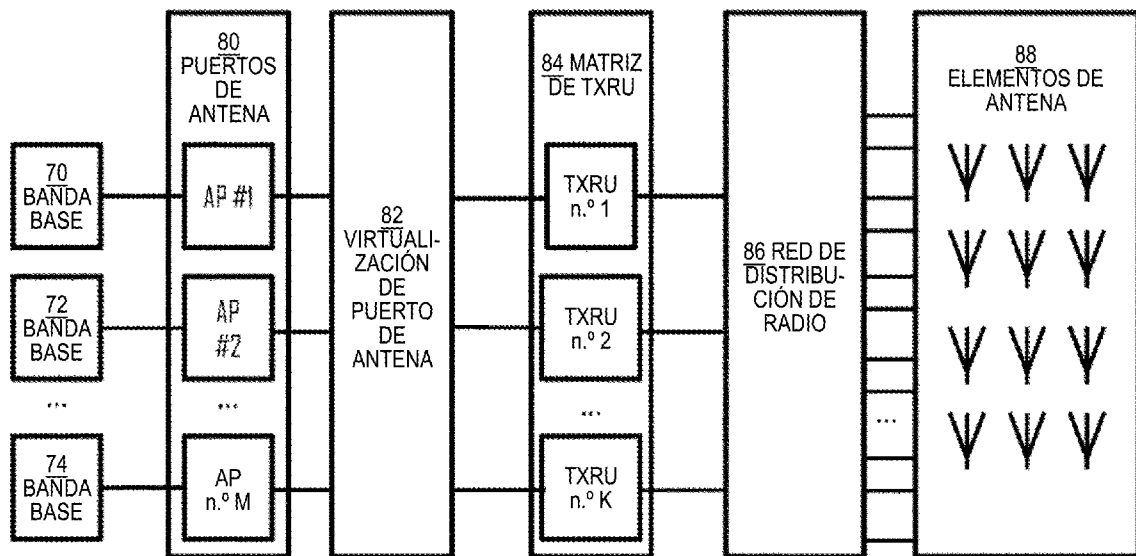


Figura 11