

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 883 233**

51 Int. Cl.:

**H04W 74/08** (2009.01)

**H04W 72/02** (2009.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.08.2016 PCT/US2016/048408**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.03.2017 WO17040147**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2016 E 16767399 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.07.2021 EP 3342225**

54 Título: **Diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha**

30 Prioridad:

**28.08.2015 US 201562211657 P**

**23.08.2016 US 201615244385**

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

**07.12.2021**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**

**5775 Morehouse Drive**

**San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**LEI, JING;**

**VAJAPEYAM, MADHAVAN, SRINIVASAN;**

**CHEN, WANSHI;**

**RICO ALVARINO, ALBERTO;**

**WANG, RENQIU;**

**XU, HAO;**

**FAKOORIAN, SEYED ALI AKBAR;**

**PATEL, SHIMMAN, ARVIND y**

**GAAL, PETER**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 883 233 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

Diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha

## 5 Referencia cruzada

La presente Solicitud de Patente reivindica la prioridad a la Solicitud de Patente de Estados Unidos Núm. 15/244.385 por Lei y otros, titulada "Random Access Channel Design for Narrowband Wireless Communication", presentada el 23 de agosto de 2016; y la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos Núm. 62/211.657 por Lei y otros, titulada "Random Access Channel Design for Narrowband Wireless Communication", presentada el 28 de agosto de 2015; cada una de las cuales se asigna al cesionario del mismo.

## Antecedentes

15 Lo siguiente se refiere, en general, a la comunicación inalámbrica y más específicamente a las técnicas de acceso aleatorio para las comunicaciones inalámbricas de banda estrecha.

Los sistemas de comunicaciones inalámbricas se implementan ampliamente para proporcionar varios tipos de contenidos de comunicación tales como voz, video, paquetes de datos, mensajería, difusión y así sucesivamente. Estos sistemas pueden ser capaz de admitir la comunicación con múltiples usuarios al compartir los recursos del sistema disponibles (por ejemplo, tiempo, frecuencia y potencia). Ejemplos de tales sistemas de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) y sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), (por ejemplo, un sistema de Evolución a Largo Plazo (LTE)). Un sistema de comunicaciones inalámbricas de acceso múltiple puede incluir un número de estaciones base, cada una puede admitir simultáneamente la comunicación para múltiples dispositivos de comunicación, que de cualquier otra manera puede conocerse como equipo de usuario (UE). El documento EP 1 892 972 A1 proporciona un ejemplo de un sistema que hace uso del acceso aleatorio.

Algunos tipos de dispositivos inalámbricos pueden proporcionar la comunicación automatizada. Los dispositivos inalámbricos automatizados pueden incluir aquellos que implementan la comunicación M2M (de los que la Comunicación entre Máquinas (MTC) se considerará una parte para los fines de esta divulgación). La comunicación M2M puede referirse a las comunicaciones que permiten que los dispositivos inalámbricos se comuniquen entre sí o con una estación base sin la intervención humana. Por ejemplo, la comunicación M2M puede referirse a las comunicaciones de dispositivos que integran sensores o medidores para medir o capturar información y la retransmisión de la información a un servidor central o programa de aplicación que puede hacer uso de la información (o presentar la información a humanos que interactúan con el programa de aplicación). Ejemplos de aplicaciones para dispositivos inalámbricos M2M incluyen la medición inteligente, el monitoreo del inventario, el monitoreo del nivel de agua, el monitoreo de equipo, el monitoreo de la atención médica, el monitoreo de la vida silvestre, el monitoreo de eventos meteorológicos y geológicos, la gestión y seguimiento de flotas, la detección de la seguridad remota, el control del acceso físico, los dispositivos portátiles y el cobro empresarial basado en transacciones.

## 45 Sumario

La invención define un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, un aparato de acuerdo con la reivindicación 14 y un medio legible por ordenador no transitorio de acuerdo con la reivindicación 15. Las realizaciones preferentes se definen en las reivindicaciones dependientes.

## 50 Breve descripción de los dibujos

Un mayor entendimiento de la naturaleza y las ventajas de la presente divulgación puede realizarse por referencia a los siguientes dibujos. En las figuras adjuntas, los componentes o elementos similares pueden tener la misma etiqueta de referencia. Además, varios componentes del mismo tipo pueden distinguirse por la etiqueta de referencia seguida de un guion y una segunda etiqueta que distingue entre los componentes similares. Si solo se usa la primera etiqueta de referencia en la memoria descriptiva, la descripción es aplicable a cualquiera de los componentes similares que tienen la misma primera etiqueta de referencia sin considerar la segunda etiqueta de referencia.

60 La Figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbricas que admite técnicas de acceso aleatorio para las comunicaciones inalámbricas de banda estrecha de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación;

65 La Figura 2 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbricas que admite técnicas de acceso aleatorio para las comunicaciones inalámbricas de banda estrecha de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación;

La Figura 3 ilustra un ejemplo de una región de banda estrecha dentro de un ancho de banda de transmisión de una transmisión de banda ancha y una región de banda estrecha en otra banda de frecuencia asignada que admite técnicas de acceso aleatorio para las comunicaciones inalámbricas de banda estrecha, de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación;

La Figura 4 ilustra un ejemplo de bloques de recursos de banda estrecha y banda ancha que pueden multiplexarse en un ancho de banda del sistema y filtrarse en los dispositivos de recepción, de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación;

La Figura 5 ilustra una estructura del canal de ejemplo que admite técnicas de acceso aleatorio para las comunicaciones inalámbricas de banda estrecha, de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación;

La Figura 6 ilustra un ejemplo de carga útil de los mensajes de acceso aleatorio y el procesamiento de datos para la transmisión de los mensajes de acceso aleatorio, de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación;

La Figura 7 ilustra un ejemplo del procesamiento de la cadena de transmisión que admite técnicas de acceso aleatorio para las comunicaciones inalámbricas de banda estrecha, de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación;

La Figura 8 ilustra un ejemplo de asignaciones de recursos para un conjunto de subportadoras que admiten técnicas de acceso aleatorio para las comunicaciones inalámbricas de banda estrecha, de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación;

Las Figuras 9-11 ilustran ejemplos de flujos de procedimiento que admiten técnicas de acceso aleatorio para las comunicaciones inalámbricas de banda estrecha de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación;

Las Figuras 12 a la 14 muestran diagramas de bloques de un dispositivo inalámbrico que admite un diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha de acuerdo con aspectos de la presente divulgación;

La Figura 15 ilustra un diagrama de bloques de un sistema que incluye un UE que admite un diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha de acuerdo con aspectos de la presente divulgación;

La Figura 16 ilustra un diagrama de bloques de un sistema que incluye una estación base que admite un diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha de acuerdo con aspectos de la presente divulgación; y

Las Figuras 17 a la 19 ilustran procedimientos para el diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

El ámbito, además de la aplicabilidad de los procedimientos y aparatos que se describen, llegará a ser evidente a partir de la siguiente descripción detallada, las reivindicaciones y los dibujos. La descripción detallada y los ejemplos específicos, se dan sólo a modo de ilustración, dado que varios cambios y modificaciones dentro del ámbito de la descripción llegarán a ser evidentes para los expertos en la técnica.

#### Descripción detallada

En algunos sistemas de comunicación inalámbrica, los dispositivos inalámbricos pueden adquirir el acceso al sistema mediante la transmisión de una solicitud de acceso a través de un conjunto de recursos, o canal, asignados para la transmisión de tales solicitudes. Tal solicitud de acceso puede provocarse por, por ejemplo, el dispositivo inalámbrico que accede inicialmente al sistema, una página recibida en el dispositivo inalámbrico que indica que el dispositivo debe adquirir el acceso al sistema, o el dispositivo inalámbrico con la determinación de que hay datos presentes para enviarse a través del sistema de comunicación inalámbrica. En algunos ejemplos, un sistema de comunicación inalámbrica puede configurar recursos físicos, tal como un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) que un UE puede usar para iniciar un procedimiento de acceso aleatorio y transmitir una solicitud de acceso aleatorio. De acuerdo con varias implementaciones de los sistemas de comunicación inalámbrica, pueden proporcionarse procedimientos de acceso aleatorio particulares. Debido a que el canal proporcionado para tales transmisiones puede ser un canal de banda estrecha y tener recursos limitados, pueden ser convenientes las técnicas eficientes para asignar y hacer uso de los recursos del canal.

Las técnicas se describen para la comunicación de mensajes de acceso aleatorio en un sistema de comunicaciones inalámbricas que puede utilizar una región relativamente de banda estrecha de un ancho de banda de la frecuencia en la que funciona el sistema. Tales técnicas pueden usarse, por ejemplo, en la comunicación de máquina a máquina (M2M) o en la comunicación entre máquinas (MTC). En algunos casos, las redes de dispositivos MTC que realizan la comunicación entre sí o con uno o más servidores pueden denominarse como Internet de las Cosas (IoT).

En los casos donde la comunicación se realiza a través de una red celular, esto puede denominarse como IoT Celular (CloT). En algunas implementaciones, los dispositivos CloT pueden comunicarse haciendo uso de una parte relativamente pequeña del ancho de banda asignado de una red celular, lo que puede denominarse como comunicación de banda estrecha. Otras partes del ancho de banda asignado, o ancho de banda del sistema, de la red celular pueden usarse para comunicaciones que tienen velocidades de datos superiores y se denominan en la presente memoria como comunicaciones de banda ancha. En algunos ejemplos, las comunicaciones de banda estrecha pueden ocupar 200 kHz de una banda de espectro de radiofrecuencia, en comparación con un ancho de banda del sistema de 1,4 MHz a 20 MHz.

En algunas implementaciones, los dispositivos CloT pueden tener una Pérdida Mínima de Acoplamiento (MCL) de 164 dB, que puede lograrse mediante la densidad espectral de potencia (PSD) relativamente alta. Los dispositivos CloT pueden tener demandas de eficiencia de potencia relativamente altas, y las redes CloT pueden admitir de forma rutinaria un gran número relativamente de dispositivos (por ejemplo, un gran número relativamente de medidores de agua, medidores de gas, medidores eléctricos en un área dada). Los dispositivos CloT pueden diseñarse para tener un costo relativamente bajo y, por tanto, pueden tener componentes de hardware que se diseñan específicamente para funcionar de una manera eficiente en el consumo de potencia y que no tienen una cantidad significativa de capacidades de procesamiento más allá de lo necesario para las comunicaciones de banda estrecha.

Como se mencionó anteriormente, en algunas implementaciones, tales dispositivos MTC pueden funcionar con una canalización de 200 kHz. En algunas implementaciones, los dispositivos CloT pueden exhibir los patrones de tráfico de datos y el acceso a la red que involucran un acceso a la red más frecuente que los usuarios celulares regulares, el acceso a la red que probablemente sea impulsado por eventos y sea periódico, y el tráfico de datos en las transmisiones de enlace ascendente que sea dominante. El diseño del acceso aleatorio heredado, sin embargo, puede no ser una buena opción para el acceso CloT desde un gran número de dispositivos MTC relativamente, y puede dar como resultado la congestión, la sobrecarga y el agotamiento rápido de la energía (lo que puede ser significativo para los dispositivos MTC con baterías no reemplazables o no recargables). Además, ciertos diseños del acceso aleatorio heredado pueden subutilizar la capacidad del canal, y transportar una secuencia del preámbulo. Adicionalmente, los dispositivos MTC pueden ser los UE de costo relativamente bajo y pueden incurrir en gran inestabilidad de tiempo y frecuencia. Los aspectos de la presente divulgación proporcionan sistemas y técnicas que abordan varias de estas consideraciones, como se mencionan con más detalle más abajo.

Varios aspectos de la divulgación proporcionan técnicas de acceso aleatorio para las comunicaciones de banda estrecha. En algunos aspectos, las comunicaciones MTC de banda estrecha pueden transmitirse haciendo uso de un único bloque de recurso (RB) de un número de los RB usados para las comunicaciones de Evolución a Largo Plazo (LTE) de banda ancha. Ya sea que la región de banda estrecha sea autónoma o se contenga dentro de una región de banda ancha, estos factores pueden afectar el diseño del acceso aleatorio para LTE de banda estrecha. Además, el diseño del acceso aleatorio de banda estrecha puede adaptarse para la compatibilidad tanto con una región de banda estrecha autónoma como con una región de banda estrecha dentro de una región de banda ancha heredada.

Con el fin de proporcionar un uso eficiente de los recursos físicos y un funcionamiento eficiente de los dispositivos MTC, que pueden usar los componentes de costo relativamente bajo, los aspectos de la presente divulgación proporcionan la asignación de recursos físicos de un ancho de banda de banda estrecha y las técnicas para el acceso aleatorio. En algunos ejemplos, puede asignarse un conjunto de subportadoras para un ancho de banda de banda estrecha y puede seleccionarse una separación de subportadora de las subportadoras adyacentes para permitir un funcionamiento robusto contra errores de frecuencia en los que pueden incurrirse por los componentes del diseño de costo relativamente bajo de los dispositivos MTC. En algunos ejemplos, se proporciona una separación de subportadora de 2,5 kHz para la región de banda estrecha. En ciertos ejemplos, puede usarse un mismo conjunto de recursos físicos para los mensajes de acceso aleatorio que se usa para las comunicaciones de datos.

Una estación base puede, por ejemplo, multiplexar por división de tiempo una subportadora para asignar recursos a los mensajes de acceso aleatorio y a las comunicaciones de datos. El número de dispositivos MTC puede configurarse para transmitir los mensajes de acceso aleatorio haciendo uso de diferentes subportadoras en base a una clase de cobertura del dispositivo MTC. La clase de cobertura del dispositivo MTC puede estar basada al menos en parte, en una característica de un enlace de comunicación asociado con el dispositivo MTC. Tales configuraciones pueden reducir un número de posibles colisiones de los mensajes de acceso aleatorio transmitidos por diferentes dispositivos MTC mediante la reducción del número de dispositivos MTC que se transmitirán en una subportadora dada. Además, en algunos ejemplos, una estación base puede realizar la identificación de un token asociado con una clase de cobertura, y un dispositivo MTC puede determinar un número aleatorio antes de realizar la transmisión de una solicitud de acceso aleatorio. Si el número aleatorio generado por el dispositivo MTC corresponde al token para la clase de cobertura, el dispositivo MTC puede transmitir el mensaje de acceso aleatorio y, de cualquier otra manera, el mensaje de acceso aleatorio se aplazará. Por tanto, pueden reducirse aún más un número de colisiones entre diferentes dispositivos MTC que intentan transmitir un mensaje de acceso aleatorio.

En algunos ejemplos, los mensajes de acceso aleatorio pueden transmitirse de forma asíncrona haciendo uso de los recursos físicos identificados, por tanto, permite la transmisión de mensajes que no requieren el control de la potencia de bucle cerrado o información de avance del tiempo antes de la transmisión. En algunos ejemplos, las transmisiones en el ancho de banda de banda estrecha pueden tener una modulación envolvente constante por subportadora, lo que puede ser adecuado para el diseño del amplificador de potencia (PA) de costo relativamente bajo para los dispositivos MTC. En algunos ejemplos, cuando un dispositivo MTC realiza un acceso aleatorio, la clase de cobertura de enlace descendente estimada del dispositivo MTC puede incluirse en el mensaje de acceso aleatorio para notificar a la estación base. Adicionalmente, puede proporcionarse una identidad del dispositivo MTC a la estación base dentro de una carga útil del mensaje de acceso aleatorio. Tal identidad puede obtenerse en un acceso a la red inicial como un número aleatorio, o puede ser un valor de identificador temporal de la red de radio celular (C-RNTI) proporcionado por una estación base al dispositivo MTC desde un procedimiento de acceso anterior.

Los aspectos de la divulgación se describen inicialmente en el contexto de un sistema de comunicación inalámbrica. Los ejemplos específicos se describen luego para las comunicaciones MTC de banda estrecha en un sistema LTE. Estos y otros aspectos de la divulgación se ilustran y describen además con referencia a los diagramas de los aparatos, diagramas del sistema y diagramas de flujo que se relacionan con las técnicas de enlace descendente y la sincronización para las comunicaciones inalámbricas de banda estrecha.

La Figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbricas 100 de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 incluye las estaciones base 105, los UE 115 y una red central 130. En algunos ejemplos, el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede ser una red de Evolución a Largo Plazo (LTE)/LTE-Avanzado (LTE-A).

Las estaciones base 105 pueden comunicarse de forma inalámbrica con los UE 115 a través de una o más antenas de estación base. Cada estación base 105 puede proporcionar cobertura de comunicación para un área de cobertura geográfica respectiva 110. Los enlaces de comunicación 125 mostrados en el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 pueden incluir transmisiones de enlace ascendente (UL) desde un UE 115 a una estación base 105, o transmisiones de enlace descendente (DL), desde una estación base 105 a un UE 115. Los UE 115 pueden estar dispersos en todo el sistema de comunicaciones inalámbricas 100, y cada UE 115 puede ser fijo o móvil. Un UE 115 también puede denominarse como una estación móvil, una estación de abonado, una unidad remota, un dispositivo inalámbrico, un terminal de acceso, un auricular, un agente de usuario, un cliente o alguna otra terminología adecuada. Un UE 115 también puede ser un teléfono celular, un módem inalámbrico, un dispositivo portátil, un ordenador personal, una tableta, un dispositivo electrónico personal, un dispositivo de comunicación entre máquinas (MTC) o similar.

Las estaciones base 105 pueden comunicarse con la red central 130 y entre sí. Por ejemplo, las estaciones base 105 pueden interactuar con la red central 130 mediante los enlaces de retorno 132 (por ejemplo, S1, etc.). Las estaciones base 105 pueden comunicarse entre sí a través de enlaces de retorno 134 (por ejemplo, X2, etc.) ya sea directa o indirectamente (por ejemplo, mediante la red central 130). Las estaciones base 105 pueden realizar la configuración y programación de radio para la comunicación con los UE 115, o pueden funcionar bajo el control de un controlador de una estación base (no mostrado). En algunos ejemplos, las estaciones base 105 pueden ser macrocélulas, células pequeñas, puntos calientes o similares. Las estaciones base 105 también pueden denominarse como eNodeB (eNB) 105.

Como se mencionó anteriormente, algunos tipos de dispositivos inalámbricos pueden proporcionar la comunicación automatizada. Los dispositivos inalámbricos automatizados pueden incluir aquellos que implementan la comunicación M2M o MTC. M2M o MTC pueden referirse a tecnologías de comunicación de datos que permiten que los dispositivos se comuniquen entre sí o con una estación base 105 sin la intervención humana. Por ejemplo, M2M o MTC pueden referirse a las comunicaciones de dispositivos que integran sensores o medidores para medir o capturar información y realizar la retransmisión de esa información a un servidor central o programa de aplicación que pueda hacer uso de la información o presentarla a humanos que interactúan con el programa o la aplicación. Algunos UE 115 pueden ser dispositivos MTC, tales como los diseñados para recoger la información o permitir el comportamiento automatizado de las máquinas. Ejemplos de aplicaciones para dispositivos MTC incluyen la medición inteligente, los interruptores inteligentes, el monitoreo de inventario, el monitoreo del nivel de agua, el monitoreo de equipos, el monitoreo de la atención médica, el monitoreo de la vida silvestre, el monitoreo de eventos meteorológicos y geológicos, la gestión y seguimiento de flotas, la detección de la seguridad remota, el control del acceso físico, y el cobro empresarial basado en transacciones, por nombrar algunos ejemplos. Un dispositivo MTC puede funcionar haciendo uso de las comunicaciones semidúplex (unidireccionales) a una velocidad pico reducida. Los dispositivos MTC también pueden configurarse para entrar en modo de "sueño profundo" de ahorro de la potencia cuando no están participando en las comunicaciones activas. De acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación, los dispositivos MTC pueden funcionar haciendo uso de las comunicaciones de banda estrecha que pueden ubicarse dentro de un ancho de banda de otras comunicaciones de banda ancha o fuera del ancho de banda de otras comunicaciones de banda ancha.

Los sistemas LTE heredados pueden utilizar OFDMA en el DL y el acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) en el UL. OFDMA y SC-FDMA dividen el ancho de banda del sistema en múltiples (K) subportadoras ortogonales, que también se denominan comúnmente como tonos o bins. Cada subportadora puede modularse con datos. La separación entre las subportadoras adyacentes puede ser fija, y el número total de subportadoras (K) puede depender del ancho de banda del sistema. Por ejemplo, K puede ser igual a 72, 180, 300, 600, 900 o 1.200 con una separación de subportadora de 15 kilohercios (KHz) para un ancho de banda del sistema correspondiente (con banda de seguridad) de 1,4, 3, 5, 10, 15, o 20 megahercios (MHz), respectivamente. El ancho de banda del sistema también puede dividirse en subbandas. Por ejemplo, una subbanda puede cubrir 1,08 MHz y pueden haber 1, 2, 4, 8 o 16 subbandas. Como se mencionó anteriormente, en los ejemplos que proporcionan comunicaciones MTC haciendo uso de recursos de banda estrecha, el ancho de banda de banda estrecha correspondiente puede ser 200 kHz, que puede incluir 180 kHz de subportadoras y una banda de seguridad de 20 kHz. En tales ejemplos, las comunicaciones de banda estrecha pueden ocupar un único RB de un ancho de banda del sistema LTE, y puede haber 12 subportadoras.

Como se mencionó anteriormente, varios aspectos de la divulgación proporcionan un conjunto de subportadoras que pueden asignarse para un ancho de banda de banda estrecha. Puede seleccionarse una separación de subportadora de las subportadoras adyacentes para permitir un funcionamiento robusto contra errores de frecuencia en los que pueden incurrirse por los componentes del diseño de costo relativamente bajo de los dispositivos MTC. En algunos ejemplos, se proporciona una separación de subportadora de 2,5 kHz para la región de banda estrecha. En ciertos ejemplos, puede usarse un mismo conjunto de recursos físicos para los mensajes de acceso aleatorio que se usa para las comunicaciones de datos. Una estación base puede, por ejemplo, multiplexar por división de tiempo una subportadora para asignar recursos a los mensajes de acceso aleatorio y a las comunicaciones de datos. El número de dispositivos MTC puede configurarse para transmitir los mensajes de acceso aleatorio haciendo uso de diferentes subportadoras en base a una clase de cobertura del dispositivo MTC. La clase de cobertura del dispositivo MTC puede estar basada al menos en parte, en una característica de un enlace de comunicación asociado con el dispositivo MTC. Tales configuraciones pueden reducir un número de posibles colisiones de los mensajes de acceso aleatorio transmitidos por diferentes dispositivos MTC mediante la reducción del número de dispositivos MTC que se transmitirán en una subportadora dada.

Además, en algunos ejemplos, una estación base puede realizar la identificación de un token asociado con una clase de cobertura, y un dispositivo MTC puede determinar un número aleatorio antes de realizar la transmisión de una solicitud de acceso aleatorio. Si el número aleatorio generado por el dispositivo MTC corresponde al token para la clase de cobertura, el dispositivo MTC puede transmitir el mensaje de acceso aleatorio y, de cualquier otra manera, el mensaje de acceso aleatorio se aplazará. Por tanto, pueden reducirse aún más un número de colisiones entre diferentes dispositivos MTC que intentan transmitir un mensaje de acceso aleatorio.

En algunos ejemplos, los mensajes de acceso aleatorio pueden transmitirse de forma asíncrona haciendo uso de los recursos físicos identificados, por tanto, permite la transmisión de mensajes que no requieren el control de la potencia de bucle cerrado o información de avance del tiempo antes de la transmisión. En algunos ejemplos, las transmisiones en el ancho de banda de banda estrecha pueden tener una modulación envolvente constante por subportadora, lo que puede ser adecuado para el diseño del amplificador de potencia (PA) de costo relativamente bajo para los dispositivos MTC. En algunos ejemplos, cuando un dispositivo MTC realiza un acceso aleatorio, la clase de cobertura de enlace descendente estimada del dispositivo MTC puede incluirse en el mensaje de acceso aleatorio para notificar a la estación base. Adicionalmente, puede proporcionarse una identidad del dispositivo MTC a la estación base dentro de una carga útil del mensaje de acceso aleatorio. Tal identidad puede obtenerse en un acceso a la red inicial como un número aleatorio, o puede ser un valor de identificador temporal de la red de radio celular (C-RNTI) proporcionado por una estación base al dispositivo MTC desde un procedimiento de acceso anterior.

La Figura 2 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbricas 200 para técnicas de sincronización y el enlace descendente para las comunicaciones inalámbricas de banda estrecha de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. El sistema de comunicaciones inalámbricas 200 puede incluir un UE 115-a y una estación base 105-a, que pueden ser ejemplos de un UE 115 de la estación base 105 que se describe con referencia a la Figura 1.

En algunos ejemplos, el UE 115-a es un dispositivo MTC, tal como un medidor inteligente, que puede comunicarse con la estación base 105-a haciendo uso del enlace de comunicación de banda estrecha 125-a. Con el fin de configurar las comunicaciones de acceso aleatorio, la estación base 105-a puede asignar un conjunto de subportadoras para un ancho de banda de banda estrecha. Puede seleccionarse una separación de subportadora de las subportadoras adyacentes para permitir un funcionamiento robusto contra errores de frecuencia en los que pueden incurrirse por los componentes del diseño de costo relativamente bajo de los dispositivos MTC. En algunos ejemplos, se proporciona una separación de subportadora de 2,5 kHz para la región de banda estrecha. En ciertos ejemplos, puede usarse un mismo conjunto de recursos físicos para los mensajes de acceso aleatorio que se usa para las comunicaciones de datos. Una estación base puede, por ejemplo, multiplexar por división de tiempo una subportadora para asignar recursos a los mensajes de acceso aleatorio y a las comunicaciones de datos. El número de dispositivos MTC puede configurarse para transmitir los mensajes de acceso aleatorio haciendo uso de diferentes

subportadoras en base a una clase de cobertura del dispositivo MTC. La clase de cobertura del dispositivo MTC puede estar basada al menos en parte, en una característica de un enlace de comunicación asociado con el dispositivo MTC. Tales configuraciones pueden reducir un número de posibles colisiones de los mensajes de acceso aleatorio transmitidos por diferentes dispositivos MTC mediante la reducción del número de dispositivos MTC que se transmitirán en una subportadora dada. Además, en algunos ejemplos, una estación base puede realizar la identificación de un token asociado con una clase de cobertura, y un dispositivo MTC puede determinar un número aleatorio antes de realizar la transmisión de una solicitud de acceso aleatorio. Si el número aleatorio generado por el dispositivo MTC corresponde al token para la clase de cobertura, el dispositivo MTC puede transmitir el mensaje de acceso aleatorio y, de cualquier otra manera, el mensaje de acceso aleatorio se aplazará. Por tanto, pueden reducirse aún más un número de colisiones entre diferentes dispositivos MTC que intentan transmitir un mensaje de acceso aleatorio.

En algunos ejemplos, los mensajes de acceso aleatorio pueden transmitirse de forma asíncrona haciendo uso de los recursos físicos identificados, por tanto, permite la transmisión de mensajes que no requieren el control de la potencia de bucle cerrado o información de avance del tiempo antes de la transmisión. En algunos ejemplos, las transmisiones en el ancho de banda de banda estrecha pueden tener una modulación envolvente constante por subportadora, lo que puede ser adecuado para el diseño del amplificador de potencia (PA) de costo relativamente bajo para los dispositivos MTC. En algunos ejemplos, cuando un dispositivo MTC realiza un acceso aleatorio, la clase de cobertura de enlace descendente estimada del dispositivo MTC puede incluirse en el mensaje de acceso aleatorio para notificar a la estación base. Adicionalmente, puede proporcionarse una identidad del dispositivo MTC a la estación base dentro de una carga útil del mensaje de acceso aleatorio. Tal identidad puede obtenerse en un acceso a la red inicial como un número aleatorio, o puede ser un valor de identificador temporal de la red de radio celular (C-RNTI) proporcionado por una estación base al dispositivo MTC desde un procedimiento de acceso anterior.

La Figura 3 ilustra un ejemplo 300 de una región de banda estrecha dentro de un ancho de banda de transmisión de una transmisión de banda ancha y una región de banda estrecha en otra banda de frecuencia asignada que admite las técnicas de enlace descendente y la sincronización para las comunicaciones inalámbricas de banda estrecha, de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. El ejemplo 300 puede usarse por los dispositivos de la red inalámbrica, tales como los UE 115 y las estaciones base 105 que se describen con referencia a las Figuras 1-2 que pueden funcionar haciendo uso de las comunicaciones de banda estrecha.

En el ejemplo de la Figura 3, el ancho de banda del sistema LTE 320 puede incluir la región de control 305, una región de datos de la banda ancha 310 y la primera región de banda estrecha 315-a. Puede proporcionarse una segunda región de banda estrecha 315-b para las comunicaciones de banda estrecha autónoma, y puede ubicarse en algún otro ancho de banda 325, tal como un ancho de banda asignado para las comunicaciones GSM, por ejemplo.

En algunos ejemplos, la primera región de banda estrecha 315-a y la segunda región de banda estrecha 315-b pueden ocupar un único RB (por ejemplo, 12 subportadoras) de la región de datos de banda ancha 310. En un ejemplo, (por ejemplo, para una portadora de 20 MHz) la región de datos de banda ancha 310 puede incluir 100 RB (por ejemplo, 1200 subportadoras). La región de banda estrecha particular 315-a o 315-b puede configurarse para las comunicaciones de banda estrecha en base a varios parámetros de implementación, y puede permitir mensajes de acceso aleatorio en base a las clases de cobertura de los dispositivos MTC. Las clases de cobertura de los dispositivos MTC pueden estar basadas al menos en parte, en una característica de un enlace de comunicación asociado con los dispositivos MTC. Por ejemplo, la característica del enlace de comunicación puede ser una pérdida de trayectoria del enlace de comunicación, una potencia de la señal de referencia recibida (RSRP) del enlace de comunicación, una calidad de la señal de referencia recibida (RSRQ) del enlace de comunicación o un indicador de la fuerza de la señal recibida (RSSI) del enlace de comunicación. En algunos ejemplos, una estación base puede proporcionar una indicación a los UE de un conjunto de subportadoras que pueden asignarse para la región de banda estrecha 315. En algunos ejemplos, se proporciona una separación de subportadora de 2,5 kHz para las regiones de banda estrecha 315. En ciertos ejemplos, puede usarse un mismo conjunto de recursos físicos para los mensajes de acceso aleatorio que se usa para las comunicaciones de datos.

Una estación base puede, por ejemplo, multiplexar por división de tiempo una subportadora para asignar recursos a los mensajes de acceso aleatorio y a las comunicaciones de datos. El número de dispositivos MTC puede configurarse para transmitir los mensajes de acceso aleatorio haciendo uso de diferentes subportadoras en base a una clase de cobertura del dispositivo MTC. La clase de cobertura del dispositivo MTC puede estar basada al menos en parte, en una característica de un enlace de comunicación asociado con el dispositivo MTC. Tales configuraciones pueden reducir un número de posibles colisiones de los mensajes de acceso aleatorio transmitidos por diferentes dispositivos MTC mediante la reducción del número de dispositivos MTC que se transmitirán en una subportadora dada. Además, en algunos ejemplos, una estación base puede realizar la identificación de un token asociado con una clase de cobertura, y un dispositivo MTC puede determinar un número aleatorio antes de realizar la transmisión de una solicitud de acceso aleatorio. Si el número aleatorio generado por el dispositivo MTC corresponde al token para la clase de cobertura, el dispositivo MTC puede transmitir el mensaje de acceso aleatorio

y, de cualquier otra manera, el mensaje de acceso aleatorio se aplazará. Por tanto, pueden reducirse aún más un número de colisiones entre diferentes dispositivos MTC que intentan transmitir un mensaje de acceso aleatorio.

En algunos ejemplos, los mensajes de acceso aleatorio pueden transmitirse de forma asíncrona haciendo uso de los recursos físicos identificados, por tanto, permite la transmisión de mensajes que no requieren el control de la potencia de bucle cerrado o información de avance del tiempo antes de la transmisión. En algunos ejemplos, las transmisiones en el ancho de banda de banda estrecha pueden tener una modulación envolvente constante por subportadora, lo que puede ser adecuado para el diseño del amplificador de potencia (PA) de costo relativamente bajo para los dispositivos MTC. En algunos ejemplos, cuando un dispositivo MTC realiza un acceso aleatorio, la clase de cobertura de enlace descendente estimada del dispositivo MTC puede incluirse en el mensaje de acceso aleatorio para notificar a la estación base. Adicionalmente, puede proporcionarse una identidad del dispositivo MTC a la estación base dentro de una carga útil del mensaje de acceso aleatorio. Tal identidad puede obtenerse en un acceso a la red inicial como un número aleatorio, o puede ser un valor de identificador temporal de la red de radio celular (C-RNTI) proporcionado por una estación base al dispositivo MTC desde un procedimiento de acceso anterior.

La Figura 4 ilustra un ejemplo 400 de bloques de recursos de banda estrecha y banda ancha que pueden multiplexarse en un ancho de banda del sistema y filtrarse en los dispositivos de recepción, de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. El ejemplo 400 puede usarse por los dispositivos de la red inalámbrica, tales como los UE 115 y las estaciones base 105 que se describen con referencia a las Figuras 1-2 que pueden funcionar haciendo uso de las comunicaciones de banda estrecha.

En el ejemplo de la Figura 4, el ancho de banda del sistema LTE 450 puede incluir la región de control 405, una región de datos de banda ancha para la transmisión de los RB de LTE heredados 410 y una región LTE de banda estrecha 415. Los RB de LTE heredados 410 y la región LTE de NB 415 (es decir, los RB de LTE de NB) pueden multiplexarse en el multiplexor 420. Tal multiplexación puede permitir que la región LTE de NB 415 se trate efectivamente por separado como un canal de banda estrecha autónoma. Un dispositivo de recepción puede usar el filtrado para filtrar los RB de interés para el dispositivo en particular. Por ejemplo, un UE de banda estrecha, tal como un dispositivo MTC, puede usar el filtrado de paso de banda 425 para filtrar los RB de LTE heredados 410 y proporcionar la región LTE de NB 415 al dispositivo. De manera similar, un dispositivo LTE heredado puede usar el filtrado de eliminación de banda 430 para proporcionar los RB de LTE heredados 410 al dispositivo.

La Figura 5 ilustra una estructura del canal de ejemplo 500 que admite técnicas de acceso aleatorio para las comunicaciones inalámbricas de banda estrecha, de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. La estructura del canal 500 puede usarse por los dispositivos de la red inalámbrica, tales como los UE 115 y las estaciones base 105 que se describen con referencia a las Figuras 1-2 que pueden funcionar haciendo uso de las comunicaciones de banda estrecha.

En el ejemplo de la Figura 5, los canales físicos 505 pueden estar presentes en una capa física que puede mapearse para los canales de transporte 510 en una capa de Control de Acceso al Medio (MAC). En algunos ejemplos, un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) 515 puede mapearse tanto a un canal de acceso aleatorio (RACH) 520 como a un canal compartido de enlace ascendente (UL-SCH) 525 canales de transporte. En LTE heredado, los mensajes de acceso aleatorio se comunican haciendo uso de un canal de acceso aleatorio físico dedicado (PRACH), mientras que los ejemplos que se describen en la presente memoria pueden multiplexar las comunicaciones de acceso aleatorio con otras comunicaciones de enlace ascendente haciendo uso del PUSCH 515. Otros canales físicos pueden incluir un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH) 530, que puede mapearse a un canal compartido de enlace descendente (DL-SCH) 535 y un canal de radiobúsqueda (PCH) 540. Un canal compartido de difusión físico (PBSCCH) 545 puede mapearse a un canal de difusión (BCH) 550, y un PBCH mejorado (ePBCH) 555 puede mapearse a un BCH mejorado 560.

En algunos ejemplos, pueden asignarse recursos de banda estrecha para proporcionar recursos reservados para los mensajes de acceso aleatorio haciendo uso del PUSCH 515. Varias técnicas pueden proporcionar recursos asignados para los mensajes de acceso aleatorio que pueden cumplir las funciones del PRACH heredado de LTE, reducir la congestión y la sobrecarga de los accesos aleatorios haciendo uso de un diseño de bajo costo, el tiempo de multiplexación y la información específica del usuario, y al menos reemplazar parcialmente la función del canal de control de enlace ascendente físico heredado (PUCCH). Como se mencionó anteriormente, en algunos ejemplos pueden asignarse ciertas subportadoras para los mensajes de acceso aleatorio de los UE con ciertas clases de cobertura. Tales asignaciones pueden, en algunos ejemplos, configurarse dinámicamente, y un UE puede adaptar la selección de recursos del RACH en base a la información de difusión del DL. De tal manera, una estación base puede equilibrar las oportunidades para el acceso aleatorio y la transmisión de datos.

En algunos ejemplos, un mensaje de acceso aleatorio puede transmitirse haciendo uso de una única subportadora, lo que puede mejorar la densidad espectral de potencia (PSD) del mensaje de acceso aleatorio y facilitar una mejor detección por una estación base. En algunos ejemplos, la velocidad de símbolos por subcanal puede ser de 1.800 símbolos/segundo, y el tiempo de duración de una única ranura del RACH puede establecerse en 80 ms, con la opción de que una estación base (u otra entidad de red) proporcione repeticiones de ranuras del RACH para



proporcionar mejoras de cobertura y permitir que una estación base combine múltiples transmisiones redundantes y mejore una relación de señal/ruido.

Además, como se mencionó anteriormente, en algunos ejemplos, los mensajes de acceso aleatorio pueden transmitirse de forma asíncrona, lo que puede proporcionar que un UE no necesite proporcionarse con la información de avance del tiempo antes de realizar la transmisión de una solicitud de acceso aleatorio. Con el fin de facilitar la recepción de tales transmisiones asíncronas en una estación base, puede generarse una señal piloto e incluirse con un mensaje de acceso aleatorio, que puede usarse para la sincronización en una estación base. En algunos ejemplos, la señal piloto puede ser un código Barker de longitud 13, u otra secuencia binaria corta con buenas propiedades de autocorrelación.

También como se mencionó anteriormente, en algunos ejemplos, un mensaje de acceso aleatorio puede incluir una carga útil. Tal carga útil puede ser, en algunos ejemplos, una carga útil de 8 bytes (por ejemplo, un número máximo de bytes de tamaño de carga útil asumiendo  $\frac{1}{2}$  velocidad de código para la FEC:

$$L = [(18 * 8 - 13)/2] = 65).$$

La Figura 6 ilustra un ejemplo 600 de carga útil del mensaje de acceso aleatorio y el procesamiento de datos para la transmisión del mensaje de acceso aleatorio, de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. El ejemplo 600 puede usarse por los dispositivos de la red inalámbrica, tales como los UE 115 y las estaciones base 105 que se describen con referencia a las Figuras 1-2 que pueden funcionar haciendo uso de las comunicaciones de banda estrecha.

En el ejemplo de la Figura 6, una carga útil puede incluir un número de campos de información, incluido un campo de tipo de acceso aleatorio 605, un campo de identificación del UE 610, un campo de causa del acceso 615, un campo de la clase de cobertura 620, y otra información 625. El campo de tipo de acceso aleatorio puede incluir información sobre el tipo de mensaje de acceso aleatorio que se transmite, lo que puede permitir que una estación base decodifique otra información que pueda incluirse en la carga útil. El campo de identidad del UE puede incluir una identificación del UE. En algunos ejemplos, en un mensaje de acceso aleatorio inicial, un UE puede generar un número aleatorio que se usa como la identidad del UE hasta que se proporciona un identificador temporal de la red de radio (RNTI) para el UE, con tal RNTI usado en el campo de identidad del UE 610 para los mensajes de acceso aleatorio subsecuentes transmitidos a una misma estación base. La causa del acceso 615 puede incluir información sobre por qué el UE está realizando la transmisión del mensaje de acceso aleatorio (por ejemplo, un tipo de evento que puede provocar un mensaje de acceso aleatorio basado en eventos). El campo de la clase de cobertura 620 puede ser información proporcionada por el UE relacionada con las condiciones del canal o una clase de cobertura determinada por el UE para las transmisiones, que puede usarse como un factor en la determinación de mejoras de cobertura que se usarán para las comunicaciones subsecuentes (por ejemplo, aumento de potencia o un número de transmisiones redundantes que se usarán en las comunicaciones). En algunos ejemplos, las condiciones del canal pueden determinarse haciendo uso de una pérdida de trayectoria de un enlace de comunicación en una subportadora, una potencia de la señal de referencia recibida (RSRP) del enlace de comunicación, una calidad de la señal de referencia recibida (RSRQ) del enlace de comunicación o un indicador de la fuerza de la señal recibida (RSSI) del enlace de comunicación. Otra información 625 puede incluir una o más piezas de otra información asociada con el UE, tal como, por ejemplo, datos asociados con una lectura en el UE o evento que provocó el mensaje de acceso aleatorio).

Una vez que se determina la carga útil para un mensaje de acceso aleatorio, un UE puede generar una corrección de errores hacia adelante (FEC) y una cadena de datos 630 coincidentes de la velocidad. La FEC y la cadena de datos 630 de la velocidad coincidente pueden proporcionarse con un código piloto (por ejemplo, el código Barker de longitud 13), y una verificación de redundancia cíclica (CRC) opcional, y luego se transmite como una solicitud de acceso aleatorio.

La Figura 7 ilustra un ejemplo 700 del procesamiento de carga útil que admite técnicas de acceso aleatorio para las comunicaciones inalámbricas de banda estrecha, de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. El ejemplo 700 puede usarse por los dispositivos de la red inalámbrica, tales como los UE 115 que se describen con referencia a las Figuras 1-2 que pueden funcionar haciendo uso de las comunicaciones de banda estrecha.

En el ejemplo, de la Figura 7, la carga útil del RACH 705 puede proporcionarse para la FEC y para la velocidad que coincide 710, y también para la inserción del piloto 720. La FEC y los datos coincidentes de la velocidad pueden proporcionarse a una función de codificación 715, con la salida que tiene una señal piloto insertada y proporcionada a un procedimiento de modulación envolvente constante 725. La salida de la modulación envolvente constante puede proporcionarse al bloque de conformación de pulsos 730, y luego al bloque de repetición 735 que puede proporcionar múltiples versiones redundantes de los datos de salida para la transmisión en base a una clase de cobertura del UE.

Como se mencionó anteriormente, pueden asignarse diferentes subportadoras para los mensajes de acceso aleatorio para los UE que tienen diferentes clases de cobertura. La Figura 8 ilustra un ejemplo de asignaciones de

recursos 800 para un conjunto de subportadoras que admiten técnicas de acceso aleatorio para las comunicaciones inalámbricas de banda estrecha, de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. Las asignaciones de recursos 800 pueden usarse por los dispositivos de la red inalámbrica, tales como los UE 115 y las estaciones base 105 que se describen con referencia a las Figuras 1-2 que pueden funcionar haciendo uso de las comunicaciones de banda estrecha.

En este ejemplo, se ilustran cuatro subportadoras que pueden tener diferentes clases de cobertura, específicamente, la subportadora A 880, la subportadora B 870, la subportadora C 860 y la subportadora D 850. Cada subportadora 880, 870, 860, 850 puede incluir características que definen la subportadora. Por ejemplo, las características de las subportadoras pueden incluir pérdida de trayectoria, RSRP, RSRQ o RSSI. La subportadora A puede asignarse de manera que los mensajes de acceso aleatorio no se transmitan haciendo uso de esta subportadora, y la cantidad total de recursos para la subportadora A 880 puede dedicarse a las transmisiones de datos 840. La subportadora B 870 puede asociarse con una clase de cobertura que tiene relativamente una gran pérdida de trayectoria medida en un UE. Con el fin de proporcionar una mejor posibilidad de las transmisiones satisfactorias desde tales UE que tienen condiciones del canal relativamente pobres, puede proporcionarse un formato de acceso aleatorio con cuatro repeticiones de mensajes de acceso aleatorio. En el ejemplo de la Figura 8, la subportadora B 870 puede incluir asignaciones para las transmisiones de datos 825 que se multiplexan por división de tiempo con asignaciones de mensajes de acceso aleatorio 830, que pueden incluir cuatro repeticiones de asignaciones de mensajes de acceso aleatorio del 830-a al 830-d de un mensaje de acceso aleatorio. La subportadora C 860 puede asociarse con una clase de cobertura que tiene una cantidad media de pérdida de trayectoria medida en un UE, con relación a otros UE que se sirven. La subportadora C 860 puede incluir asignaciones para las transmisiones de datos 820 que se multiplexan por división de tiempo con asignaciones de mensajes de acceso aleatorio 815, que pueden incluir dos repeticiones de asignaciones de mensajes de acceso aleatorio 815-a y 815-b de un mensaje de acceso aleatorio. De manera similar, la subportadora D 850 puede asociarse con una clase de cobertura que tiene una cantidad relativamente pequeña de pérdida de trayectoria medida en un UE, con relación a otros UE que se sirven. La subportadora D 850 puede incluir asignaciones para las transmisiones de datos 810 que se multiplexan por división de tiempo con asignaciones de mensajes de acceso aleatorio 805, que pueden incluir una única transmisión de asignación del mensaje de acceso aleatorio 805. En el ejemplo, de la Figura 8, pueden proporcionarse dos ranuras que pueden incluir cada una asignación del acceso aleatorio asociado 805-a y 805-b, así como también transmisiones de datos 810-a y 810-b, que también pueden denominarse como asignaciones.

En consecuencia, las subportadoras 850 - 880 pueden clasificarse en diferentes clases de cobertura, en las que los tipos B, C y D pueden transmitir los mensajes de acceso aleatorio con 4, 2 y 1 repeticiones, respectivamente, y en las que el tipo A se usa para las transmisiones de datos. En algunos ejemplos, una estación base puede reasignar recursos en base a las condiciones experimentadas en la estación base y por los UE servidos por la estación base. Por ejemplo, la subportadora A puede reconfigurarse para proporcionar la transmisión de mensajes de acceso aleatorio por los UE de una o más clases de cobertura si se necesitan solicitudes de acceso aleatorio adicionales para un período de tiempo particular. En algunos ejemplos, una estación base puede señalar las asignaciones de recursos 800 a los UE que se sirven por la estación base (por ejemplo, en un bloque de información del sistema (SIB)), y las asignaciones pueden actualizarse periódicamente.

En algunos ejemplos, una estación base puede proporcionar un token para una o más de las clases de cobertura o una o más de las subportadoras, y un UE puede transmitir un mensaje de acceso aleatorio si un token en el UE corresponde al token señalado. De tal manera, una estación base puede reducir las colisiones de acceso aleatorio dentro de una clase de cobertura o dentro de una subportadora. Por ejemplo, un token puede ser un valor proporcionado por la estación base, y un UE puede generar un número aleatorio antes de la transmisión de un mensaje de acceso aleatorio. Si el número aleatorio generado por el UE es menor que el valor del token, el UE puede transmitir el mensaje de acceso aleatorio y, de cualquier otra manera, el UE pospone la transmisión hasta una oportunidad subsecuente de transmisión del mensaje de acceso aleatorio. En algunos ejemplos, el número aleatorio generado por el UE puede modificarse en base a uno o más de un historial de acceso del UE o información del tiempo del enlace descendente, por ejemplo.

Por tanto, un UE puede medir su pérdida de trayectoria, tal como a partir de una medición de la potencia recibida de señal de referencia de enlace descendente (RSRP), y calcular su número de acceso aleatorio (opcionalmente en base al historial de acceso y la información de tiempo del DL). En base al número de acceso aleatorio y el número de token proporcionado por la estación base, el UE con un acceso aleatorio puede determinar si se le permite transmitir en las subportadoras que coincidan con su clase de cobertura. Si es así, el UE puede transmitir el piloto y la carga útil; de cualquier otra manera, el UE puede retener su solicitud de acceso aleatorio y esperar la próxima oportunidad de transmisión del mensaje de acceso aleatorio.

La Figura 9 ilustra un ejemplo de un flujo de procedimiento 900 para el diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. El flujo de procedimiento 900 puede incluir la estación base 105-b y el UE 115-b, que pueden ser ejemplos de los dispositivos correspondientes que se describen con referencia a las Figuras 1-2.

En el bloque 905, la estación base 105-b puede realizar la identificación de las clases de cobertura. Tales clases de cobertura pueden identificarse, por ejemplo, en base a mediciones de características de los enlaces de

comunicación proporcionados por los UE 115 servidos por la estación base 105-b, y pueden determinarse en base a números de UE 115 que tienen diferentes condiciones del canal y una cantidad de mejoras de cobertura (por ejemplo, aumento de potencia o repetición de la transmisión) que pueden necesitarse por diferentes UE. En algunos ejemplos, las características de los enlaces de comunicación pueden incluir pérdida de trayectoria, RSRP, RSRQ o RSSI. En el bloque 910, la estación base 105-b puede realizar la identificación de una o más subportadoras para cada clase de cobertura. Como se mencionó anteriormente, una estación base 105-b puede asignar una subportadora para las transmisiones de acceso aleatorio para los UE en una clase de acceso particular, junto con los niveles de repetición para los diferentes niveles de cobertura. Además, en algunos ejemplos, la identificación de las subportadoras también puede incluir proporcionar un token que también puede usarse para la determinación por un UE de si puede enviarse un mensaje de acceso aleatorio, como se mencionó anteriormente.

La estación base 105-b puede entonces transmitir la información de la clase de cobertura y de la subportadora 915. Tal información puede proporcionarse, por ejemplo, en un SIB transmitido por la estación base 105-b. El UE 115-b, en el bloque 920, puede realizar la identificación de las clases de cobertura disponibles basadas al menos en parte, en la subportadora y la información de clase de cobertura 915. El UE 115-b, en el bloque 925, puede realizar la identificación de una subportadora (o subportadoras) para cada clase de cobertura que puede usarse para los mensajes de acceso aleatorio. La estación base 105-b puede transmitir una señal de referencia 930, tal como un CRS, por ejemplo, que puede recibirse en el UE 115-b y que puede usarse para medir la pérdida de trayectoria en el UE, como se indica en el bloque 935. Basado al menos en parte, en la pérdida de trayectoria medida, el UE 115-b puede determinar su clase de cobertura, como se indica en el bloque 940. En el bloque 945, el UE 115-b puede seleccionar una subportadora para un mensaje de acceso aleatorio, de una manera similar a como se mencionó anteriormente. En el bloque opcional 950, el UE puede verificar un token (por ejemplo, mediante la generación de números aleatorios y la verificación contra un token asociado con una clase de cobertura o subportadora). El UE 115-b puede luego transmitir la solicitud de acceso aleatorio 955 haciendo uso de la subportadora seleccionada.

La Figura 10 ilustra un ejemplo de un flujo de procedimiento 1000 para el diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. El flujo de procedimiento 1000 puede incluir la estación base 105-c y el UE 115-c, que pueden ser ejemplos de los dispositivos correspondientes que se describen con referencia a las Figuras 1-2 o 9.

En el bloque 1005, el UE 115-c puede seleccionar un recurso de acceso aleatorio. Tal selección de un recurso de acceso aleatorio puede realizarse de acuerdo con las técnicas como se mencionó anteriormente, por ejemplo. El UE 115-c puede transmitir una solicitud de acceso aleatorio 1010, que puede incluir un número aleatorio, por ejemplo, como una identificación de UE, de una manera similar a como se mencionó anteriormente. La estación base 105-c, en respuesta a la solicitud de acceso aleatorio 1010, puede transmitir una asignación del recurso de enlace ascendente 1015 al UE 115-c. La asignación del recurso de enlace ascendente 1015 puede incluir, por ejemplo, la identificación del número aleatorio proporcionada por el UE 115-c en la solicitud de acceso aleatorio 1010, que puede usarse por el UE 115-c para confirmar que la asignación del recurso de enlace ascendente 1015 fue prevista para el UE 115-c. La asignación del recurso de enlace ascendente 1015 también puede incluir una asignación de recursos de enlace ascendente que puede usarse por el UE 115-c para las transmisiones de enlace ascendente. El UE 115-c puede transmitir un MAC PDU 1020 de enlace ascendente a la estación base 105-c. La estación base 105-c puede transmitir la retroalimentación en forma de un ACK/NACK 1025 al UE 115-c para confirmar la recepción exitosa del MAC PDU de enlace ascendente 1020. Tal flujo de procedimiento 1000 puede usarse, por ejemplo, para el acceso inicial a una estación base 105-c durante los procedimientos de actualización del área de seguimiento, cuando el UE 115-c experimenta una transición de estado de "RRC\_IDLE" a "RRC\_Conectado".

La Figura 11 ilustra un ejemplo de un flujo de procedimiento 1100 para el diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. El flujo de procedimiento 1100 puede incluir la estación base 105-d y el UE 115-d, que pueden ser ejemplos de los dispositivos correspondientes que se describen con referencia a la Figura 1-2 o 9-10.

En el bloque 1105, el UE 115-d puede seleccionar un recurso de acceso aleatorio. Tal selección de un recurso de acceso aleatorio puede realizarse de acuerdo con las técnicas como se mencionó anteriormente, por ejemplo. El UE 115-d puede transmitir una solicitud de acceso aleatorio 1110, que puede incluir un C-RNTI del UE 115-d (que puede proporcionarse a partir de comunicaciones anteriores), de una manera similar a como se mencionó anteriormente. La estación base 105-d, en respuesta a la solicitud de acceso aleatorio 1110, puede transmitir una asignación del recurso de enlace ascendente 1115 al UE 115-d. La asignación del recurso de enlace ascendente 1115 puede incluir, por ejemplo, el C-RNTI del UE 115-d, que puede usarse por el UE 115-d para confirmar que la asignación del recurso de enlace ascendente 1115 estaba previsto para el UE 115-d. La asignación del recurso de enlace ascendente 1115 también puede incluir una asignación de recursos de enlace ascendente que puede usarse por el UE 115-d para las transmisiones de enlace ascendente. Luego puede completarse una transferencia de datos 1120 de acuerdo con las técnicas establecidas para las comunicaciones entre el UE 115-d y la estación base 105-d. Tal flujo de procedimiento 1100 puede usarse, por ejemplo, para solicitar los recursos del PUSCH cuando el UE 115-d está en un estado "RRC\_Conectado".

La Figura 12 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico 1200 que admite el diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha de acuerdo con varios aspectos de la

presente divulgación. El dispositivo inalámbrico 1200 puede ser un ejemplo de aspectos de un UE 115 o la estación base 105 que se describen con referencia a la Figura 1. El dispositivo inalámbrico 1200 puede incluir el receptor 1205, el módulo del RACH de banda estrecha 1210 y el transmisor 1215. El dispositivo inalámbrico 1200 también puede incluir un procesador. Cada uno de estos componentes puede estar en comunicación entre sí.

El receptor 1205 puede recibir información tal como paquetes, datos de usuario o información de control asociada con varios canales de información (por ejemplo, canales de control, canales de datos e información relacionada con el diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha, etc.). La información puede transmitirse a otros componentes del dispositivo.

El módulo del RACH de banda estrecha 1210 realiza la identificación de un conjunto de clases de cobertura para un dispositivo inalámbrico en base a las características de un enlace de comunicación asociado con el dispositivo inalámbrico y la identificación, para cada clase de cobertura del conjunto de clases de cobertura, una o más subportadoras de un conjunto de subportadoras para la transmisión de los mensajes de acceso aleatorio. En algunos ejemplos, las características de los enlaces de comunicación pueden incluir pérdida de trayectoria, RSRP, RSRQ o RSSI. El módulo del RACH de banda estrecha 1210 también puede realizar la identificación de una subportadora de un conjunto de subportadoras dentro de una región de banda estrecha del ancho de banda del sistema de comunicaciones inalámbricas para la transmisión de un mensaje de acceso aleatorio, la identificación de una carga útil para incluir en el mensaje de acceso aleatorio, y transmitir el mensaje de acceso aleatorio y la carga útil haciendo uso de la subportadora identificada.

El transmisor 1215 puede transmitir las señales recibidas de otros componentes del dispositivo inalámbrico 1200. En algunos ejemplos, el transmisor 1215 puede colocarse con un receptor en un módulo transceptor. El transmisor 1215 puede incluir una única antena o puede incluir una pluralidad de antenas.

La Figura 13 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico 1300 que admite el diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. El dispositivo inalámbrico 1300 puede ser un ejemplo de aspectos de un dispositivo inalámbrico 1200 o un UE 115 o una estación base 105 que se describen con referencia a las Figuras 1-2 y 9-12. El dispositivo inalámbrico 1300 puede incluir el receptor 1305, el módulo del RACH de banda estrecha 1310 y el transmisor 1335. El dispositivo inalámbrico 1300 también puede incluir un procesador. Cada uno de estos componentes puede estar en comunicación entre sí.

El receptor 1305 puede recibir información que puede transmitirse a otros componentes del dispositivo. El receptor 1305 también puede realizar las funciones que se describen con referencia al receptor 1305 de la Figura 12.

El módulo del RACH de banda estrecha 1310 puede ser un ejemplo de aspectos del módulo del RACH de banda estrecha 1210 que se describen con referencia a la Figura 12. El módulo del RACH de banda estrecha 1310 puede incluir el componente de identificación de la subportadora 1315, el componente de identificación de la carga útil 1320, el componente del mensaje de acceso aleatorio 1325 y el componente de identificación de la clase de cobertura 1330.

El componente de identificación de la subportadora 1315 puede realizar la identificación de una subportadora de un conjunto de subportadoras dentro de una región de banda estrecha del ancho de banda del sistema de comunicaciones inalámbricas para la transmisión de un mensaje de acceso aleatorio y la identificación, para cada clase de cobertura del conjunto de clases de cobertura, una o más subportadoras de un conjunto de subportadoras para la transmisión de los mensajes de acceso aleatorio.

El componente de identificación de la carga útil 1320 puede realizar la identificación de una carga útil para incluir en el mensaje de acceso aleatorio. El componente del mensaje de acceso aleatorio 1325 puede transmitir el mensaje de acceso aleatorio en respuesta al número aleatorio correspondiente al token identificado, y transmitir el mensaje de acceso aleatorio y la carga útil haciendo uso de la subportadora identificada.

El componente de identificación de la clase de cobertura 1330 puede realizar la identificación de un conjunto de clases de cobertura para un dispositivo inalámbrico en base a una pérdida de trayectoria asociada con el dispositivo inalámbrico. En algunos casos, los mensajes de acceso aleatorio incluyen una señal piloto y una carga útil. La señal piloto puede ser, por ejemplo, un código Barker de longitud 13 u otra cadena binaria con buenas propiedades de correlación cruzada. La carga útil puede incluir uno o más campos de información, tal como se mencionó anteriormente con respecto a la Figura 8.

El transmisor 1335 puede transmitir las señales recibidas de otros componentes del dispositivo inalámbrico 1300. En algunos ejemplos, el transmisor 1335 puede colocarse con un receptor en un módulo transceptor. El transmisor 1335 puede incluir una única antena o puede incluir una pluralidad de antenas.

La Figura 14 muestra un diagrama de bloques de un módulo del RACH de banda estrecha 1400 que puede ser un ejemplo de componente correspondiente del dispositivo inalámbrico 1200 o del dispositivo inalámbrico 1300. Es

decir, el módulo del RACH de banda estrecha 1400 puede ser un ejemplo de aspectos del módulo del RACH de banda estrecha 1210 o del módulo del RACH de banda estrecha 1310 que se describen con referencia a las Figuras 12 y 13.

5 El módulo del RACH de banda estrecha 1400 puede incluir el componente de medición de la pérdida de trayectoria 1405, el componente de selección de la subportadora 1410, el componente de identificación de token 1415, el componente de mensaje de acceso aleatorio 1420, el componente de señalización de la subportadora 1425, el componente de identificación del nivel de repetición 1430, el componente de asignación del recurso de enlace ascendente 1435, el componente del paquete de datos de enlace ascendente 1440, el componente de retroalimentación 1445, el componente de identificación de la subportadora 1450, el componente de identificación de la carga útil 1455 y el componente de identificación de la clase de cobertura 1460. Cada uno de estos módulos puede comunicarse, directa o indirectamente, entre sí (por ejemplo, a través de uno o más buses).

15 El componente de medición de la pérdida de trayectoria 1405 puede medir la pérdida de trayectoria en el dispositivo inalámbrico. El componente de selección de la subportadora 1410 puede seleccionar una subportadora en base a una clase de cobertura identificada y seleccionar una primera subportadora del conjunto de subportadoras para la transmisión de un mensaje de acceso aleatorio en base a la primera clase de cobertura.

20 El componente de identificación de token 1415 puede configurarse para la identificación de un token para cada clase de cobertura, y la transmisión del mensaje de acceso aleatorio puede incluir la determinación de un número aleatorio asociado con el mensaje de acceso aleatorio. El componente del mensaje de acceso aleatorio 1420 puede transmitir el mensaje de acceso aleatorio en respuesta al número aleatorio correspondiente al token identificado (por ejemplo, que tiene un valor menor que un valor del token o dentro de un intervalo de valores del token) y transmite el mensaje de acceso aleatorio y la carga útil haciendo uso de la subportadora identificada.

25 El componente de señalización de la subportadora 1425 puede señalar la una o más subportadoras identificadas para la transmisión de los mensajes de acceso aleatorio para cada clase de cobertura a una pluralidad de dispositivos inalámbricos. El componente de identificación del nivel de repetición 1430 puede realizar la identificación de un nivel de repetición para la transmisión de las versiones redundantes de un mensaje de acceso aleatorio para cada clase de cobertura del conjunto de clases de cobertura.

30 El componente de asignación del recurso de enlace ascendente 1435 puede recibir una asignación del recurso de enlace ascendente en base al mensaje de acceso aleatorio. El componente de paquete de datos de enlace ascendente 1440 puede transmitir un paquete de datos de enlace ascendente en base a la asignación del recurso de enlace ascendente. El componente de retroalimentación 1445 puede recibir retroalimentación (por ejemplo, retroalimentación de ACK/NACK) para recibir el acuse de recibo de la recepción exitosa del paquete de datos de enlace ascendente.

40 El componente de identificación de la subportadora 1450 puede realizar la identificación de una subportadora de un conjunto de subportadoras dentro de una región de banda estrecha del ancho de banda del sistema de comunicaciones inalámbricas para la transmisión de un mensaje de acceso aleatorio y la identificación, para cada clase de cobertura del conjunto de clases de cobertura, una o más subportadoras de un conjunto de subportadoras para la transmisión de los mensajes de acceso aleatorio. El componente de identificación de la carga útil 1455 puede realizar la identificación de una carga útil para incluir en el mensaje de acceso aleatorio.

45 El componente de identificación de la clase de cobertura 1460 puede realizar la identificación de un conjunto de clases de cobertura para un dispositivo inalámbrico en base a una pérdida de trayectoria asociada con el dispositivo inalámbrico. En algunos casos, los mensajes de acceso aleatorio incluyen una señal piloto y una carga útil.

50 La Figura 15 muestra un diagrama de un sistema 1500 que incluye un dispositivo que admite un diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. Por ejemplo, el sistema 1500 puede incluir el UE 115-e, que puede ser un ejemplo de un dispositivo inalámbrico 1200, un dispositivo inalámbrico 1300, o un UE 115 como se describe con referencia a las Figuras 1, 2 y de la 9 a la 14.

55 El UE 115-e también puede incluir el módulo del RACH de banda estrecha 1505, el procesador 1510, la memoria 1515, el transceptor 1525, la antena 1530 y un módulo de comunicación MTC 1535. Cada uno de estos módulos puede comunicarse, directa o indirectamente, entre sí (por ejemplo, a través de uno o más buses).

60 El módulo del RACH de banda estrecha 1505 puede ser un ejemplo de un módulo del RACH de banda estrecha como se describe con referencia a las Figuras 12 a la 14. El procesador 1510 puede incluir un dispositivo de hardware inteligente, (por ejemplo, una unidad de procesamiento central (CPU), un microcontrolador, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), etc.)

65 La memoria 1515 puede incluir memoria de acceso aleatorio (RAM) y memoria de sólo lectura (ROM). La memoria 1515 puede almacenar el software ejecutable por ordenador, legible por ordenador, que incluye las instrucciones

que, cuando se ejecutan, hacen que el procesador realice varias funciones que se describen en la presente memoria (por ejemplo, el diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha, etc.). En algunos casos, el software 1520 puede no ser ejecutado de forma directa por el procesador, pero puede hacer que un ordenador (por ejemplo, cuando se compila y ejecuta) realice las funciones que se describen en la presente memoria.

El transceptor 1525 puede comunicarse bidireccionalmente, a través de una o más antenas, enlaces inalámbricos o por cable, con una o más redes como se describió anteriormente. Por ejemplo, el transceptor 1525 puede comunicarse bidireccionalmente con una estación base 105 o un UE 115. El transceptor 1525 también puede incluir un módem para modular los paquetes y proporcionar los paquetes modulados a las antenas para la transmisión, y para demodular los paquetes recibidos desde las antenas.

En algunos casos, el dispositivo inalámbrico puede incluir una antena única 1530. Sin embargo, en algunos casos, el dispositivo puede tener más de una antena 1530, que puede ser capaz de la transmisión o la recepción simultáneamente de múltiples transmisiones inalámbricas.

El módulo de comunicación MTC 1535 puede permitir operaciones haciendo uso de las comunicaciones MTC tal como la comunicación en base a uno o más eventos o mediciones para reportarse por el UE 115-e.

La Figura 16 muestra un diagrama de un sistema inalámbrico 1600 que incluye un dispositivo que admite un diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. Por ejemplo, el sistema 1600 puede incluir la estación base 105-f, que puede ser un ejemplo de un dispositivo inalámbrico 1200, un dispositivo inalámbrico 1300 o una estación base 105 como se describe con referencia a las Figuras 1, 2 y de la 9 a la 14. La estación base 105-f también puede incluir componentes para las comunicaciones bidireccionales de voz y datos, que incluye componentes para la transmisión de las comunicaciones y componentes para la recepción de las comunicaciones. Por ejemplo, la estación base 105-f puede comunicarse bidireccionalmente con uno o más UE 115-f o 115-g.

La estación base 105-f también puede incluir el módulo del RACH de banda estrecha 1605, el procesador 1610, la memoria 1615, el transceptor 1625, la antena 1630, el módulo de comunicaciones de la estación base 1635 y el módulo de comunicaciones de la red 1640. Cada uno de estos módulos puede comunicarse, directa o indirectamente, entre sí (por ejemplo, a través de uno o más buses).

El módulo del RACH de banda estrecha 1605 puede ser un ejemplo de un módulo del RACH de banda estrecha como se describe con referencia a las Figuras 12 a la 14. El procesador 1610 puede incluir un dispositivo de hardware inteligente, (por ejemplo, un CPU, un microcontrolador, un ASIC, etc.)

La memoria 1615 puede incluir RAM y ROM. La memoria 1615 puede almacenar el software ejecutable por ordenador, legible por ordenador, que incluye las instrucciones que, cuando se ejecutan, hacen que el procesador realice varias funciones que se describen en la presente memoria (por ejemplo, el diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha, etc.). En algunos casos, el software 1620 puede no ser ejecutado de forma directa por el procesador, pero puede hacer que un ordenador (por ejemplo, cuando se compila y ejecuta) realice las funciones que se describen en la presente memoria.

El transceptor 1625 puede comunicarse bidireccionalmente, a través de una o más antenas, enlaces inalámbricos o por cable, con una o más redes como se describió anteriormente. Por ejemplo, el transceptor 1625 puede comunicarse bidireccionalmente con una estación base 105 o un UE 115. El transceptor 1625 también puede incluir un módem para modular los paquetes y proporcionar los paquetes modulados a las antenas para la transmisión, y para demodular los paquetes recibidos desde las antenas. En algunos casos, el dispositivo inalámbrico puede incluir una antena única 1630. Sin embargo, en algunos casos, el dispositivo puede tener más de una antena 1530, que puede ser capaz de la transmisión o la recepción simultáneamente de múltiples transmisiones inalámbricas.

El módulo de comunicaciones de la estación base 1635 puede gestionar las comunicaciones con otras estaciones base 105, tales como la estación base 105-g o la estación base 105-h, y puede incluir un controlador o programador para controlar las comunicaciones con los UE 115 en cooperación con otras estaciones base 105. Por ejemplo, el módulo de comunicaciones de la estación base 1635 puede coordinar la programación para las transmisiones a los UE 115 para varias técnicas de mitigación de interferencia tales como la formación de haces o la transmisión conjunta. En algunos ejemplos, el módulo de comunicaciones de la estación base 1635 puede proporcionar una interfaz X2 dentro de una tecnología de la red de comunicación inalámbrica LTE/LTE-A para proporcionar la comunicación entre una o más de otras estaciones base 105.

El módulo de comunicaciones de la red 1640 puede gestionar las comunicaciones con la red central (por ejemplo, a través de uno o más enlaces de retorno por cable). Por ejemplo, el módulo de comunicaciones de la red 1640 puede gestionar la transferencia de las comunicaciones de datos para los dispositivos cliente, tales como uno o más UE 115.

La Figura 17 muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 1700 para el diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. Las operaciones del procedimiento 1700 pueden implementarse por un UE 115 o estación base 105 o sus componentes como se describe con referencia a las Figuras 1-2, o 9-16. Por ejemplo, las operaciones del procedimiento 1700 pueden realizarse por el módulo del RACH de banda estrecha como se describe en la presente memoria. En algunos ejemplos, el UE 115 o la estación base 105 pueden ejecutar un conjunto de códigos para el control de los elementos funcionales del dispositivo para que realice las funciones que se describen más abajo. Adicional o alternativamente, el UE 115 o la estación base 105 pueden realizar los aspectos de las funciones que se describen más abajo haciendo uso del hardware de propósito especial.

En el bloque 1705, el UE 115 o la estación base 105 pueden realizar la identificación de un conjunto de clases de cobertura para un dispositivo inalámbrico en base a una característica de un enlace de comunicación asociado con el dispositivo inalámbrico, como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 2 a la 11. En ciertos ejemplos, las operaciones del bloque 1705 pueden realizarse por el componente de identificación de la clase de cobertura como se describe con referencia a la Figura 14.

En el bloque 1710, el UE 115 o la estación base 105 pueden realizar la identificación, para cada clase de cobertura del conjunto de clases de cobertura, una o más subportadoras de un conjunto de subportadoras para la transmisión de los mensajes de acceso aleatorio como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 2 a la 11. En ciertos ejemplos, las operaciones del bloque 1710 pueden realizarse por el componente de identificación de la subportadora como se describe con referencia a la Figura 14.

En el bloque 1715, el UE 115 o la estación base 105 pueden comunicarse en la una o más subportadoras del conjunto de subportadoras como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 2 a la 11. En ciertos ejemplos, las operaciones del bloque 1710 pueden realizarse por el componente de identificación de la subportadora como se describe con referencia a la Figura 14.

La Figura 18 muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 1800 para el diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. Las operaciones del procedimiento 1800 pueden implementarse por un UE 115 o sus componentes como se describe con referencia a las Figuras 1-2 o 9-16. Por ejemplo, las operaciones del procedimiento 1800 pueden realizarse por el módulo del RACH de banda estrecha como se describe en la presente memoria. En algunos ejemplos, el UE 115 puede ejecutar un conjunto de códigos para el control de los elementos funcionales del dispositivo para que realice las funciones que se describen más abajo. Adicional o alternativamente, el UE 115 puede realizar los aspectos de las funciones que se describen más abajo haciendo uso del hardware de propósito especial.

En el bloque 1805, el UE 115 puede realizar la identificación de un conjunto de clases de cobertura para un dispositivo inalámbrico en base a una característica de un enlace de comunicación asociado con el dispositivo inalámbrico como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 2 a la 11. En ciertos ejemplos, las operaciones del bloque 1805 pueden realizarse por el componente de identificación de la clase de cobertura como se describe con referencia a la Figura 14.

En el bloque 1810, el UE 115 puede realizar la identificación, para cada clase de cobertura del conjunto de clases de cobertura, una o más subportadoras de un conjunto de subportadoras para la transmisión de los mensajes de acceso aleatorio como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 2 a la 11. En ciertos ejemplos, las operaciones del bloque 1810 pueden realizarse por el componente de identificación de la subportadora como se describe con referencia a la Figura 14.

En el bloque 1815, el UE 115 puede medir la característica del enlace de comunicación en el dispositivo inalámbrico como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 2 a la 11. En ciertos ejemplos, las operaciones del bloque 1815 pueden realizarse por el componente de medición de la pérdida de trayectoria como se describe con referencia a la Figura 14.

En el bloque 1820, el UE 115 puede determinar que el dispositivo inalámbrico está en una primera clase de cobertura en base a la característica del enlace de comunicación, como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 2 a la 11. En ciertos ejemplos, las operaciones del bloque 1820 pueden realizarse por el componente de identificación de la clase de cobertura como se describe con referencia a la Figura 14.

En el bloque 1825, el UE 115 puede seleccionar una primera subportadora del conjunto de subportadoras para la transmisión de un mensaje de acceso aleatorio en base a la primera clase de cobertura como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 2 a la 11. En ciertos ejemplos, las operaciones del bloque 1825 pueden realizarse por el componente de selección de la subportadora como se describe con referencia a la Figura 14.

En el bloque 1830, el UE 115 puede realizar la identificación de un token para cada clase de cobertura y determinar un número aleatorio asociado con el mensaje de acceso aleatorio, como se describió anteriormente con referencia a

las Figuras 2 a la 11. En ciertos ejemplos, las operaciones del bloque 1830 pueden realizarse por el componente de identificación de token como se describe con referencia a la Figura 14.

5 En el bloque 1835, el UE 115 puede transmitir el mensaje de acceso aleatorio en respuesta al número aleatorio correspondiente al token identificado, como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 2 a la 11. En ciertos ejemplos, las operaciones del bloque 1835 pueden realizarse por el componente del mensaje de acceso aleatorio como se describe con referencia a la Figura 14.

10 La Figura 19 muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 1900 para el diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha de acuerdo con varios aspectos de la presente divulgación. Las operaciones del procedimiento 1900 pueden implementarse por un UE 115 o sus componentes como se describe con referencia a las Figuras 1-2 o 9-16. Por ejemplo, las operaciones del procedimiento 1900 pueden realizarse por el módulo del RACH de banda estrecha como se describe en la presente memoria. En algunos ejemplos, el UE 115 puede ejecutar un conjunto de códigos para el control de los elementos funcionales del dispositivo para que realice las funciones que se describen más abajo. Adicional o alternativamente, el UE 115 puede realizar los aspectos de las funciones que se describen más abajo haciendo uso del hardware de propósito especial.

20 En el bloque 1905, el UE 115 puede realizar la identificación de una subportadora de un conjunto de subportadoras dentro de una región de banda estrecha del ancho de banda del sistema de comunicaciones inalámbricas para la transmisión de un mensaje de acceso aleatorio como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 2 a la 11. En ciertos ejemplos, las operaciones del bloque 1905 pueden realizarse por el componente de identificación de la subportadora como se describe con referencia a la Figura 14.

25 En el bloque 1910, el UE 115 puede realizar la identificación de una carga útil para incluir en el mensaje de acceso aleatorio como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 2 a la 11. En ciertos ejemplos, las operaciones del bloque 1910 pueden realizarse por el componente de identificación de la carga útil como se describe con referencia a la Figura 14.

30 En el bloque 1915, el UE 115 puede transmitir el mensaje de acceso aleatorio y la carga útil haciendo uso de la subportadora identificada como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 2 a la 11. En ciertos ejemplos, las operaciones del bloque 1915 pueden realizarse por el componente del mensaje de acceso aleatorio como se describe con referencia a la Figura 14.

35 En algunos ejemplos, la carga útil puede transmitirse haciendo uso de un subconjunto de subportadoras del conjunto de subportadoras. En algunos ejemplos, el UE 115 puede transmitir la carga útil en cada subportadora del subconjunto de subportadoras. En algunos ejemplos, el UE 115 puede dividir la carga útil en una pluralidad de partes, generar las partes de redundancia desde la carga útil y transmitir un subconjunto de la pluralidad de partes y un subconjunto de partes de redundancia en cada subportadora del subconjunto de subportadoras.

40 Se debe señalar que estos procedimientos describen las implementaciones posibles, y que las operaciones y etapas pueden disponerse, o de cualquier otra manera modificarse de manera que otras implementaciones son posibles. En algunos ejemplos, pueden combinarse aspectos de dos o más de los procedimientos. Por ejemplo, los aspectos de cada uno de los procedimientos pueden incluir etapas o aspectos de los otros procedimientos, u otras etapas o técnicas que se describen en la presente memoria. Por tanto, los aspectos de la divulgación pueden proporcionar un diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha.

45 La descripción en la presente memoria se proporciona para permitir que una persona experta en la técnica pueda hacer o use la divulgación.

50 Las funciones que se describen en la presente memoria pueden implementarse en hardware, software ejecutado por un procesador, microprograma o cualquier combinación de los mismos. Si se implementa en software ejecutado por un procesador, las funciones pueden almacenarse o transmitirse como una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Otros ejemplos e implementaciones están dentro del ámbito de la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, debido a la naturaleza del software, las funciones que se describen anteriormente pueden implementarse haciendo uso del software ejecutado por un procesador, hardware, microprograma, cableado o combinaciones de cualquiera de estos. Las características que implementan funciones también pueden estar ubicadas físicamente en varias posiciones, incluido la distribución de manera que las partes de las funciones se implementen en diferentes ubicaciones físicas. Además, como se usa en la presente memoria, incluso en las reivindicaciones, "o" como se usa en una lista de elementos (por ejemplo, una lista de elementos precedida por una expresión tal como "al menos uno de" o "uno o más de") indica una lista inclusiva de manera que, por ejemplo, una lista de al menos uno de A, B o C significa A o B o C o AB o AC o BC o ABC (*es decir*, A y B y C).

60 El medio legible por ordenador incluye tanto el medio de almacenamiento informático como el medio de comunicación no transitorio incluido cualquier medio que facilite la transferencia de un programa de ordenador desde un lugar a otro. Un medio de almacenamiento no transitorio puede ser cualquier medio disponible al que pueda



accederse por un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, el medio legible por ordenador no transitorio puede comprender RAM, ROM, memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente (EEPROM), disco compacto (CD) ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio no transitorio que pueda usarse para transportar o almacenar medios de código de programas deseados en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que puede accederse por un ordenador de propósito general o especial, o un procesador de propósito general o propósito especial. También, cualquier conexión apropiadamente se califica un medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, servidor, u otra fuente remota haciendo uso de un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de suscriptor digital (DSL), o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, luego el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. El disco, como se usa en la presente memoria, incluye CD, disco de láser, disco óptico, disco digital versátil (DVD), disquete, y disco Blu-ray donde los discos que usualmente reproducen magnéticamente los datos, mientras que otros discos reproducen ópticamente los datos con láseres. Las combinaciones de lo anterior también se incluyen dentro del ámbito del medio legible por ordenador.

Las técnicas que se describen en la presente memoria pueden usarse para varios sistemas de comunicaciones inalámbricas, tales como acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), acceso múltiple de división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) y otros sistemas. Los términos "sistema" y "red" se usan a menudo indistintamente. Un sistema CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como CDMA2000, Acceso Universal por Radio Terrestre (UTRA), etc. CDMA2000 cubre los estándares IS-2000, IS-95 e IS-856. Las versiones de IS-2000 0 y A se denominan comúnmente como CDMA2000 1X, etc. IS-856 (TIA-856) se denomina comúnmente como CDMA2000 1xEV-DO, Paquetes de Datos de Alta Velocidad (HRPD), etc. UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA) y otras variantes de CDMA. Un sistema TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como (el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM)). Un sistema OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como Banda Ancha Ultra Móvil (UMB), UTRA Evolucionada (E-UTRA), IEEE 802.11 (fidelidad inalámbrica (Wi-Fi)), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM, etc. UTRA y E-UTRA son parte del sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)). 3GPP LTE y LTE-avanzado (LTE-A) son nuevas versiones de UMTS que usan E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-a, y GSM se describen en documentos de la organización denominada "Proyecto de Asociación de 3ra Generación" (3GPP). CDMA2000 y UMB se describen en documentos de una organización denominada "Proyecto de Asociación de 3ra Generación 2" (3GPP2). Las técnicas descritas en la presente memoria pueden usarse para los sistemas y tecnologías de radio mencionados anteriormente, así como también para otros sistemas y tecnologías de radio. Sin embargo, la descripción en la presente memoria, describe un sistema LTE con fines de ejemplo, y la terminología LTE se usa en gran parte de la descripción anterior, aunque las técnicas son aplicables más allá de las aplicaciones LTE.

En las redes LTE/LTE-A, incluidas las redes que se describen en la presente memoria, el término nodo evolucionado B (eNB) puede usarse generalmente para describir las estaciones base. El sistema o los sistemas de comunicaciones inalámbricas que se describen en la presente memoria pueden incluir una red LTE/LTE-A heterogénea en la que diferentes tipos de eNB proporcionan cobertura para varias regiones geográficas. Por ejemplo, cada eNB o estación base puede proporcionar cobertura de comunicación para una macro célula, una célula pequeña u otros tipos de célula. El término "célula" es un término de 3GPP que puede usarse para describir una estación base, una portadora o componente de portadora (CC) asociada con una estación base, o un área de cobertura (por ejemplo, el sector, etc.) de una portadora o estación base, en función del contexto.

Las estaciones base pueden incluir o pueden denominarse por los expertos en la técnica como una estación transceptora base, una estación base de radio, un punto de acceso (AP), un transceptor de radio, un NodoB, un eNodoB (eNB), un NodoB doméstico, un eNodoB doméstico o alguna otra terminología adecuada. El área de cobertura geográfica para una estación base puede dividirse en sectores que constituyen una parte del área de cobertura. El sistema o los sistemas de comunicaciones inalámbricas que se describen en la presente memoria pueden incluir estación base de diferentes tipos (por ejemplo, estaciones base de célula pequeña o macro). Los UE que se describen en la presente memoria pueden ser capaz de comunicarse con varios tipos de estaciones base y equipos de la red, incluidos los eNB macro, los eNB de célula pequeña, las estaciones base de retransmisión y similares. Puede haber solapamiento de las áreas de cobertura geográfica para diferentes tecnologías.

Una macro célula puede cubrir relativamente una gran área geográfica (por ejemplo, varios kilómetros de radio) y puede permitir el acceso sin restricciones por los UE con suscripciones del servicio con el proveedor de la red. Una célula pequeña es una estación base de menor potencia, en comparación con una macro célula, que puede funcionar en la misma o diferente (por ejemplo, con licencia, sin licencia, etc.) bandas de frecuencia como las macro células. Las células pequeñas pueden incluir pico células, femto células y micro células de acuerdo con varios ejemplos. Una pico célula, por ejemplo, puede cubrir un área geográfica pequeña y puede permitir el acceso sin restricciones por los UE con suscripciones de servicio con el proveedor de la red. Una femto célula también puede cubrir un área geográfica pequeña (por ejemplo, un domicilio) y puede proporcionar acceso restringido por los UE que tienen una asociación con la femto célula (por ejemplo, los UE en un grupo cerrado de abonados (CSG), los UE

para usuarios en el hogar y similares). Un eNB para una macro célula puede denominarse como macro eNB. Un eNB para una célula pequeña puede denominarse como eNB de célula pequeña, un pico eNB, un femto eNB o un eNB doméstico. Un eNB puede admitir una o múltiples (por ejemplo, dos, tres, cuatro y similares) células (por ejemplo, portadoras de componentes (CC)). Un UE puede ser capaz de comunicarse con varios tipos de estaciones base y equipos de la red, incluidos los eNB macro, los eNB de célula pequeña, las estaciones base de retransmisión y similares.

El sistema o los sistemas de comunicaciones inalámbricas que se describen en la presente memoria pueden admitir un funcionamiento síncrono o asíncrono. Para el funcionamiento síncrono, las estaciones base pueden tener un tiempo de trama similar, y las transmisiones desde diferentes estaciones base pueden alinearse aproximadamente en el tiempo. Para el funcionamiento asíncrono, las estaciones base pueden tener diferentes tiempos de trama y las transmisiones de diferentes estaciones base pueden no estar alineadas en el tiempo. Las técnicas que se describen en la presente memoria pueden usarse para las operaciones síncronas o asíncronas.

Las transmisiones de enlace descendente (DL) que se describen en la presente memoria también pueden denominarse transmisiones de enlace directo, mientras que las transmisiones de enlace ascendente (UL) también pueden denominarse transmisiones de enlace inverso. Cada enlace de comunicación que se describe en la presente memoria, tiene incluido, por ejemplo, el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 y 200 de las Figuras 1 y 2 pueden incluir una o más portadoras, donde cada portadora puede ser una señal compuesta de múltiples subportadoras (por ejemplo, las señales de forma de onda de diferentes frecuencias). Cada señal modulada puede enviarse en una subportadora diferente y puede transportar la información de control (por ejemplo, las señales de referencia, los canales de control, etc.), la información general, los datos del usuario, etc. Los enlaces de comunicación que se describen en la presente memoria (por ejemplo, los enlaces de comunicación 125 de la Figura 1) pueden transmitir comunicaciones bidireccionales haciendo uso del dúplex por división de frecuencia (FDD) (por ejemplo, haciendo uso de los recursos del espectro emparejados) o la operación de dúplex por división de tiempo (TDD) (por ejemplo, haciendo uso de los recursos de espectro no emparejados). Pueden definirse estructuras de trama para el FDD (por ejemplo, la estructura de trama tipo 1) y el TDD (por ejemplo, la estructura de marco tipo 2).

Por tanto, los aspectos de la divulgación pueden proporcionar un diseño del canal de acceso aleatorio para la comunicación inalámbrica de banda estrecha. Se debe señalar que los procedimientos describen la implementación posible, y que las operaciones y etapas pueden disponerse o de cualquier otra manera modificarse, de manera que otras implementaciones son posibles. En algunos ejemplos, pueden combinarse aspectos de dos o más de los procedimientos.

Los varios bloques y módulos ilustrativos que se describen en relación con la divulgación en la presente memoria pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un DSP, un ASIC, un FPGA u otro dispositivo lógico programable, de compuerta discreta o lógica de transistor, componentes de hardware discretos, o cualquier combinación de los mismos diseñados para que realice las funciones que se describen en la presente memoria. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, pero como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador, o máquina de estado convencional. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos (por ejemplo, una combinación de un procesador de señal digital (DSP) y un microprocesador, múltiples microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP, o cualquier otra configuración tal). Por tanto, las funciones que se describen en la presente memoria pueden realizarse por una o más de otras unidades de procesamiento (o núcleos), en al menos un IC. En varios ejemplos, pueden usarse diferentes tipos de circuitos integrados (por ejemplo, ASIC Estructurados/de Plataforma, un FPGA u otro IC semipersonalizado), que pueden programarse de cualquier manera conocida en la técnica. Las funciones de cada unidad también pueden implementarse, en su totalidad o en parte, con las instrucciones incorporadas en una memoria, formateada para ser ejecutadas por uno o más procesadores generales o específicos de la aplicación.

Como se usa en la presente memoria, la expresión "en base a" no se interpretará como una referencia a un conjunto cerrado de condiciones. Por ejemplo, una etapa ejemplar que se describe como "en base a la condición A" puede estar en base a tanto en una condición A como en una condición B sin apartarse del ámbito de la presente divulgación. En otras palabras, como se usa en la presente memoria, la expresión "en base a" se interpretará de la misma manera que la expresión "basado al menos en parte en."

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la comunicación inalámbrica, que comprende:

- 5 identificar (1705) una clase de cobertura para un dispositivo inalámbrico (115) basado al menos en parte, en una característica de un enlace de comunicación (125) asociado con el dispositivo inalámbrico (115);  
identificar (1710), para la clase de cobertura, un subconjunto de subportadoras de un conjunto de subportadoras para la transmisión de los mensajes de acceso aleatorio;  
comunicar (1715) en el subconjunto de subportadoras;
- 10 identificar (1905) una subportadora del subconjunto de subportadoras dentro de una región de banda estrecha (315) de un ancho de banda del sistema de comunicaciones inalámbricas para la transmisión de un mensaje de acceso aleatorio;  
identificar (1910) una carga útil para incluir en el mensaje de acceso aleatorio; y  
transmitir (1915) el mensaje de acceso aleatorio que incluye la carga útil que hace uso de la subportadora  
15 identificada.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:

- 20 medir (1815) la característica del enlace de comunicación (125) en el dispositivo inalámbrico (115);  
determinar (1820) que el dispositivo inalámbrico (115) está en una primera clase de cobertura basado al menos en parte, en la característica del enlace de comunicación (125); y  
seleccionar (1825) una primera subportadora del subconjunto de subportadoras para la transmisión de un mensaje de acceso aleatorio basado al menos en parte en la primera clase de cobertura.

25 3. El procedimiento de la reivindicación 2, que comprende, además:

- identificar un token para cada clase de cobertura, en el que la transmisión del mensaje de acceso aleatorio comprende:  
determinar un número aleatorio asociado con el mensaje de acceso aleatorio; y  
30 transmitir el mensaje de acceso aleatorio en respuesta al número aleatorio correspondiente al token identificado.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:

señalizar el subconjunto identificado de subportadoras a una pluralidad de dispositivos inalámbricos (115).

- 35 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el conjunto de subportadoras comprende una pluralidad de subportadoras dentro de una región de banda estrecha (315) de un ancho de banda del sistema de comunicaciones inalámbricas.

- 40 6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que una separación de subportadora de las subportadoras adyacentes del conjunto de subportadoras corresponde a una misma separación de subportadora como se usa para las comunicaciones de datos dentro de la región de banda estrecha (315) del ancho de banda del sistema de comunicaciones inalámbricas.

- 45 7. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que los mensajes de acceso aleatorio se transmiten con el uso de una única subportadora del conjunto de subportadoras.

8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los mensajes de acceso aleatorio y las comunicaciones de datos se multiplexan por división de tiempo en una o más de las subportadoras.

50 9. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:

identificar un nivel de repetición para la transmisión de las versiones redundantes de un mensaje de acceso aleatorio para cada clase de cobertura de un conjunto de clases de cobertura.

- 55 10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los mensajes de acceso aleatorio se transmiten de forma asíncrona.

11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que los mensajes de acceso aleatorio comprenden una señal piloto y una carga útil.

- 60 12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que la carga útil comprende una o más de una identificación de un tipo de acceso aleatorio, una identidad del dispositivo inalámbrico, una causa del acceso o una clase de cobertura del dispositivo inalámbrico (115).

13. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:

- 65 seleccionar una subportadora basado al menos en parte, en una clase de cobertura identificada;

- transmitir un mensaje de acceso aleatorio con el uso de la subportadora seleccionada, en el que el mensaje de acceso aleatorio comprende un número de identificación aleatorio;  
 recibir una asignación del recurso de enlace ascendente basado al menos en parte, en el mensaje de acceso aleatorio;
- 5    transmitir un paquete de datos de enlace ascendente basado al menos en parte, en la asignación del recurso de enlace ascendente; y  
 recibir la retroalimentación para el acuse de recibo de la recepción exitosa del paquete de datos de enlace ascendente.
- 10    14. Un aparato para la comunicación inalámbrica, que comprende:
- medios para identificar una clase de cobertura para un dispositivo inalámbrico (115) basado al menos en parte, en una característica de un enlace de comunicación (125) asociado con el dispositivo inalámbrico (115);
- 15    medios para identificar, para la clase de cobertura, un subconjunto de subportadoras de un conjunto de subportadoras para la transmisión de los mensajes de acceso aleatorio;  
 medios para comunicar en el subconjunto de subportadoras;  
 medios para identificar una subportadora del subconjunto de subportadoras dentro de una región de banda estrecha (315) de un ancho de banda del sistema de comunicaciones inalámbricas para la transmisión de un mensaje de acceso aleatorio;
- 20    medios para identificar una carga útil para incluir en el mensaje de acceso aleatorio; y  
 medios para transmitir el mensaje de acceso aleatorio con la carga útil con el uso de la subportadora identificada.
15. Un medio no transitorio legible por ordenador que almacena el código para la comunicación inalámbrica, el código que comprende las instrucciones ejecutables por un procesador para que realice un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a la 13.
- 25

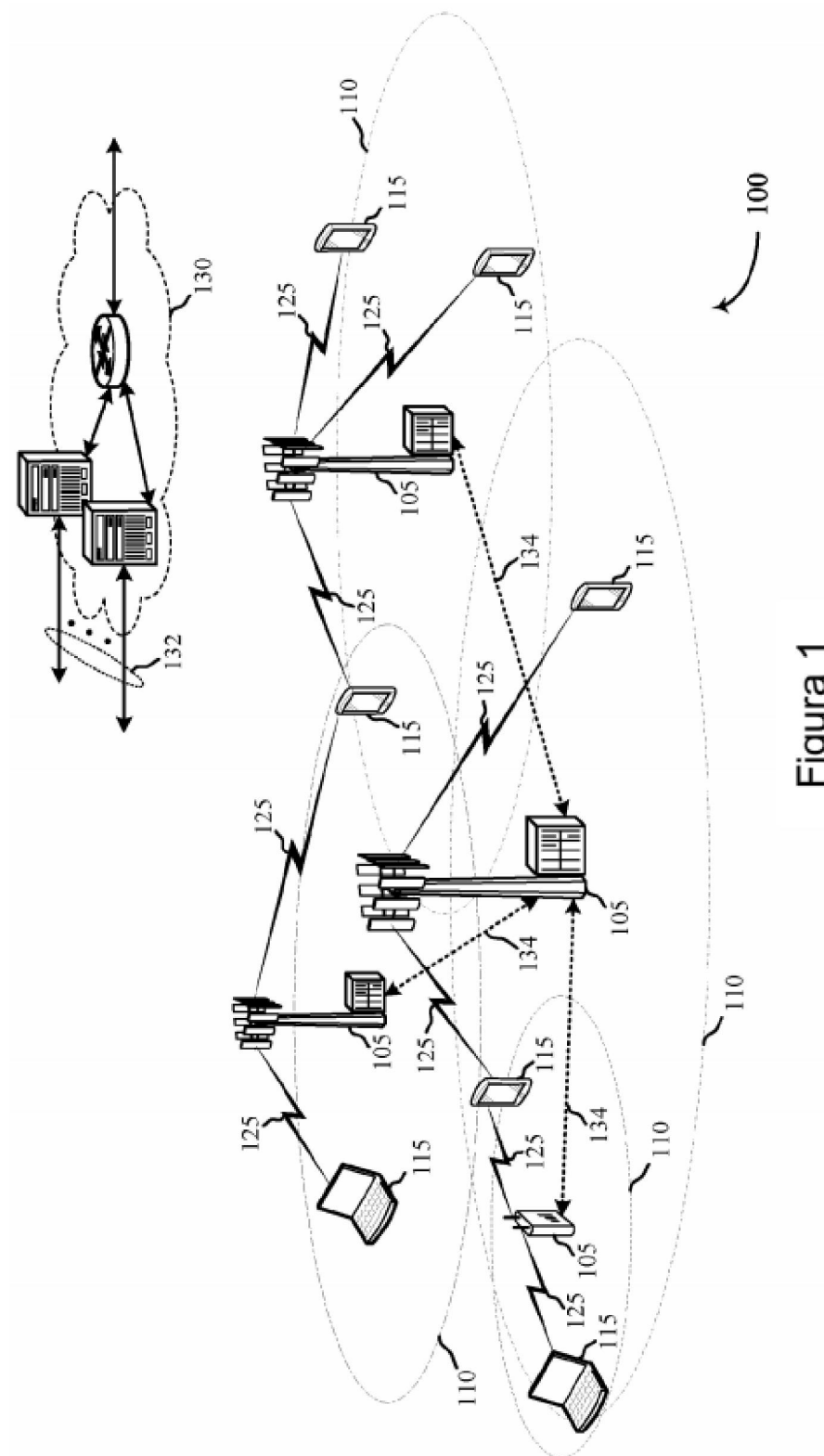


Figure 1

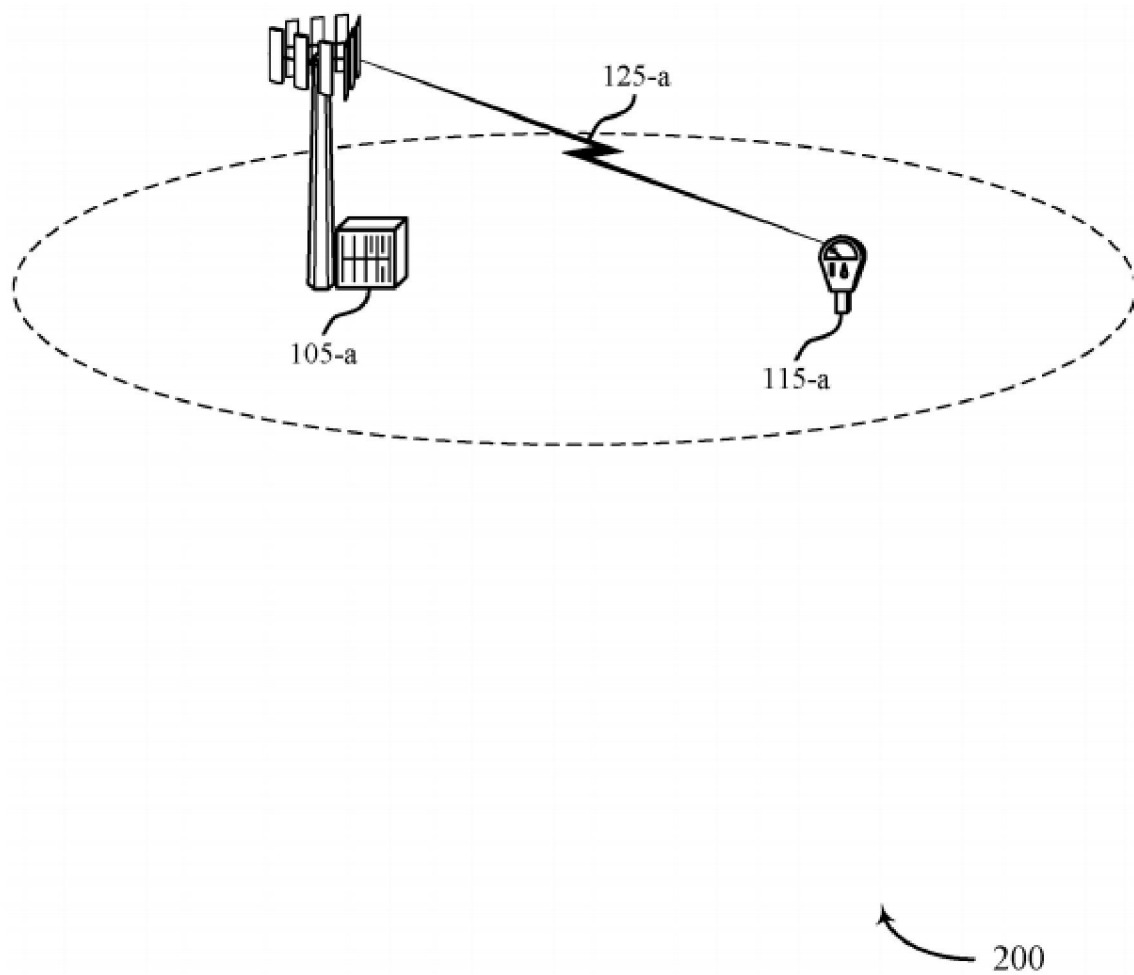


Figura 2

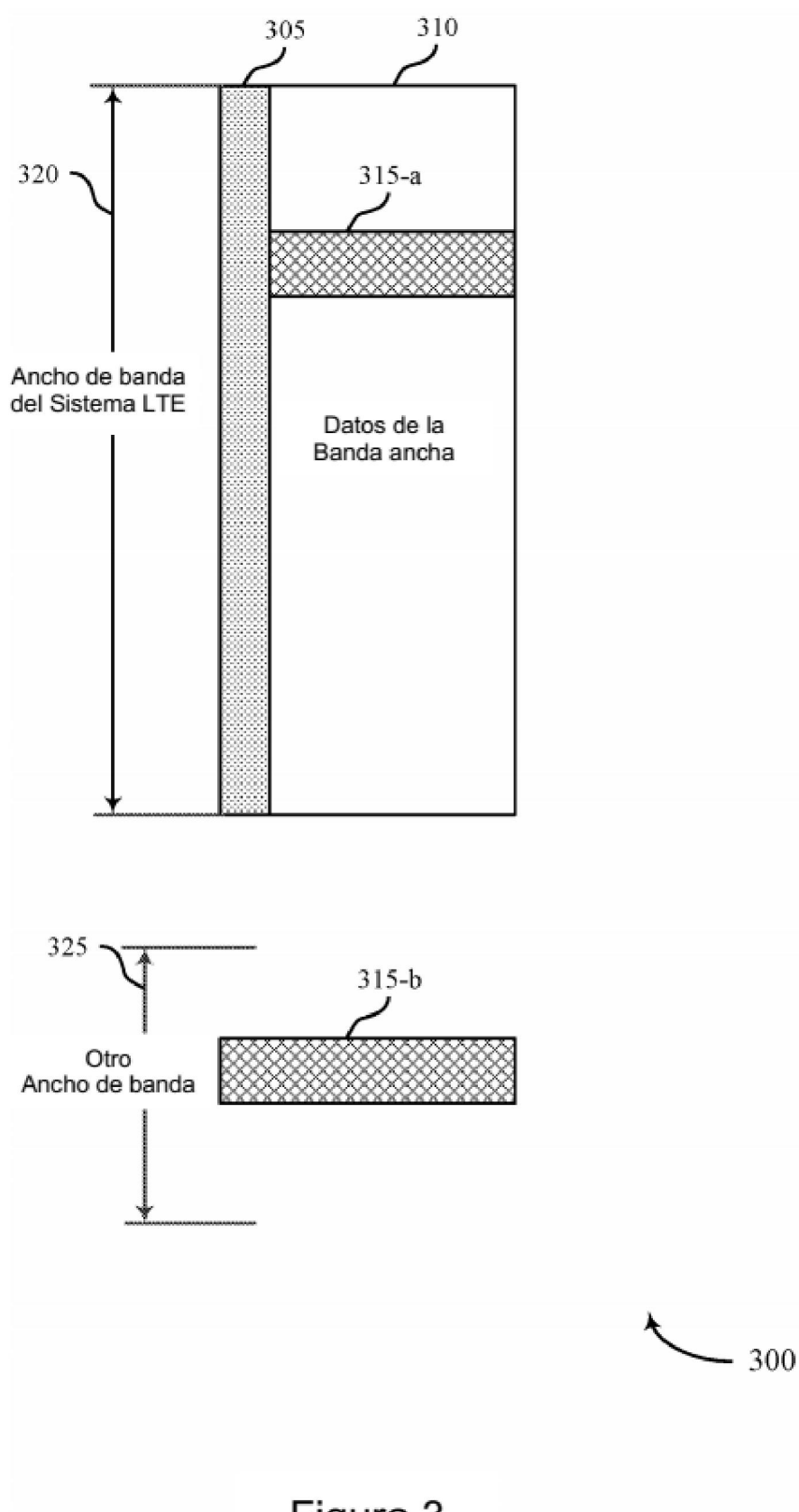


Figura 3

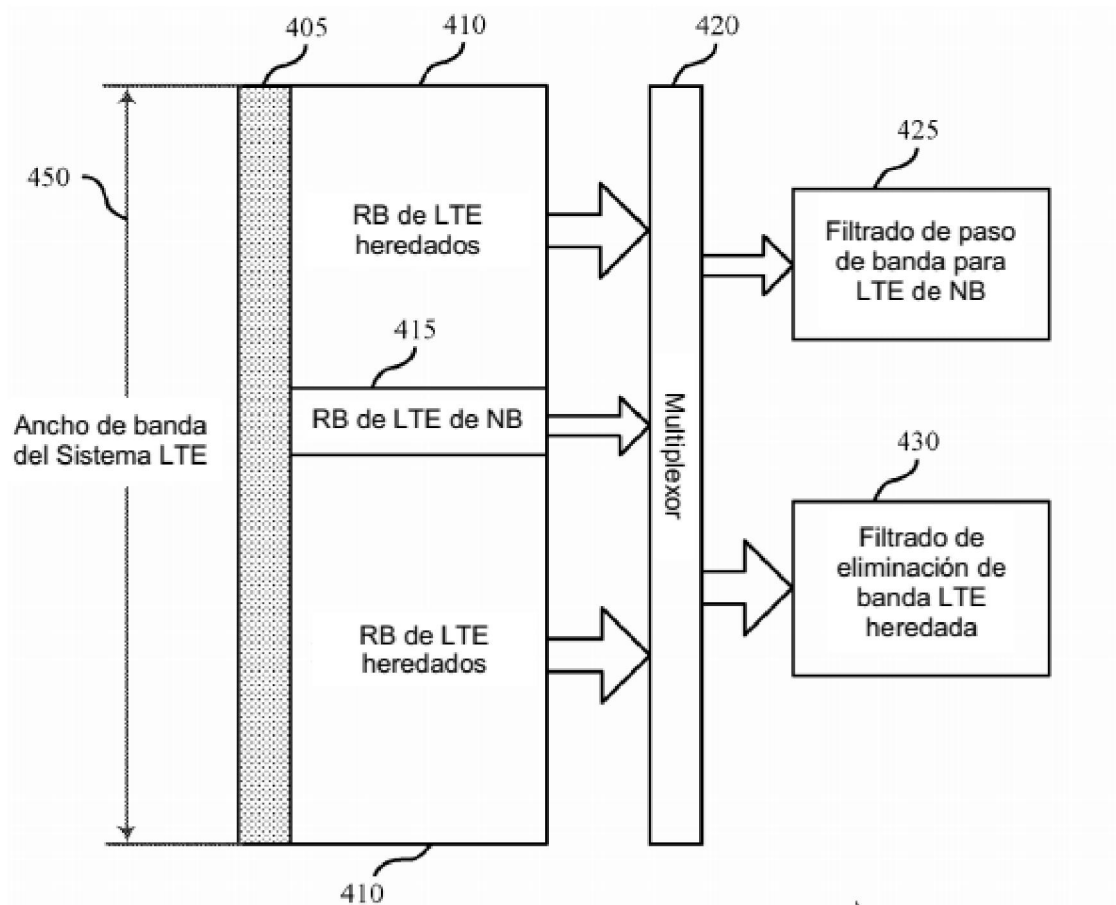


Figura 4

400

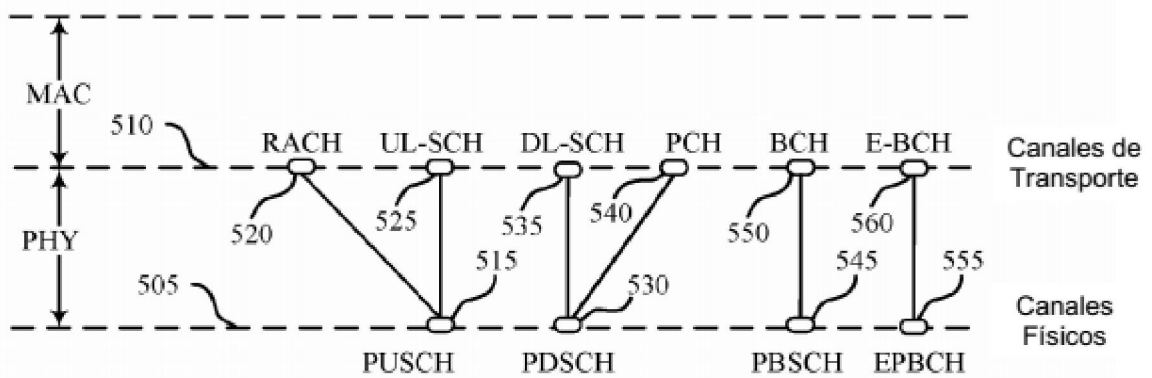


Figura 5

500



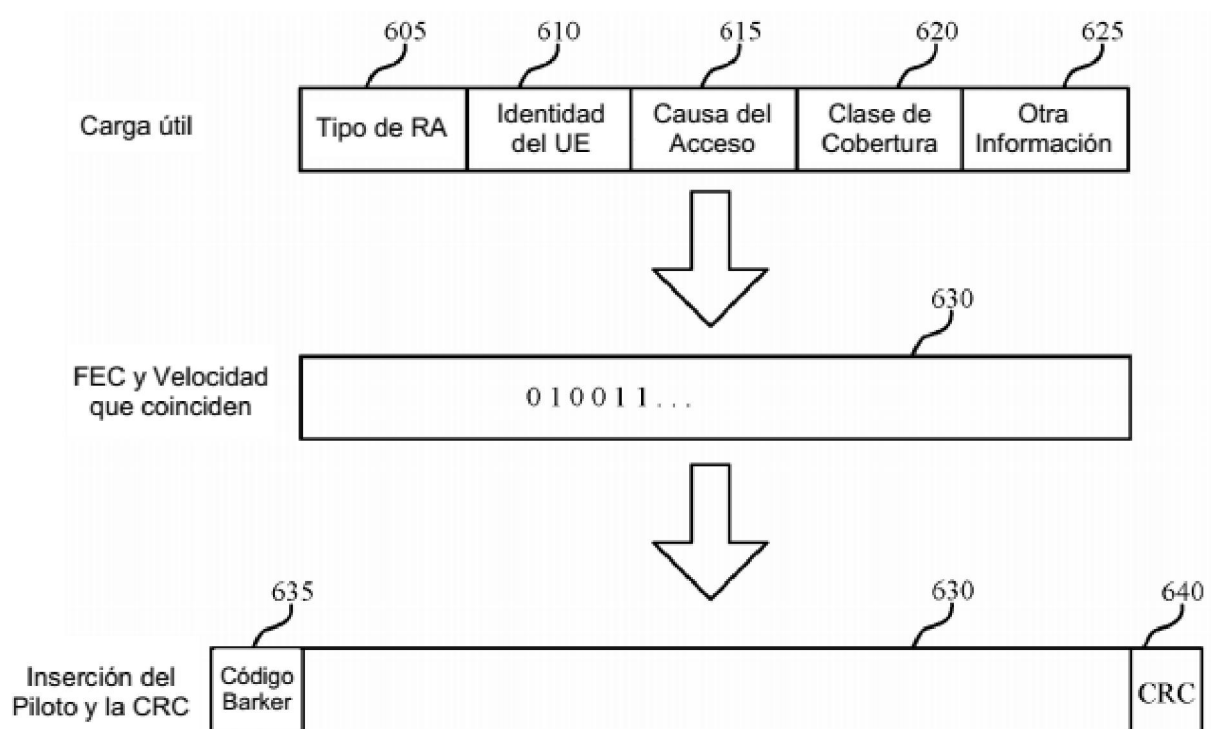


Figura 6

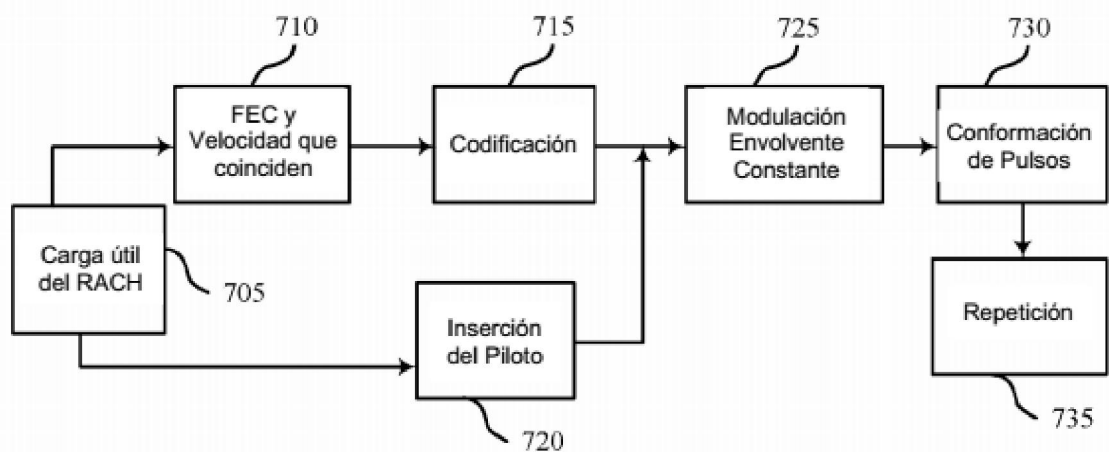


Figura 7

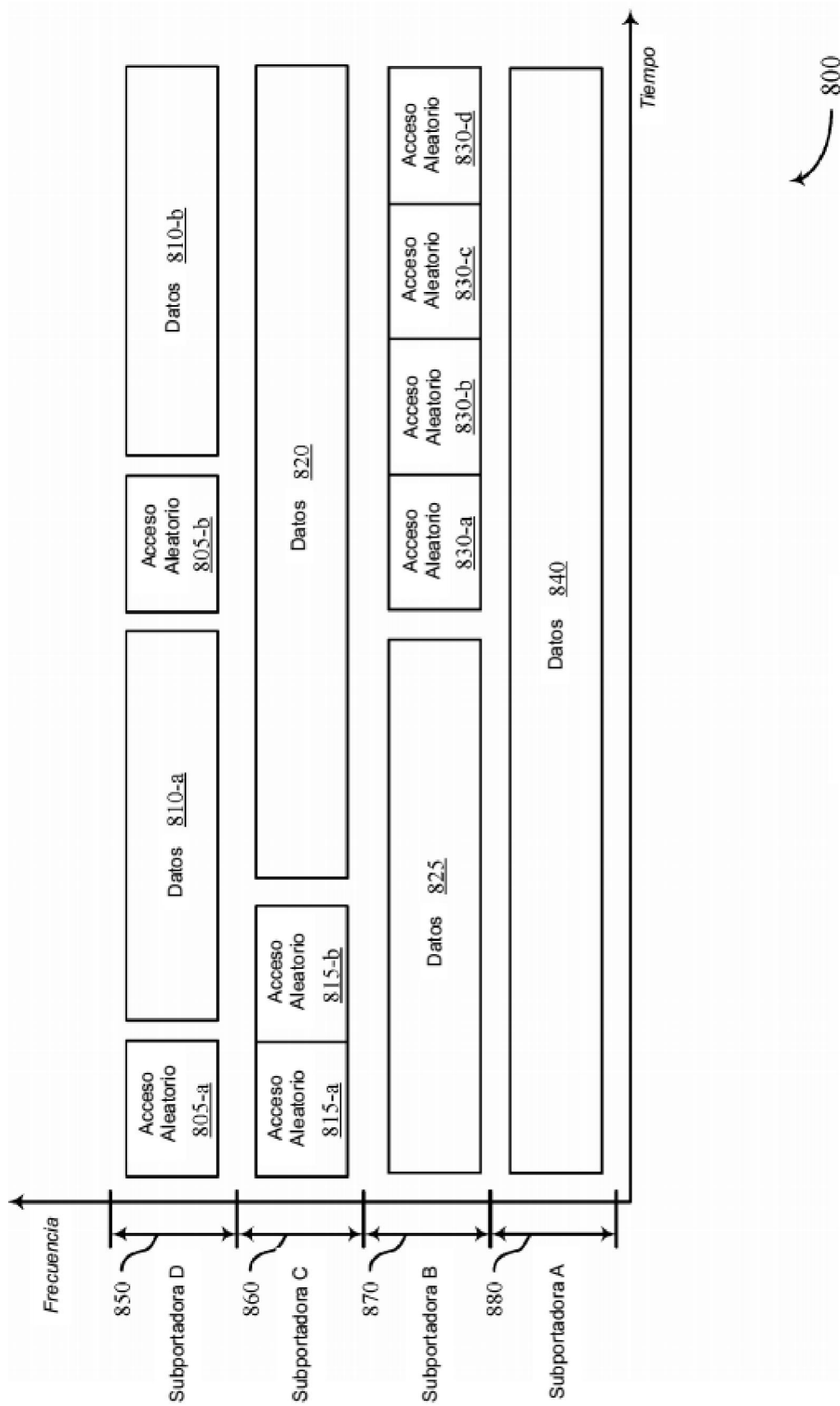


Figura 8

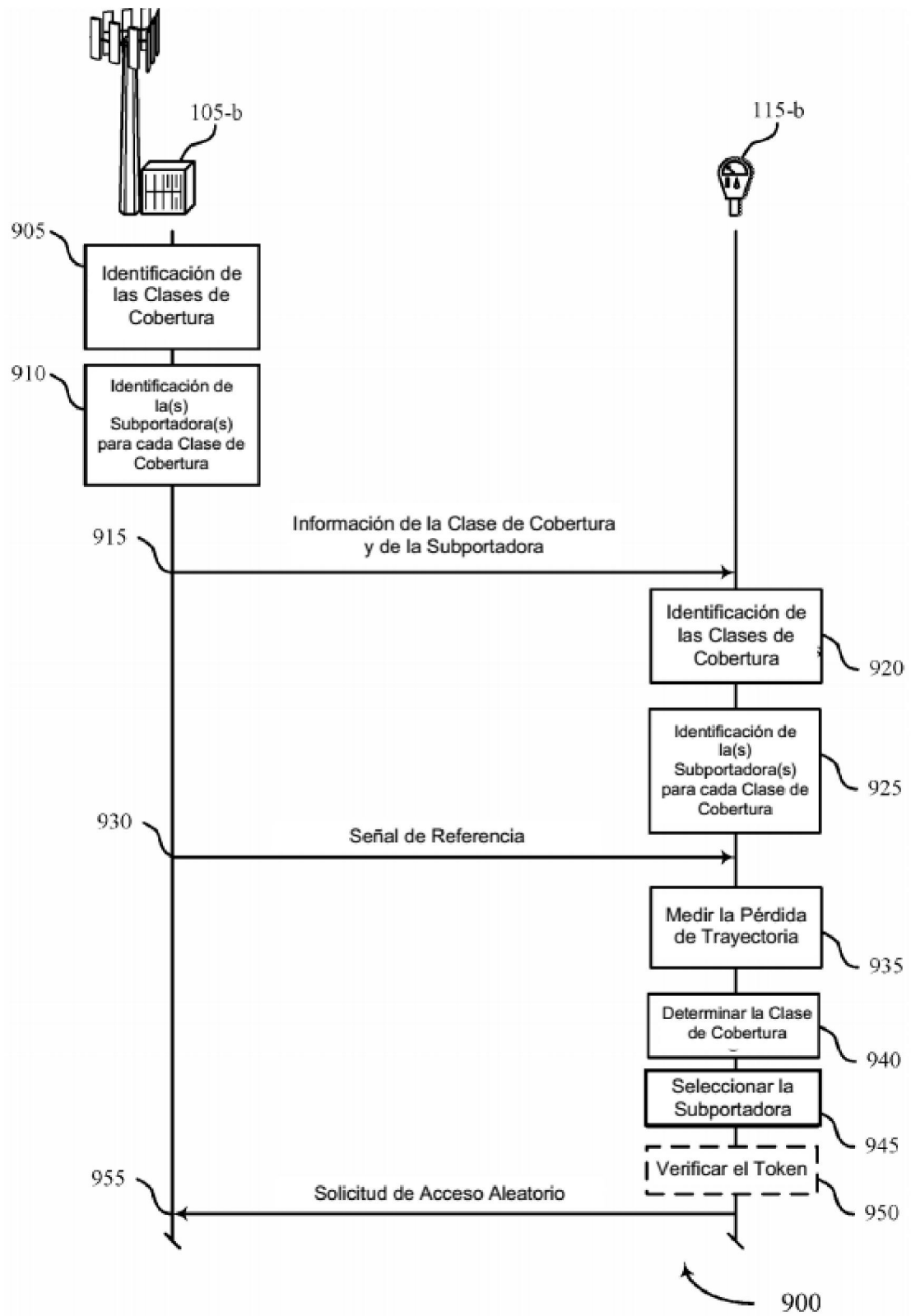


Figura 9

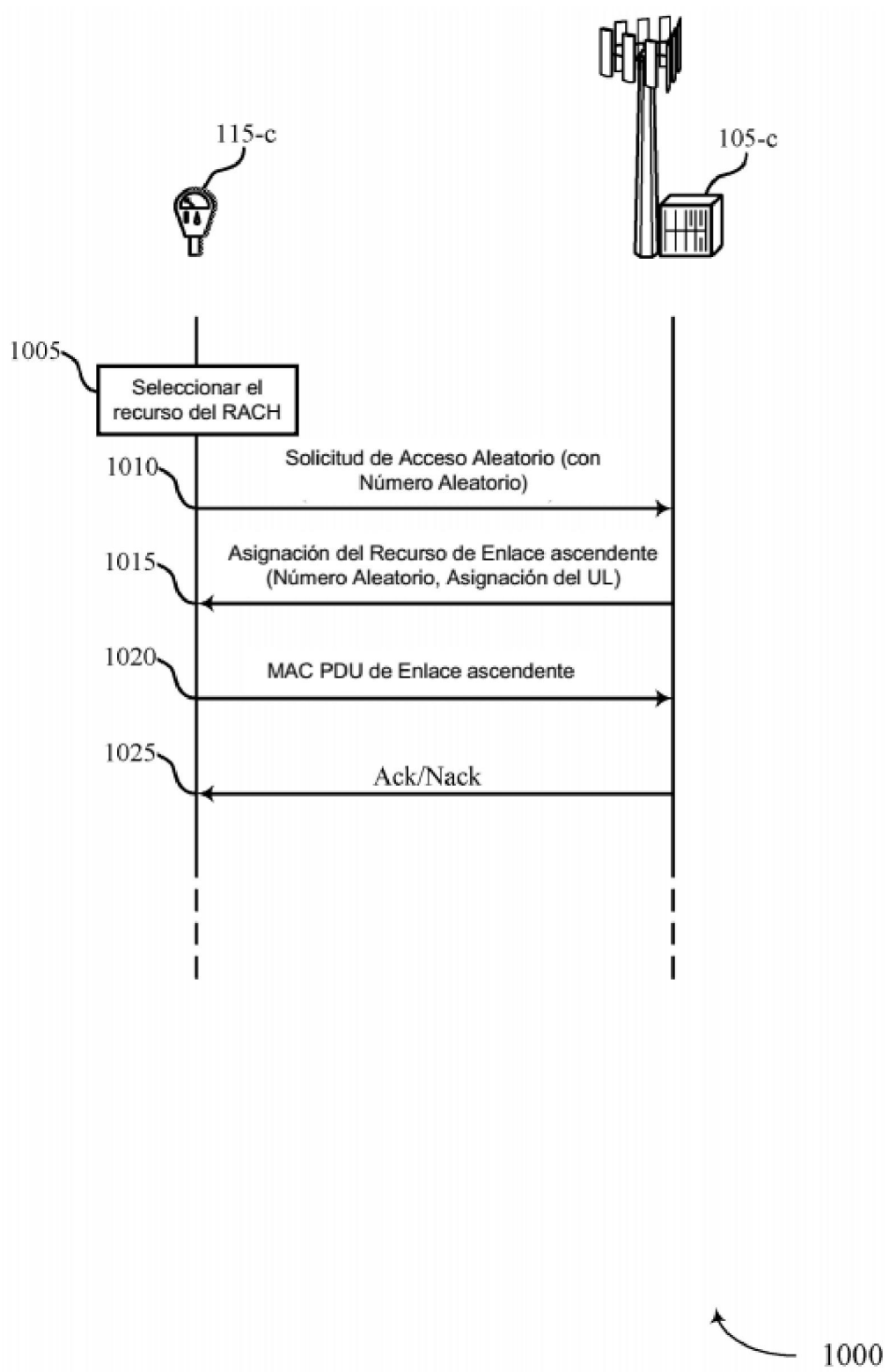


Figura 10

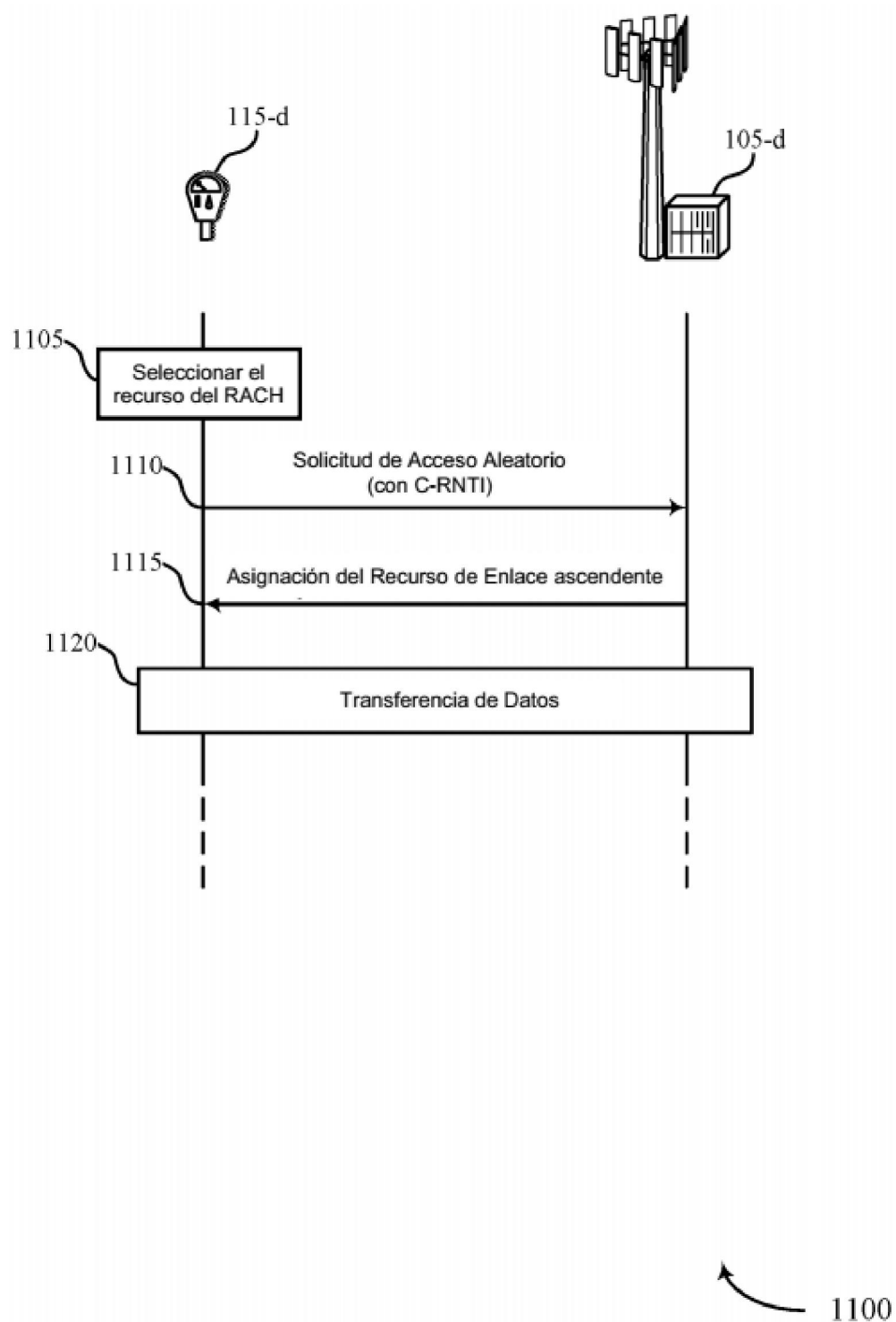


Figura 11

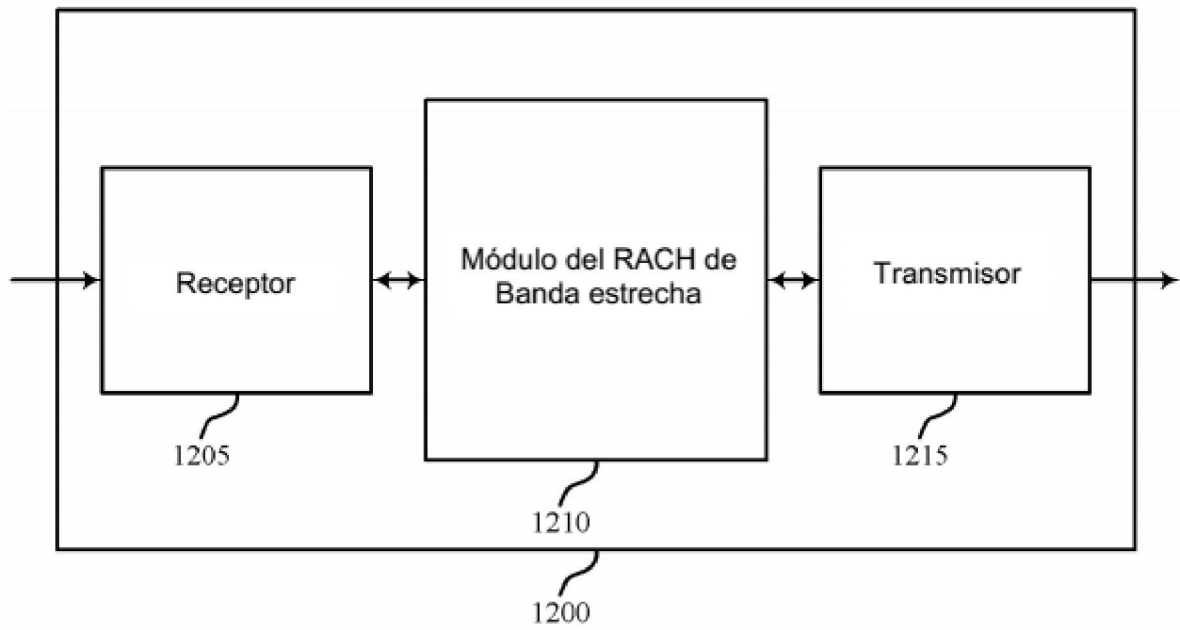


Figura 12

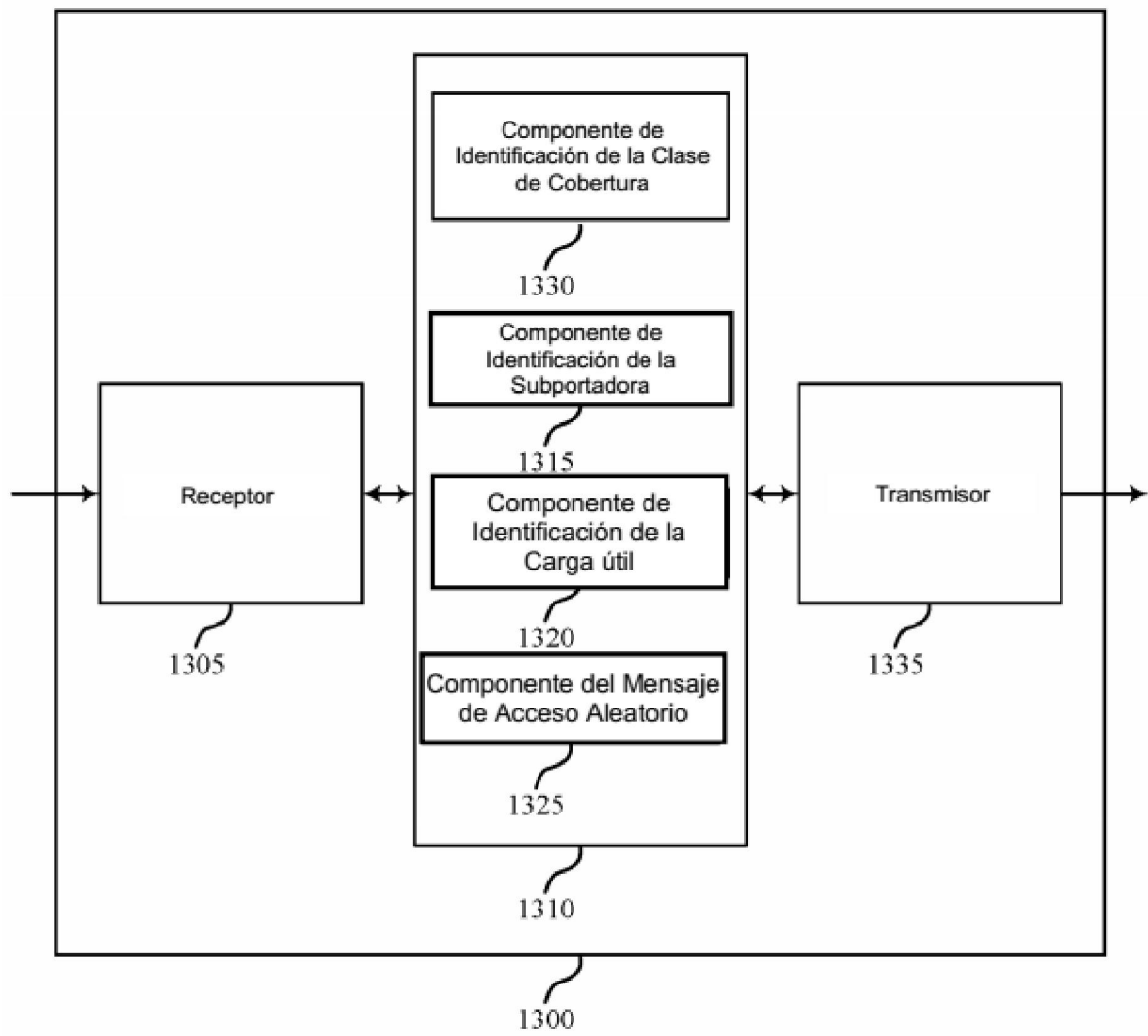


Figura 13

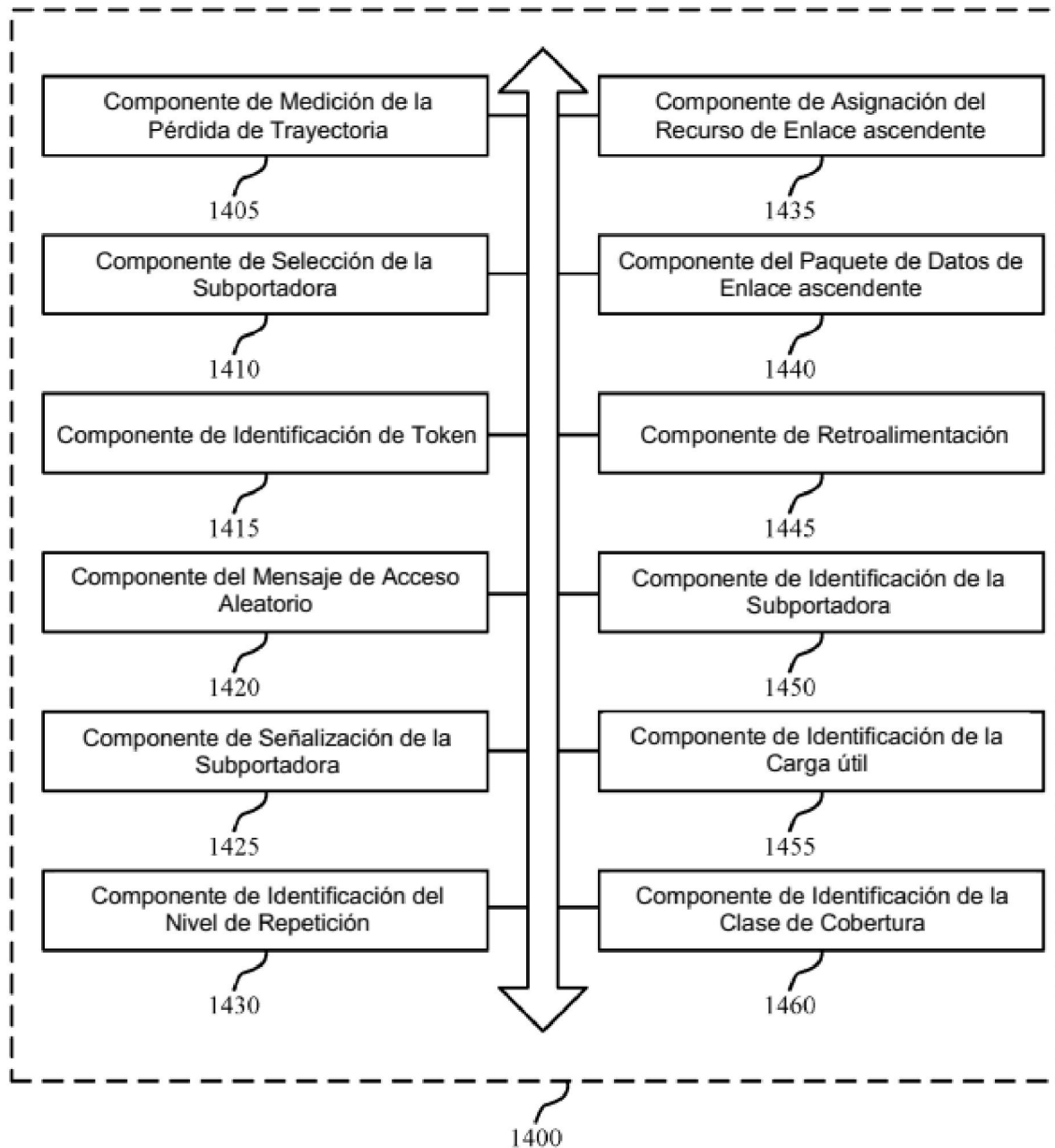


Figura 14



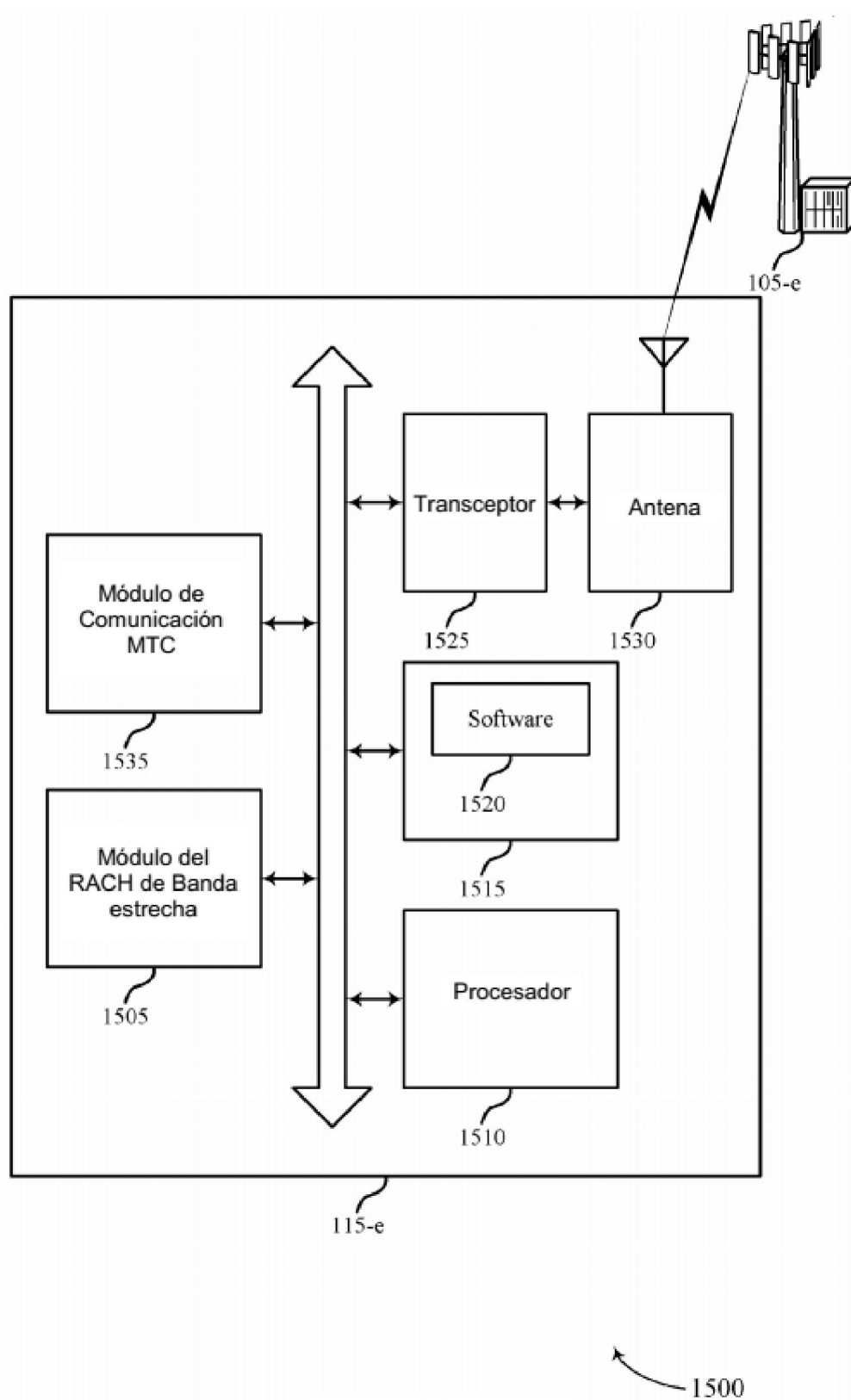


Figura 15

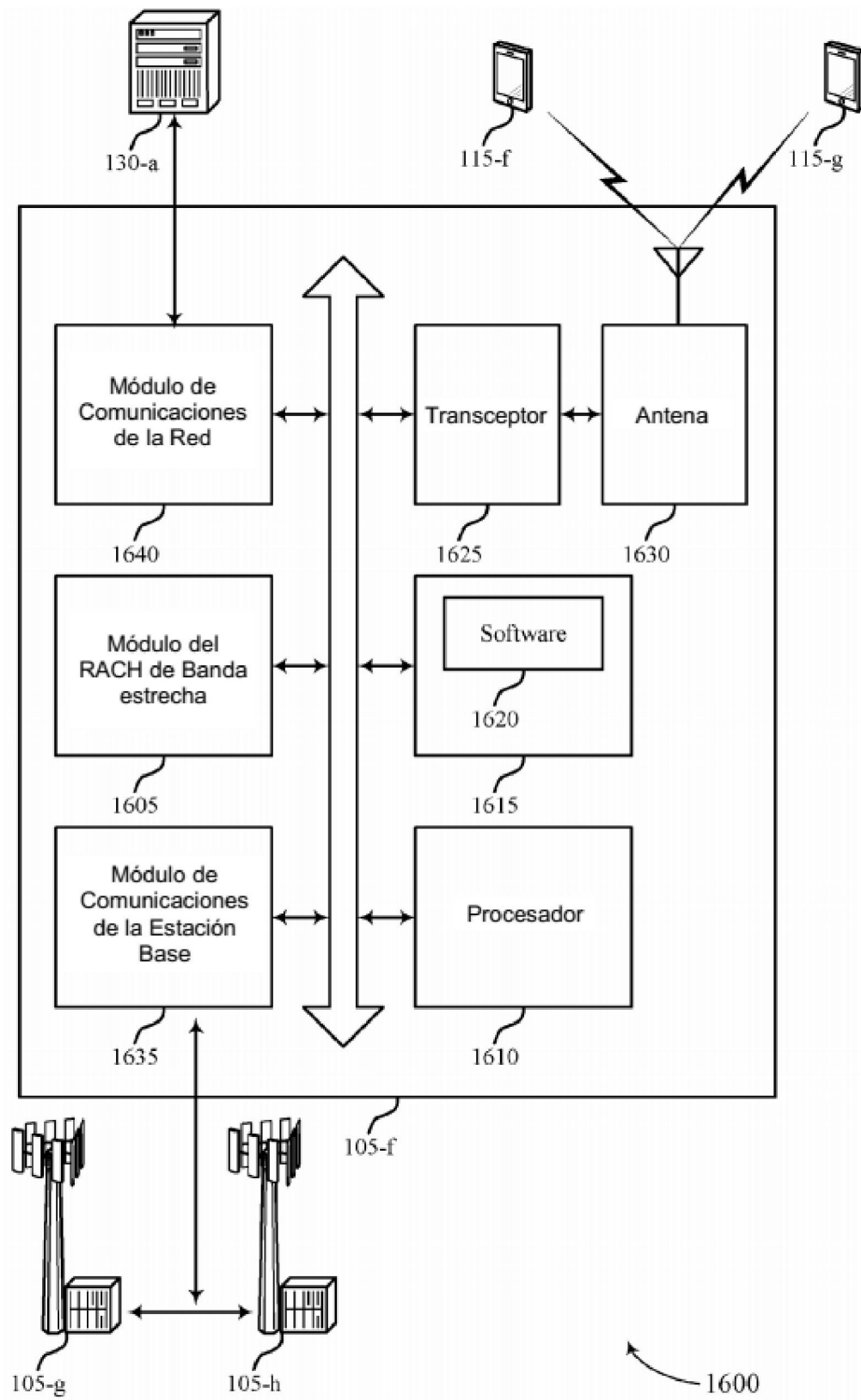


Figura 16

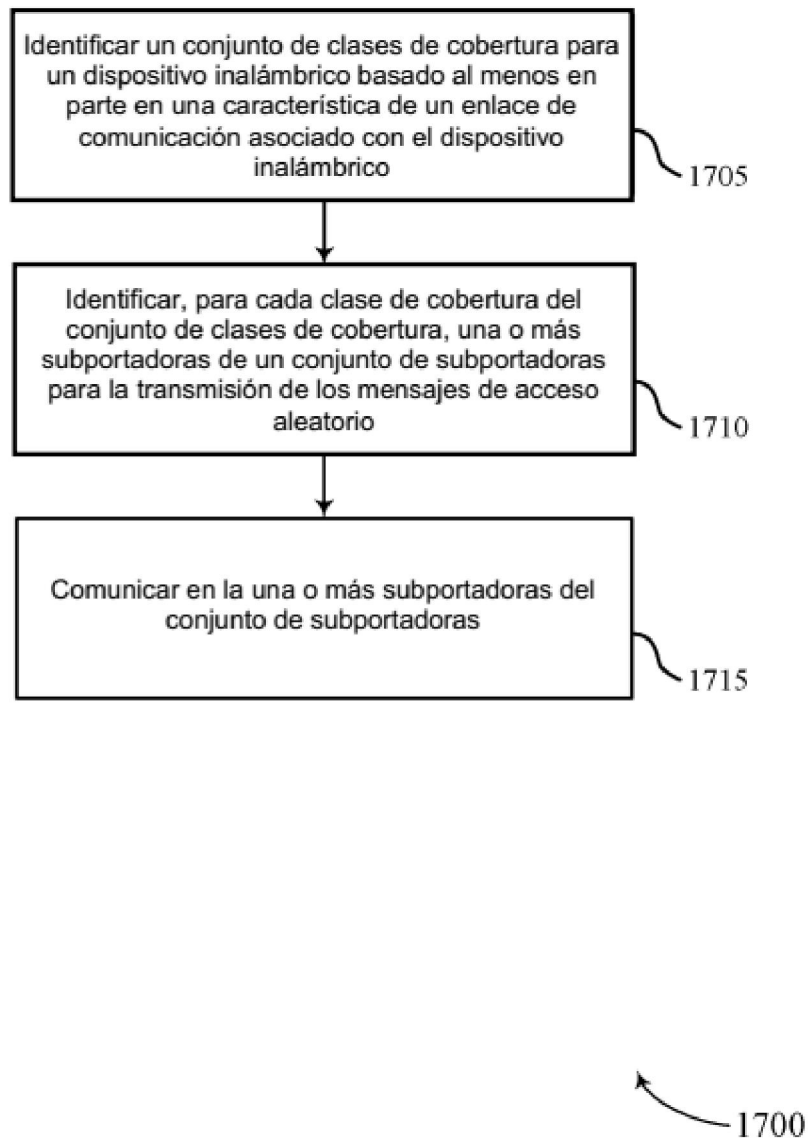


Figura 17

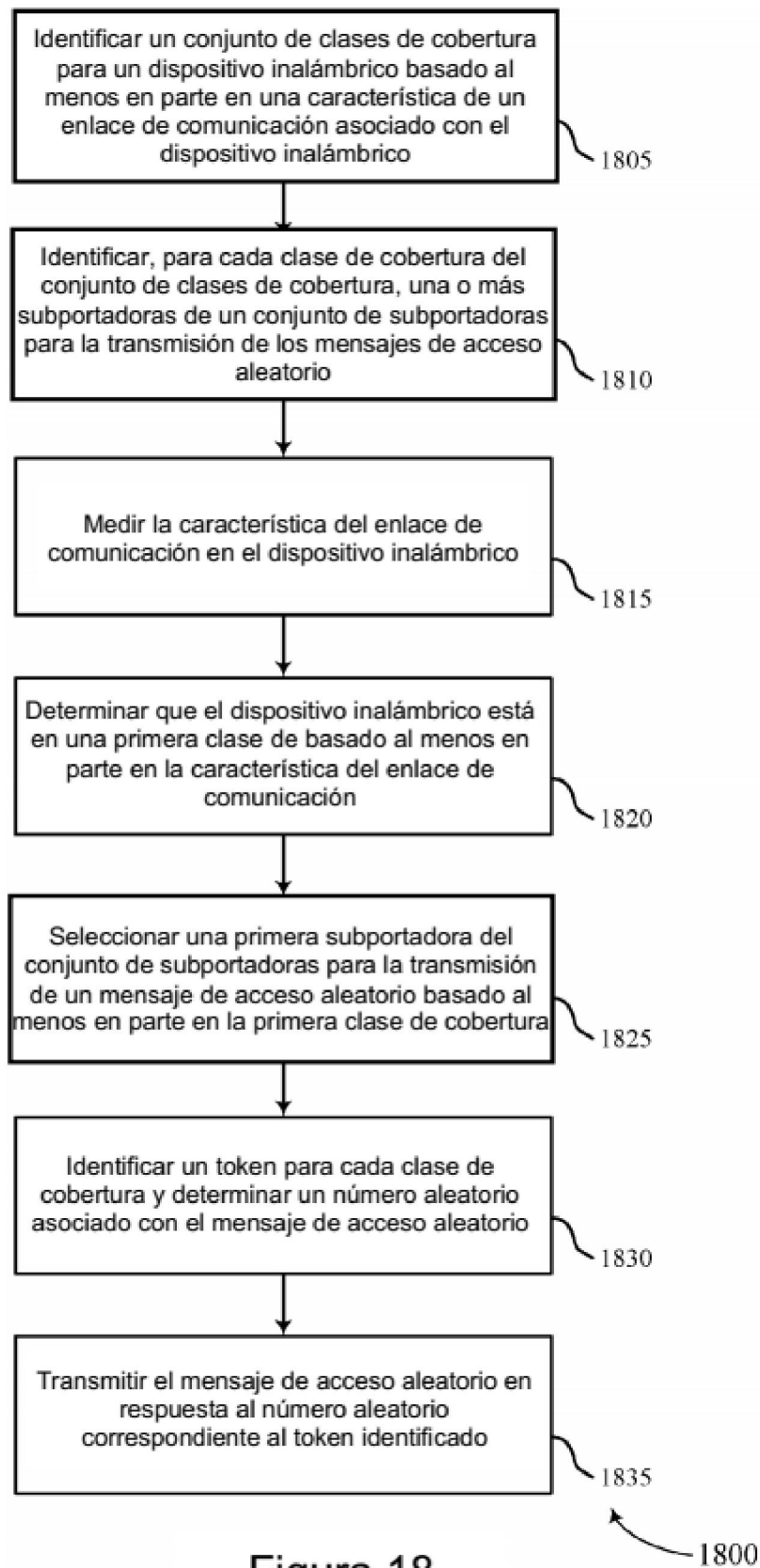


Figura 18

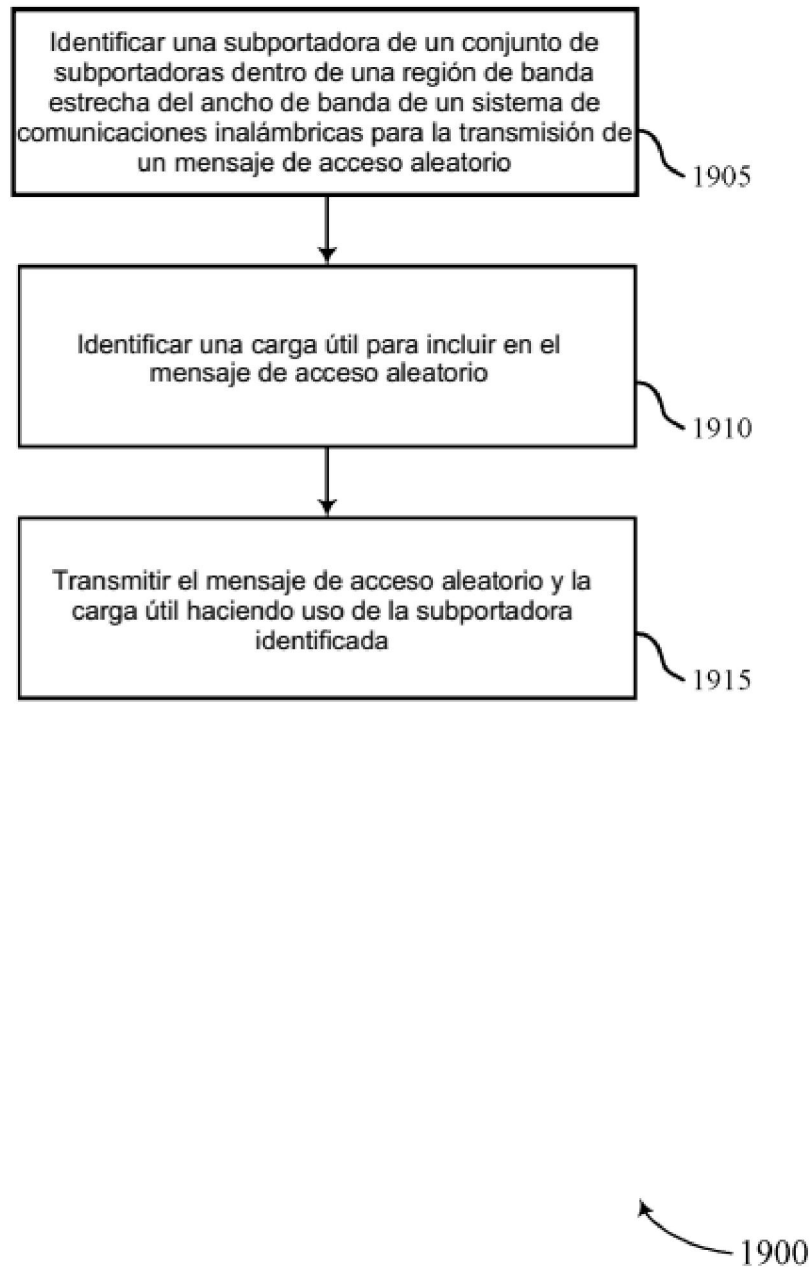


Figura 19