

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 538**

51 Int. Cl.:

H04W 76/02 (2009.01)

H04W 72/04 (2009.01)

H04W 76/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.02.2015 PCT/EP2015/052654**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.09.2015 WO15139884**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2015 E 15703092 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 3087795**

54 Título: **Dispositivo de comunicaciones y métodos de comunicación a través de una interfaz de acceso inalámbrico para realizar comunicaciones de dispositivo a dispositivo**

30 Prioridad:

21.03.2014 EP 14161202

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

03.11.2017

73 Titular/es:

**SONY CORPORATION (100.0%)
1-7-1 Konan, Minato-ku
Tokyo 108-0075, JP**

72 Inventor/es:

MARTIN, BRIAN ALEXANDER

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 640 538 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

Dispositivo de comunicaciones y métodos de comunicación a través de una interfaz de acceso inalámbrico para realizar comunicaciones de dispositivo a dispositivo.

Campo técnico de la invención

- 5 La presente invención se refiere a dispositivos de comunicaciones y a métodos para comunicar datos usando dispositivos de comunicaciones, y en particular a dispositivos de comunicaciones que están configurados para realizar comunicaciones de dispositivo a dispositivo.

Antecedentes de la invención

- 10 Los sistemas de telecomunicación móvil, tales como los basados en el UMTS definido de 3GPP y en la arquitectura de Evolución a largo plazo (LTE), son capaces de admitir más servicios sofisticados que los sencillos servicios de voz y mensajería ofrecidos por generaciones anteriores de sistemas de telecomunicación móvil. Por ejemplo, con la interfaz radio mejorada y las velocidades de transmisión de datos mayores proporcionadas por los sistemas LTE, un usuario puede disfrutar de aplicaciones con altas velocidades de transmisión de datos, tales como la transmisión continua de vídeo y la videoconferencia, en dispositivos de comunicaciones móviles que solo habían estado disponibles previamente a través de una conexión de datos por línea fija.

- 15 Por lo tanto, existe una fuerte demanda para desplegar redes de cuarta de generación y se espera que aumente rápidamente el área de cobertura de estas redes, es decir, los lugares geográficos donde es posible acceder a las redes. Sin embargo, aunque se espera que la cobertura y la capacidad de las redes de cuarta generación excedan significativamente las de generaciones anteriores de redes de comunicaciones, siguen existiendo limitaciones en la capacidad de red y las áreas geográficas a las que tales redes pueden dar servicio. Estas limitaciones pueden ser, por ejemplo, particularmente relevantes en situaciones en las que las redes están experimentando comunicaciones de alta carga y alta velocidad de transmisión de datos entre dispositivos de comunicaciones, o cuando se requieren comunicaciones entre dispositivos de comunicaciones, pero los dispositivos de comunicaciones puede que no estén dentro del área de cobertura de una red. A fin de tratar estas limitaciones, en la LTE versión 12, se introducirá la capacidad para que los dispositivos de comunicaciones LTE realicen comunicaciones de Dispositivo a dispositivo (D2D).

- 20 Las comunicaciones D2D permiten que los dispositivos de comunicaciones que están muy próximos se comuniquen directamente entre sí, tanto cuando están dentro como cuando están en el exterior de un área de cobertura, o cuando falla la red. Esta capacidad de comunicaciones D2D puede permitir que se comuniquen más eficientemente datos de usuario entre dispositivos de comunicaciones, obviando la necesidad de que los datos de usuario sean retransmitidos por una entidad de red, tal como una estación base, y permite también que los dispositivos de comunicaciones que están muy próximos se comuniquen entre sí, aunque puede que no estén dentro del área de cobertura de una red. La capacidad de los dispositivos de comunicaciones para funcionar tanto en el interior como en el exterior de las áreas de cobertura hace que los sistemas LTE que incorporan capacidades D2D sean muy adecuados para aplicaciones tales como comunicaciones de seguridad pública, por ejemplo. Las comunicaciones de seguridad pública requieren un alto grado de robustez, por el que los dispositivos puedan seguir comunicándose entre sí en redes congestionadas y cuando están en el exterior de un área de cobertura.

- 30 Por lo tanto, se han propuesto redes de cuarta generación como una solución eficaz, desde el punto de vista económico, a las comunicaciones de seguridad pública, en comparación con los sistemas dedicados, tales como TETRA, que se usan actualmente por todo el mundo. Sin embargo, la coexistencia potencial de comunicaciones LTE usuales y comunicaciones D2D dentro de un área de cobertura o una red única puede aumentar la complejidad de coordinar las comunicaciones y la asignación de recursos dentro de una red LTE. En algunas aplicaciones, se debe realizar urgentemente una comunicación D2D y puede existir por ello un requisito de proporcionar una disposición en la que un dispositivo de comunicaciones pueda acceder rápidamente a recursos de comunicaciones.

- 35 En una propuesta a un congreso de estándares 3GPP titulada "D2D Scheduling Procedure", de la firma Ericsson, RAN WG2, San Francisco, EE. UU., 13 de noviembre de 2013, Tdoc R2-134238, se describe una técnica de programación para una comunicación D2D LTE.

El documento US 2013/0324114 describe un método y un aparato para movilidad en comunicaciones D2D.

- 40 El documento US 2014/080500 describe una técnica en la que un dispositivo de comunicaciones móviles cambia de comunicarse en un primer estado de comunicaciones, en el que los datos se comunican desde un dispositivo de comunicaciones hasta otro de acuerdo con una comunicación D2D, a un segundo estado de comunicaciones, en el que los datos se comunican entre los dispositivos de comunicaciones a través de una estación base de un sistema de comunicaciones inalámbricas.

Compendio de la invención

Según una primera realización, a título de ejemplo, de la presente técnica, se proporciona un método de comunicación usando un dispositivo de comunicaciones a través de una interfaz de acceso inalámbrico para realizar comunicaciones de dispositivo a dispositivo. El método comprende determinar, de acuerdo con condiciones predeterminadas, si el dispositivo de comunicaciones está dentro de un área de cobertura para transmitir o recibir señales de radio usando una interfaz de acceso inalámbrico proporcionada por una red de comunicaciones móviles y, si se determina que el dispositivo de comunicaciones está dentro del área de cobertura de la red de comunicaciones móviles, transmitir o recibir señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico a uno o más dispositivos de comunicaciones distintos de acuerdo con comunicaciones de dispositivo a dispositivo usando recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico asignados según un primer modo en el que la red de comunicaciones móviles realiza una asignación de recursos. Alternativamente, si se determina que el dispositivo de comunicaciones no está dentro del área de cobertura de la red de comunicaciones móviles, entonces, transmitir o recibir señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico a uno o más dispositivos de comunicaciones distintos de acuerdo con comunicaciones de dispositivo a dispositivo usando recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico asignados según un segundo modo en el que el dispositivo de comunicaciones asigna recursos a partir de un conjunto predeterminado de recursos. El protocolo de comunicaciones de dispositivo a dispositivo puede ser, por ejemplo, un acceso contencioso a los recursos de comunicaciones y un procedimiento de resolución de contienda. Si se determina que el dispositivo de comunicaciones está dentro del área de cobertura de la red de comunicaciones móviles, la transmisión o la recepción de las señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico usando el primer modo de asignación de recursos incluye acceder a la red de comunicaciones móviles para recibir una asignación de los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico, detectar una condición de fallo al acceder a los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico y, si se detecta la condición de fallo, entonces, transmitir o recibir las señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico accediendo a los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico usando el segundo modo de asignación de recursos.

Las realizaciones de la presente técnica pueden proporcionar una disposición para conmutar entre un modo de funcionamiento en el que un dispositivo de comunicaciones, que está destinado a realizar una comunicación de dispositivo a dispositivo, conmuta a un modo de funcionamiento en el que la transmisión o la recepción de datos a otros dispositivos de comunicaciones se realiza de acuerdo con un procedimiento o protocolo de dispositivo a dispositivo, incluso aunque los dispositivos de comunicaciones puedan estar dentro de un área de cobertura proporcionada por una red de comunicaciones móviles. El protocolo de comunicaciones de dispositivo a dispositivo permite que los dispositivos de comunicaciones asignen los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico con esos recursos que están siendo asignados por la red de comunicaciones móviles.

Como se explicará a continuación, usualmente, cuando un dispositivo de comunicaciones está dentro de un área de cobertura de radio proporcionada por estaciones base o un eNodoB de una red de comunicaciones móviles, entonces, se realiza una comunicación D2D asignando recursos de una interfaz de acceso inalámbrico por la estación base o el eNodoB. Sin embargo, en algunos ejemplos, el dispositivo de comunicaciones puede estar funcionando en una situación en la que se requiere una comunicación urgente, tal como puede suceder para servicios de emergencia o similares. Se prevé que, en algunas situaciones, la red puede estar congestionada y se impide por ello dar servicio al dispositivo de comunicaciones para proporcionar las comunicaciones D2D. En esta situación, incluso aunque el dispositivo de comunicaciones esté dentro de un área de cobertura proporcionada por la red de comunicaciones móviles y tenga asignados usualmente recursos de comunicaciones por la red de comunicaciones móviles, un dispositivo de comunicaciones, que funciona de acuerdo con la presente técnica, conmuta a un modo de funcionamiento en el que se realizan comunicaciones D2D según un procedimiento que no requiere asignación de recursos por la red de comunicaciones móviles en la que están funcionando de manera autónoma los dispositivos de comunicaciones. Como tales, las comunicaciones D2D se pueden realizar incluso cuando una red de comunicaciones móviles o no está funcionando o está congestionada por alguna razón.

Diversos aspectos y características adicionales de la presente invención están definidos en las reivindicaciones adjuntas e incluyen un dispositivo de comunicaciones, y un método de comunicación usando un dispositivo de comunicaciones.

Breve descripción de los dibujos

Se describirán a continuación, solamente a modo de ejemplo, realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos que se acompañan, en donde partes semejantes están provistas de números de referencia correspondientes y en los que:

la figura 1 proporciona un diagrama esquemático de un sistema de comunicaciones móviles;

la figura 2 proporciona un diagrama esquemático de la estructura de un enlace descendente de una interfaz de acceso inalámbrico de un sistema de comunicaciones móviles;

la figura 3 proporciona un diagrama esquemático de un enlace ascendente de una interfaz de acceso inalámbrico de un sistema de comunicaciones móviles;

la figura 4 proporciona un diagrama esquemático de un sistema de comunicaciones móviles, en el que dispositivos de comunicaciones pueden realizar comunicaciones de dispositivo a dispositivo;

5 las figuras 5a a 5d proporcionan diagramas esquemáticos de escenarios, a título de ejemplo, de comunicaciones de dispositivo a dispositivo;

la figura 6 proporciona un diagrama de bloques esquemático que ilustra una disposición en la que una pluralidad de dispositivos de comunicaciones forman un grupo que realiza comunicaciones de dispositivo a dispositivo dentro de un área de cobertura proporcionada por una red de comunicaciones móviles denominada modo 1 en la presente invención;

la figura 7 es un diagrama de flujo que representa un funcionamiento, a título de ejemplo, de un dispositivo de comunicaciones que realiza comunicaciones de dispositivo a dispositivo en una aplicación de Apretar para hablar (PTT) cuando está en un área de cobertura proporcionada por una red de comunicaciones móviles, como se representa en la figura 6;

15 la figura 8 proporciona un diagrama de bloques esquemático que ilustra una disposición en la que una pluralidad de dispositivos de comunicaciones forman un grupo que realiza comunicaciones de dispositivo a dispositivo en el exterior de un área de cobertura proporcionada por una red de comunicaciones móviles, y funcionan, por lo tanto, de manera autónoma, que se denomina modo 2 en la presente invención;

la figura 9 es un diagrama de flujo que representa un funcionamiento, a título de ejemplo, de un dispositivo de comunicaciones que realiza comunicaciones de dispositivo a dispositivo en una aplicación de Apretar para hablar (PTT) cuando está en el exterior de un área de cobertura proporcionada por una red de comunicaciones móviles, como se representa en la figura 8;

la figura 10 es un diagrama de flujo que representa un funcionamiento, a título de ejemplo, de un dispositivo de comunicaciones que realiza comunicaciones de dispositivo a dispositivo cuando está en un área de cobertura proporcionada por una red de comunicaciones móviles cuando se selecciona un modo de funcionamiento apropiado para acceder a los recursos de comunicaciones proporcionados por la interfaz de acceso inalámbrico;

la figura 11 es un diagrama de flujo que representa un funcionamiento, a título de ejemplo, de un dispositivo de comunicaciones cuando está en un área de cobertura proporcionada por una red de comunicaciones móviles y que conmuta entre un funcionamiento en modo 1 y un funcionamiento en modo 2, según la presente técnica;

30 la figura 12 es un diagrama de flujo que representa un funcionamiento, a título de ejemplo, de un dispositivo de comunicaciones, para determinar si ha fallado un procedimiento de establecimiento de conexión del control de recursos radioeléctricos, según la presente técnica;

la figura 13 es un diagrama de flujo de mensajes que representa un funcionamiento de un sistema de comunicaciones, según un ejemplo de la presente técnica; y

35 la figura 14 es una representación esquemática de una interfaz de acceso inalámbrico que comprende una zona de asignación de programación y unas zonas de recursos de comunicaciones compartidos y que ilustra un funcionamiento, de acuerdo con la presente técnica, para admitir comunicaciones de dispositivo a dispositivo.

Descripción de realizaciones a título de ejemplo

Sistema de comunicaciones usual

40 La figura 1 proporciona un diagrama esquemático de un sistema de telecomunicaciones móviles 100 usual, donde el sistema incluye dispositivos de comunicaciones móviles 101, un equipo de infraestructura 102 y una red principal 103. El equipo de infraestructura se puede denominar también una estación base, un elemento de red, un Nodo B mejorado (eNodoB) o una entidad de coordinación, por ejemplo, y proporciona una interfaz de acceso inalámbrico a dichos uno o más dispositivos de comunicaciones dentro de un área de cobertura o una celda. Dichos uno o más dispositivos de comunicaciones móviles pueden comunicar datos a través de la transmisión y la recepción de señales que representan datos usando la interfaz de acceso inalámbrico. La entidad de red 102 está enlazada de modo comunicativo a la red principal 103, donde la red principal puede estar conectada a uno o más sistemas o redes de comunicaciones distintos que tienen una estructura similar a la formada a partir de los dispositivos de comunicaciones 101 y del equipo de infraestructura 102. La red principal puede proporcionar también alguna funcionalidad, incluyendo autenticación, gestión de movilidad, carga y similar, para los dispositivos de comunicaciones a los que da servicio la entidad de red. Los dispositivos de comunicaciones móviles de la figura 1 se pueden denominar también terminales de comunicaciones, equipo de usuario (UE), dispositivos terminales y similares, y están configurados para comunicarse con uno o más dispositivos de comunicaciones distintos a los que da servicio la misma área de cobertura, o una diferente, a través de la entidad de red. Estas comunicaciones se

pueden realizar transmitiendo y recibiendo señales que representan datos que usan la interfaz de acceso inalámbrico por los enlaces de comunicaciones de dos vías representados por las líneas 104 a 109, donde 104, 106 y 108 representan las comunicaciones de enlace descendente desde la entidad de red hasta los dispositivos de comunicaciones y 105, 107 y 109 representan las comunicaciones de enlace ascendente desde los dispositivos de comunicaciones hasta la entidad de red. El sistema de comunicaciones 100 puede funcionar de acuerdo con cualquier protocolo conocido, por ejemplo, en algunos casos, el sistema 100 puede funcionar de acuerdo con el estándar de Evolución a largo plazo (LTE) de 3GPP, donde la entidad de red y los dispositivos de comunicaciones se denominan comúnmente el eNodoB y los UE, respectivamente.

La figura 2 proporciona un diagrama esquemático simplificado de la estructura de un enlace descendente de una interfaz de acceso inalámbrico que puede ser proporcionado por el eNodoB de la figura 1, o estar conjuntamente con el mismo, cuando el sistema de comunicaciones está funcionando de acuerdo con el estándar de LTE. En los sistemas LTE, la interfaz de acceso inalámbrico del enlace descendente desde un eNodoB hasta un UE está basada en una interfaz de acceso radio de Multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM). En una interfaz OFDM, los recursos de la anchura de banda disponible están divididos, en frecuencia, en una pluralidad de subportadoras ortogonales y se transmiten datos en paralelo sobre una pluralidad de subportadoras ortogonales, donde los anchos de banda entre 1,25 MHz y 20 MHz de ancho de banda pueden estar divididos en de 128 a 2048 subportadoras ortogonales, por ejemplo. Cada ancho de banda de subportadora puede adquirir cualquier valor, pero en una LTE, está fijado en 15 kHz. Como se muestra en la figura 2, los recursos de la interfaz de acceso inalámbrico están también divididos temporalmente en tramas, donde una trama 200 dura 10 ms, y está subdividida en 10 subtramas 201, cada una con una duración de 1 ms. Cada subtrama está formada a partir de 14 símbolos OFDM y está dividida en dos ranuras, comprendiendo cada una seis o siete símbolos OFDM, dependiendo de si un prefijo cíclico normal o extendido se está utilizando entre los símbolos OFDM para la reducción de la interferencia entre símbolos. Los recursos dentro de una ranura pueden estar divididos en bloques de recursos 203, comprendiendo cada uno 12 subportadoras durante la duración de una ranura y los bloques de recursos divididos además en elementos de recursos 204 que separan una subportadora para un símbolo OFDM, donde cada rectángulo 204 representa un elemento de recursos.

En la estructura simplificada del enlace descendente de una interfaz de acceso inalámbrico de LTE de la figura 2, cada subtrama 201 comprende una zona de control 205 para la transmisión de datos de control, una zona de datos 206 para la transmisión de datos de usuario, señales de referencia 207 y señales de sincronización que están entremezcladas en las zonas de control y datos de acuerdo con un patrón predeterminado. La zona de control 204 puede contener varios canales físicos para la transmisión de datos de control, tales como un Canal físico de control de enlace descendente (PDCCH), un Canal físico indicador de formato de control (PCFICH) y un Canal físico indicador de la HARQ (PHICH). La zona de datos puede contener varios canales físicos para la transmisión de datos, tales como un Canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) y un Canal físico de difusión (PBCH). Aunque estos canales físicos proporcionan un amplio intervalo de funcionalidad a los sistemas LTE, desde el punto de vista de asignación de recursos, y los presentes PDCCH y PDSCH descritos son los más relevantes. La información adicional sobre la estructura y el funcionamiento de los canales físicos de los sistemas LTE se puede encontrar en [11].

Los recursos dentro del PDSCH pueden ser asignados por un eNodoB a los UE a los que da servicio el eNodoB. Por ejemplo, varios bloques de recursos del PDSCH pueden ser asignados a un UE a fin de que pueda recibir datos que se han solicitado previamente o datos que el eNodoB está empujando al mismo, tales como la señalización de Control de recursos radioeléctricos (RRC). En la figura 2, se han asignado al UE1 unos recursos 208 de la zona de datos 206, al UE2 unos recursos 209 y al UE unos recursos 210. Se puede asignar a los UE en un sistema LTE una fracción de los recursos disponibles del PDSCH y se requiere, por lo tanto, que los UE sean informados del lugar de sus recursos asignados dentro del PDCSH de manera que solamente se detectan y se estiman datos relevantes dentro del PDSCH. A fin de informar a los UE del lugar de sus recursos de comunicaciones asignados, la información de control de recursos que especifica las asignaciones de recursos de enlace descendente se transporta a través del PDCCH con una forma denominada Información de control de enlace descendente (DCI), donde las asignaciones de recursos para un PDSCH se comunican en un ejemplo del PDCCH precedente en la misma subtrama. Durante un procedimiento de asignación de recursos, los UE supervisan así el PDCCH para una DCI direccionada a los mismos y una vez que se detecta tal DCI, reciben la DCI y detectan y estiman los datos desde la parte relevante del PDSCH.

La figura 3 proporciona un diagrama esquemático simplificado de la estructura de un enlace ascendente de una interfaz de acceso inalámbrico de LTE que puede ser proporcionada por el eNodoB de la figura 1, o estar conjuntamente con el mismo. En las redes LTE, la interfaz de acceso inalámbrico de enlace ascendente está basada en una interfaz de Multiplexación por división de frecuencia FDM de portadora única (SC-FDM) y unas interfaces de acceso inalámbrico de enlace descendente y enlace ascendente se pueden proporcionar mediante Duplexación por división de frecuencia (FDD) o Duplexación por división de tiempo (TDD), en donde las subtramas de implementaciones TDD conmutan entre subtramas de enlace ascendente y enlace descendente de acuerdo con patrones predefinidos. Sin embargo, independientemente de la forma de duplexación utilizada, se usa una estructura común de tramas de enlace ascendente. La estructura simplificada de la figura 3 ilustra tal trama de enlace ascendente en una implementación FDD. Una trama 300 está dividida en 10 subtramas 301 de 1 ms de duración, donde cada subtrama 301 comprende dos ranuras 302 de 0,5 ms de duración. Cada ranura se forma, entonces, a

partir de siete símbolos OFDM 303, donde un prefijo cíclico 304 está insertado entre cada símbolo de manera equivalente a la que se tiene en subtramas de enlace descendente. En la figura 3, se usa un prefijo cíclico normal y existen, por lo tanto, siete símbolos OFDM dentro de una subtrama, sin embargo, si se tuviera que usar un prefijo cíclico extendido, cada ranura contendría solamente seis símbolos OFDM. Los recursos de las subtramas de enlace ascendente están divididos también en bloques de recursos y elementos de recursos de manera similar a las subtramas de enlace descendente.

Cada subtrama de enlace ascendente puede incluir una pluralidad de canales diferentes, por ejemplo, un Canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) 305, un Canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) 306 y un Canal físico de acceso aleatorio (PRACH). El Canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) puede llevar información de control, tal como ACK/NACK, al eNodoB para transmisiones de enlace descendente, Indicadores de solicitud de programación (SRI) para los UE que desean ser recursos de enlace ascendente programados, y realimentación de la Información de estado del canal (CSI) de enlace descendente, por ejemplo. El PUSCH puede llevar datos de enlace ascendente del UE o algunos datos de control de enlace ascendente. Los recursos del PUSCH se conceden a través del PDCCH, siendo tal concesión activada típicamente por la comunicación a la red de la cantidad de datos listos para ser transmitidos a una memoria intermedia en el UE. El PRACH se puede programar en cualquiera de los recursos de una trama de enlace ascendente de acuerdo con uno de una pluralidad de patrones de PRACH que pueden estar señalizados para un UE en señalización de enlace descendente, tal como unos bloques de información del sistema. Así como los canales físicos de enlace ascendente, las subtramas de enlace ascendente pueden incluir también señales de referencia. Por ejemplo, unas Señales de referencia de desmodulación (DMRS) 307 y unas Señales de referencia de sondeo (SRS) 308 pueden estar presentes en una subtrama de enlace ascendente donde las DMRS ocupan el cuarto símbolo de una ranura en la que se transmite el PUSCH y se usan para la descodificación de los datos de PUCCH y PUSCH, y donde las SRS se usan para la estimación de canales de enlace ascendente en el eNodoB. La información adicional sobre la estructura y el funcionamiento de los canales físicos de los sistemas LTE se puede encontrar en [1].

De manera análoga a los recursos del PDSCH, se requiere que los recursos del PUSCH sean programados o concedidos por el eNodoB de servicio y, así, si un UE ha de transmitir datos, se requiere que los recursos del PUSCH sean concedidos al UE por el eNodoB. En un UE, se consigue la asignación de recursos de PUSCH por la transmisión de una solicitud de programación o un informe de estado de la memoria intermedia a su eNodoB de servicio. La solicitud de programación se puede realizar, cuando existen recursos de enlace ascendente insuficientes para que el UE envíe un informe de estado de la memoria intermedia, a través de la transmisión de Información de control de enlace ascendente (UCI) sobre el PUCCH cuando no hay ninguna asignación de PUSCH existente para el UE, o por transmisión directamente sobre el PUSCH cuando hay una asignación de PUSCH existente para el UE. En respuesta a una solicitud de programación, el eNodoB está configurado para asignar una parte del recurso de PUSCH al UE de solicitud que sea suficiente para transferir un informe de estado de la memoria intermedia e informar a continuación al UE de la asignación de recursos del informe de estado de memoria intermedia a través de una DCI en el PDCCH. Una vez que o si el UE tiene un recurso de PUSCH adecuado para enviar un informe de estado de la memoria intermedia, el informe de estado de la memoria intermedia se envía al eNodoB y proporciona al eNodoB información relativa a la cantidad de datos en una memoria intermedia o unas memorias intermedias de enlace ascendente en el UE. Después de recibir el informe de estado de la memoria intermedia, el eNodoB puede asignar una parte de los recursos PUSCH al UE de envío a fin de transmitir algunos de sus datos de enlace ascendente almacenados e informar a continuación al UE de la asignación de recursos a través de una DCI en el PDCCH. Por ejemplo, suponiendo que un UE tiene una conexión con el eNodoB, el UE transmitirá primero una solicitud de recursos de PUSCH en el PUCCH en forma de una UCI. El UE supervisará a continuación el PDCCH para una DCI apropiada, extraerá los detalles de la asignación de recursos PUSCH, y transmitirá datos de enlace ascendente, comprendiendo al principio un informe de estado de la memoria intermedia y/o comprendiendo más tarde una parte de los datos almacenados, en los recursos asignados.

Aunque similares en estructura a las subtramas de enlace descendente, las subtramas de enlace ascendente tienen una estructura de control diferente a las subtramas de enlace descendente, en particular, las subportadoras/frecuencias/bloques de recursos superiores 309 e inferiores 310 de una subtrama de enlace ascendente están reservados para señalización de control en lugar de los símbolos iniciales de una subtrama de enlace descendente. Además, aunque el procedimiento de asignación de recursos para el enlace descendente y el enlace ascendente es relativamente similar, la estructura real de los recursos que se pueden asignar puede variar debido a las características diferentes de las interfaces OFDM y SC-FDM que se usan en el enlace descendente y el enlace ascendente, respectivamente. En la OFDM, cada subportadora está modulada individualmente y no es necesario, por lo tanto, que estén contiguas las asignaciones de frecuencia/subportadora, sin embargo, en la SC-FDM, las subportadoras están moduladas en combinación y, por lo tanto, si se ha de realizar un uso eficiente de los recursos disponibles, son preferibles las asignaciones de frecuencia contiguas para cada UE.

Como consecuencia de la estructura y el funcionamiento de la interfaz inalámbrica anteriormente descrita, uno o más UE pueden comunicarse datos entre sí a través de un eNodoB de coordinación, formando así un sistema usual de telecomunicaciones celulares. Aunque los sistemas de comunicaciones celulares, tales como los basados en los estándares de LTE previamente lanzados, han tenido éxito comercial, varias desventajas están asociadas con tales sistemas centralizados. Por ejemplo, si dos UE que están muy próximos desean comunicarse entre sí, se requieren recursos de enlace ascendente y enlace descendente suficientes para transportar los datos. Por consiguiente, dos

partes de los recursos del sistema se están usando para transportar una única parte de los datos. Una segunda desventaja es que se requiere un eNodoB si los UE, incluso cuando están muy próximos, desean comunicarse entre sí. Estas limitaciones pueden ser problemáticas cuando el sistema está experimentando alta carga o no está disponible la cobertura del eNodoB, por ejemplo, en áreas remotas o cuando los eNodoB no están funcionando correctamente. La superación de estas limitaciones puede aumentar la capacidad y el rendimiento de las redes LTE, y conduce también a la creación de nuevas posibilidades de ingresos para los operadores de redes LTE.

Comunicaciones de dispositivo a dispositivo

Las comunicaciones D2D ofrecen la posibilidad de tratar los problemas antes mencionados de capacidad de red y el requisito de cobertura de la red para comunicaciones entre dispositivos LTE. Por ejemplo, si pueden comunicarse directamente datos de usuario entre los UE, solamente se requiere un conjunto de recursos para comunicar los datos en lugar de ambos recursos de enlace ascendente y enlace descendente. Además, si los UE son capaces de comunicarse directamente, unos UE dentro del intervalo de otros pueden comunicarse incluso cuando están en el exterior de un área de cobertura proporcionada por un eNodoB. Como consecuencia de estos beneficios potenciales, se ha propuesto la introducción de capacidades D2D en sistemas LTE.

La figura 4 proporciona un diagrama esquemático de un sistema de comunicaciones móviles 400 que es sustancialmente similar al descrito con referencia a la figura 1, pero donde los UE 401, 402, 403 son también accionables para realizar comunicaciones directas de dispositivo a dispositivo (D2D) entre sí. Las comunicaciones D2D comprenden unos UE que se comunican directamente datos entre sí sin usuario y/o datos de control que se comunican a través de una entidad dedicada de coordinación, tal como un eNodoB. Por ejemplo, en la figura 4, las comunicaciones entre los UE 401, 402, 403, 415 y el eNodoB 404 están de acuerdo con el estándar existente de LTE, pero, así como comunicarse a través del enlace ascendente y los enlaces descendentes 405 a 410, cuando los UE 401 a 403 están dentro del intervalo de otros, pueden también comunicarse directamente entre sí a través de los enlaces de comunicaciones D2D 411 a 414. En la figura 4, los enlaces de comunicaciones D2D están indicados por líneas de trazos y se muestran para estar presentes entre 401 y 402, y 402 y 403, pero no entre 401 y 403, puesto que estos UE no están suficientemente próximos entre sí para transmitir y recibir directamente señales unos hacia y desde otros. Se muestran también enlaces de comunicaciones D2D no para estar presentes entre 415 y otros UE, puesto que el UE 415 no es capaz de comunicaciones D2D. Una situación tal como la ilustrada en la figura 4 puede presentarse en una red LTE donde el UE 415 es un dispositivo no adaptable a las especificaciones para un funcionamiento D2D.

Con el fin de establecer un enlace de comunicaciones D2D, tal enlace de comunicaciones D2D de una vía 414 desde el UE 402 hasta el UE 403, se requiere realizar varias etapas. En primer lugar, es beneficioso para el UE de iniciación tener conocimiento de los otros UE capaces de D2D dentro del intervalo. En un sistema LTE, esto se puede conseguir, por ejemplo, mediante cada UE transmitiendo periódicamente una señal de descubrimiento que contiene un identificador exclusivo de "descubrimiento" que identifica los UE entre sí. Alternativamente, un eNodoB de servicio o una entidad de coordinación puede compilar una lista de los UE dentro de su área de cobertura capaz de realizar comunicaciones D2D y distribuir la lista a los UE apropiados dentro de su área de cobertura. En virtud de cada uno de los procesos anteriores, el UE 401 puede descubrir el UE 402, el UE 402 puede descubrir los UE 401 y 403, y el UE 403 puede descubrir el UE 402. Una vez que el UE 402 se da cuenta de la existencia del UE 403, puede proceder a continuación a establecer un enlace de comunicaciones D2D con el UE 403.

Sistemas D2D propuestos previamente

Se ha propuesto previamente proporcionar alguna disposición para la comunicación de dispositivo a dispositivo dentro de estándares que definen sistemas de comunicaciones según las especificaciones administradas por el 3GPP, denominadas Evolución a largo plazo (LTE). Existen varios enfoques posibles para la implementación de las comunicaciones D2D de LTE. Por ejemplo, la interfaz de acceso inalámbrico proporcionada para comunicaciones entre los UE y el eNodoB se puede usar para comunicaciones D2D, donde un eNodoB asigna los recursos requeridos y la señalización de control se comunica a través de el eNodoB, pero los datos de usuario se transmiten directamente entre los UE.

La interfaz de acceso inalámbrico utilizada para comunicaciones D2D se puede proporcionar de acuerdo con cualquiera de varias técnicas, tal como Acceso múltiple con detección de portadora (CSMA), OFDM o una combinación de las mismas, por ejemplo, así como una interfaz de acceso inalámbrico basada en OFDM/SC-FDMA 3GPP LTE. Por ejemplo, se ha propuesto en el documento R2-133840 [1] usar un Acceso múltiple con detección de portadora, CSMA, coordinaciones de transmisión por los UE, que es una programación descoordinada/basada en contienda por cada UE. Cada UE escucha primero y transmite a continuación sobre un recurso sin usar.

En otro ejemplo, los UE pueden comunicarse entre sí negociando directamente el acceso a una interfaz de acceso inalámbrico, superando así la necesidad de un eNodoB de coordinación. Los ejemplos de disposiciones propuestas previamente incluyen aquellas en las que uno de los UE del grupo actúa como una entidad de control para coordinar las transmisiones de los otros miembros del grupo. Los ejemplos de tales propuestas se proporcionan en las siguientes divulgaciones:

- [2] R2-133990, “Network control for Public Safety D2D Communications”; Orange, Huawei, HiSilicon, Telecom Italia
- [3] R2-134246, “The Synchronizing Central Node for Out of Coverage D2D Communication”; General Dynamics Broadband UK
- [4] R2-134426, “Medium Access for D2D communication”; LG Electronics Inc

5 En otra disposición, uno de los UE del grupo envía primero una asignación de programación y transmite a continuación datos sin un UE de programación central o una entidad de control que controle las transmisiones. Las siguientes divulgaciones proporcionan ejemplos de esta disposición descentralizada:

- [5] R2-134238, “D2D Scheduling Procedure”; Ericsson;
- [6] R2-134248, “Possible mechanisms for resource selection in connectionless D2D voice communication”; General Dynamics Broadband UK;
- [7] R2-134431, “Simulation results for D2D voice services using connectionless approach”; General Dynamics Broadband UK

15 En particular, las dos últimas contribuciones enumeradas anteriormente, R2-134248 [6], R2-134431 [7], describen el uso de un canal de programación, utilizado por los UE para indicar su intención de programar datos junto con los recursos que se usarán. La otra divulgación, R2-134238 [5], no usa un canal de programación como tal, sino que despliega, al menos, algunos recursos predefinidos para enviar las asignaciones de programación.

20 Otras disposiciones, a título de ejemplo, descritas en [8] y [9] requieren una estación base para proporcionar realimentación a los dispositivos de comunicaciones a fin de controlar sus transmisiones. El documento [10] describe una disposición en la que un canal de intercambio de recursos dedicados está dispuesto entre un equipo de usuario celular y un equipo de usuario de dispositivo a dispositivo para un control de interferencia y una coordinación de recursos.

25 Como consecuencia de los posibles enfoques para la organización de dispositivos y redes D2D, pueden surgir varios escenarios. Una selección de escenarios, a título de ejemplo, se proporciona en las figuras 5a a 5d, donde cada uno puede causar problemas diferentes con relación a la asignación de recursos, el funcionamiento de las comunicaciones D2D junto con la comunicación LTE usual y el movimiento de los dispositivos capaces de D2D entre áreas de cobertura proporcionadas por los eNodeB.

30 En la figura 5a, los UE 501 y 502 están en el exterior de un área de cobertura de un eNodeB, por consiguiente, los dispositivos D2D pueden comunicarse con pocas o ninguna consideración de interferencia que puede ser causada por sus comunicaciones D2D a redes LTE vecinas. Tal escenario se puede presentar en las comunicaciones de seguridad pública, por ejemplo, donde los UE están en el exterior de un área de cobertura o donde la red relevante de comunicaciones móviles no está funcionando actualmente de modo correcto. En tal escenario, los UE de comunicación pueden negociar directamente entre sí para asignar recursos y coordinar comunicaciones, o uno de los UE, o un tercer UE, puede actuar como una entidad de coordinación y realizar, por lo tanto, una asignación de recursos.

35 En la figura 5b, el UE 501 está dentro de un área de cobertura 504 de un eNodeB 503 y está realizando comunicaciones D2D con el UE 502, que está en el exterior del área de cobertura 503. En contraste al escenario de la figura 5a, en virtud de que el UE 501 está dentro del área de cobertura del eNodeB 503, las comunicaciones D2D pueden causar interferencia con las comunicaciones LTE usuales dentro del área de cobertura. Por consiguiente, las asignaciones de recursos y transmisiones D2D puede que tengan que ser coordinadas alrededor de las que están dentro del área de cobertura 504, por ello, las transmisiones D2D no afectan a las comunicaciones LTE usuales. Esto se puede conseguir de varios modos, por ejemplo, el eNodeB puede coordinar la asignación de recursos para las comunicaciones D2D, de manera que no se solapan los recursos D2D y los recursos LTE usuales. El UE 501 puede retransmitir a continuación cualquier asignación al UE 502. Alternativamente, el UE1, o el UE2 a través del UE1, puede realizar, por ejemplo, una asignación de recursos e informar a continuación al eNodeB de los recursos que se están utilizando para comunicaciones D2D. El eNodeB reservará a continuación estos recursos para comunicaciones D2D.

45 En la figura 5c, tanto el UE 501 como el 502 están dentro del área de cobertura del eNodeB 503, por consiguiente, se requerirá la coordinación entre el eNodeB y los UE si se han de realizar comunicaciones D2D sin causar interferencia con comunicaciones LTE usuales dentro del área de cobertura. Tal coordinación se puede conseguir de modo similar al descrito con referencia a la figura 5b, pero en el caso de la figura 5c, el UE 502 está también dentro del área de cobertura y puede que no se requiera, por lo tanto, la retransmisión de señales de asignación de recursos por el UE1 al eNodeB desde el UE2.

55 En la figura 5d, se ilustra un cuarto escenario de D2D más complejo, donde cada uno del UE 501 y el UE 502 están dentro de las áreas de cobertura 504, 505 de los eNodeB 503 y 504 diferentes, respectivamente. Del mismo modo que para los escenarios de las figuras 5b y 5c, se requerirá la coordinación entre los UE que realizan

comunicaciones D2D si se ha de evitar la interferencia entre comunicaciones D2D y comunicaciones LTE usuales. Sin embargo, la presencia de dos eNodoB requiere que las asignaciones de recursos por los eNodoB dentro de las áreas de cobertura 504 y 505 sean coordinadas alrededor de las asignaciones de recursos D2D.

5 Las figuras 5a a 5d ilustran únicamente cuatro de un gran número de escenarios de uso de D2D posibles, donde se pueden formar escenarios adicionales a partir de combinaciones de los ilustrados en las figuras 5a a 5d. Por ejemplo, dos UE que se comunican como se muestra en la figura 5a pueden entrar en el escenario de uso de la figura 5d de manera que existen dos grupos de UE que realizan comunicaciones D2D en las áreas de cobertura de dos eNodoB.

10 Una vez que se establece un enlace de comunicaciones D2D, se requiere que los recursos de la interfaz de acceso inalámbrico se asignen al enlace D2D. Como se ha descrito anteriormente, es probable que la comunicación D2D tenga lugar en el espectro asignado a redes LTE, por consiguiente, se ha propuesto previamente que, cuando está dentro de un área de cobertura de una red LTE, la transmisión D2D se realice en el espectro de enlace ascendente y que se use una SC-FDM. Además, como uno de los factores de motivación que hay detrás de una comunicación D2D es el aumento de capacidad que puede resultar, no es apropiado utilizar el espectro de enlace descendente para comunicaciones D2D.

15 La solicitud de patente europea EP14153512.0, en tramitación con la presente, describe una disposición en la que dispositivos de comunicaciones están configurados para realizar comunicaciones D2D, cuyo contenido se incorpora en la presente memoria por referencia. Los dispositivos de comunicaciones están dispuestos para reservar recursos de comunicaciones compartidos, tales como los del PUSCH de un enlace ascendente LTE, transmitiendo mensajes de asignación de programación en una sección predeterminada de recursos, denominada zona de asignación de programación, asignada para realizar un acceso contencioso. Como se describe en EP14153530.2, cuyo contenido se incorpora en la presente memoria por referencia, los dispositivos de comunicaciones adoptan un procedimiento de resolución de contienda de manera que si uno o más dispositivos de comunicaciones transmiten mensajes de asignación de programación al mismo tiempo en la misma sección de la zona de asignación de programación, entonces, los dispositivos de comunicaciones pueden detectar el acceso contencioso y volver a intentarlo en un momento diferente. El funcionamiento de los dispositivos de comunicaciones se puede realizar según el procedimiento de acceso a las comunicaciones D2D que se resume en el Anexo 1 para su completitud.

Modos de funcionamiento para comunicaciones de dispositivo a dispositivo

20 Las realizaciones de la presente técnica pueden proporcionar una disposición, en la que dispositivos de comunicaciones pueden conmutar entre modos diferentes de funcionamiento para realizar una comunicación D2D. Como se ha explicado anteriormente con referencia a los escenarios diferentes representados en las figuras 5a-5d, los dispositivos de comunicaciones o los UE pueden realizar comunicaciones D2D en entornos diferentes, dependiendo de si los UE están dentro o no de un área de cobertura proporcionada por los eNodoB de una red de comunicaciones móviles. Según la presente invención, los escenarios mencionados anteriormente se resumen como que están dentro de cobertura, lo que se denomina en la siguiente descripción modo 1, o fuera de cobertura de un eNodoB, lo que se denomina modo 2. Estos dos modos de funcionamiento se presentan en las figuras 6 y 8, con una explicación de apoyo de una aplicación de comunicaciones D2D, que es una operación del tipo de apretar para hablar entre un grupo de UE D2D.

30 La figura 6 proporciona una ilustración, a título de ejemplo, de dispositivos de comunicaciones 600 que están funcionando dentro de un área de cobertura representada por una línea límite de trazos 601 proporcionada por una estación base o un eNodoB 602. Cuando se realizan comunicaciones D2D dentro de un área de cobertura proporcionada por una red de comunicaciones móviles, entonces, los recursos de comunicaciones de una interfaz de acceso inalámbrico se proporcionan bajo control de la red de comunicaciones móviles.

35 Como se muestra en la figura 6, cada uno de los dispositivos de comunicaciones o los UE 600 incluye un transmisor 606 y un receptor 608 que realizan la transmisión y la recepción de señales bajo control del controlador 610. El controlador 610 controla el transmisor 606 y el receptor 608 para transmitir y recibir datos entre miembros del grupo a fin de realizar comunicaciones D2D. Sin embargo, como se apreciará en este modo de funcionamiento, que se denomina funcionamiento en modo 1, el eNodoB 602 determina y controla el acceso a la interfaz de acceso inalámbrico.

40 Según este ejemplo del funcionamiento en modo 1, se muestra en la figura 7 un procedimiento para realizar comunicaciones D2D según una aplicación del tipo de apretar para hablar para comunicaciones D2D, que está basado en una divulgación proporcionada en la referencia [5]. La figura 7 proporciona un diagrama de flujo de la secuencia de mensajes que ilustra un proceso en el que un UE realiza comunicaciones D2D dentro del área de cobertura 601 de un eNodoB 602 y solicita y recibe, por lo tanto, asignaciones de recursos de comunicaciones desde el eNodoB 602. Como se muestra en la figura 7 como una primera parte del proceso, los UE 600 están dispuestos para ser preconfigurados a fin de ser asignados y acceder a recursos de comunicaciones al estar provistos de autenticación y claves de encriptación en una etapa 701. En la etapa 702, un primer dispositivo de comunicaciones 701 desea transmitir a otros UE en el grupo, tal como a un UE 706, y realiza por ello una actividad de apretar para hablar, como se representa por una etapa de proceso 708. Según una de las disposiciones

representadas anteriormente, el UE 704 solicita a continuación recursos de comunicaciones de una interfaz de acceso inalámbrico proporcionada por el eNodoB 602 y recibe una concesión de recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico desde el eNodoB, como se representa en una etapa de proceso 710. El primer UE 704 transmite a continuación un mensaje de asignación de programación al otro UE en el grupo 706 usando un mensaje 712 y transmite a continuación datos de usuario a los otros UE en el grupo en las etapas 714, 716. Se puede enviar 718 un mensaje adicional de asignación de programación para seguir transmitiendo datos de usuario a los otros UE 720. Así, los mensajes 712 a 720 representan la sesión de transmisión 722 para transmitir datos a los otros UE. Una solicitud adicional de recursos de comunicaciones se puede realizar en una etapa 730 a los otros UE para renovar o recibir una cantidad mayor de recursos de comunicaciones desde el eNodoB 602 como se realiza en una etapa de proceso 730. Una transmisión adicional del mensaje de asignación de programación 732 y de los datos de usuario se realiza en una sesión de transmisión 736 adicional. Finalmente, el UE 704 libera la solicitud de apretar para hablar en una etapa 740 para liberar el recurso de comunicaciones, que el eNodoB 602 ha asignado para la transmisión de comunicaciones D2D.

Un modo adicional de funcionamiento, a título de ejemplo, como se ha explicado anteriormente, se denomina modo 2, en el que se realizan comunicaciones D2D en un modo fuera de cobertura, en el que los dispositivos de comunicaciones o los UE están en el exterior de un área de cobertura 601 de la estación base 602, como se representa en la figura 8, que corresponde sustancialmente al ejemplo que se muestra en la figura 6, que corresponde a un funcionamiento dentro de cobertura del modo 1. Así, como se muestra en la figura 8, los UE 600 están en el exterior del límite 601 y están, por lo tanto, en el exterior de un área de cobertura proporcionada por el eNodoB 602. Si el UE 610 está o no dentro de un área de cobertura del eNodoB 602, se puede determinar de acuerdo con condiciones predeterminadas tales como una indicación de intensidad de la señal recibida de enlace descendente que, por ejemplo, puede estar por debajo de un umbral predeterminado. Así, el transmisor, el receptor y el controlador 606, 608, 609 pueden determinar, de acuerdo con la intensidad de la señal recibida, que las transmisiones de enlace descendente desde el eNodoB están por debajo de un umbral predeterminado y concluir, por lo tanto, que el UE está funcionando en el exterior de un área de cobertura proporcionada por el eNodoB 602. Por consiguiente, para el ejemplo de apretar para hablar que se muestra en la figura 7, un diagrama de flujo de mensajes, correspondiente a un funcionamiento de apretar para hablar en el funcionamiento en modo 2, se muestra en la figura 9. La figura 9 se explica como sigue.

Como se muestra en la figura 9, durante una primera etapa de proceso, correspondiente a la etapa 701 en la figura 7, los UE realizan una preconfiguración en la que una red de comunicaciones intercambia o proporciona claves de autenticación y encriptación a fin de que los UE puedan comunicarse a través de la interfaz de acceso inalámbrico. Así, en la primera etapa, se realiza 901 una configuración de recursos. Un primer UE 902 realiza a continuación una actividad de apretar para hablar, como se representa por una etapa activada de apretar para hablar 904. En una etapa de proceso mostrada, en general, como un procedimiento de comunicaciones D2D, el primer UE 902 realiza un procedimiento para reservar recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico a fin de formar una comunicación D2D para el segundo UE 908. El segundo UE 908 puede ser un dispositivo, aunque existen otros dispositivos del grupo disponibles que pueden recibir la comunicación desde el primer dispositivo 902. Al haber reservado los recursos de comunicaciones en la interfaz de acceso inalámbrico, el primer UE 902 transmite a continuación datos de usuario a los otros dispositivos en el grupo 908, como se representa por las flechas de transmisión de mensajes 912, 914, 916. Por consiguiente, los mensajes de transmisión 912, 914, 916 se representan, en general, como una sesión de transmisión 918.

En un funcionamiento adicional, el primer UE 902 puede realizar un procedimiento adicional de comunicaciones D2D para reservar recursos de comunicaciones de una interfaz de acceso inalámbrico 920 que se puede requerir para renovar la reserva o para reservar recursos adicionales, como se requiera. Según lo anterior, se presentan unas transmisiones 922, 924 adicionales en una sesión de comunicaciones 926 adicional. Finalmente, después se libera la función de apretar para hablar en una etapa 930 de manera que el UE 902 libera los recursos reservados.

Según los acuerdos anteriores, el UE debería usar el modo 1 cuando está en cobertura de la red. Para el funcionamiento en modo 1, el UE tiene que estar conectado RRC antes de que pueda funcionar el modo 1. Como se apreciará, existen algunas ventajas para disponer que, en el momento en que el UE está en cobertura (según la definición actual: siendo adecuada la celda), entonces, el UE debería establecer una conexión RRC con la red y, entonces, la red programa recursos específicos para el UE.

Según algunos ejemplos, la red de comunicaciones móviles puede controlar si se puede permitir el modo 1 o el modo 2. Por ejemplo permitiendo el modo 1 o 2 a través de la información del sistema, por ejemplo una indicación de 1 bit para

- Modo 2 permitido en cobertura y/o fuera de cobertura
- Modo 1 requerido (modo 2 no permitido) o modo 2 permitido en cobertura.

Se puede percibir un problema si se requiere un UE para funcionar en modo 1, puesto que se tendría que establecer el UE y una conexión RRC a partir del modo de reposo. Como tal, un UE, que está en una celda adecuada, en modo de reposo, retardará cualquier comunicación de seguridad pública o cualquier otra comunicación D2D una cantidad

de tiempo que necesita para establecer una conexión RRC y solicitar recursos D2D y un eNodoB para asignar los recursos. Bajo condiciones de funcionamiento normales, un retardo de las comunicaciones, causado porque el UE tiene que moverse desde el estado de reposo hasta el conectado RRC, sería de unos pocos cientos de milisegundos, lo que no representa un retardo significativo para establecer comunicaciones. Sin embargo, en algunas situaciones, particularmente en una red congestionada, este retardo puede ser inaceptable o puede incluso impedir que un dispositivo de seguridad pública sea capaz de funcionar.

Un ejemplo se tiene en caso de un desastre, tal como un terremoto, un bombardeo, o cualquier situación que requiera para funcionar dispositivos de comunicaciones D2D accionados por servicios de emergencia, proporcionando ejemplos en los que una red de comunicaciones móviles puede llegar a congestionarse, puesto que mucha gente puede intentar llamar o mandar textos a amigos y familiares. Esto puede producir una congestión en el PRACH y, como consecuencia, la red puede que no sea capaz de dar servicio a todos los UE. Este fallo del PRACH podría ser causado también por una interferencia temporal, o incluso por un fallo en la red principal o en un eNodoB.

Para un ejemplo en el que una red de comunicaciones móviles llega a congestionarse, la red podría estar dispuesta para ajustar la restricción por clase de acceso a fin de impedir que los usuarios normales accedan a una celda. Suponiendo que un dispositivo de seguridad pública tendrá una clase especial de acceso (clases de acceso 11-15 reservadas para dispositivos especiales), entonces, estos dispositivos pueden ser capaces de acceder a la celda. Sin embargo, la actualización de los parámetros de restricción por clase de acceso puede necesitar algo de tiempo. Además, existen algunos escenarios de fallo en la red, que podrían impedir la comunicación de la información del sistema. Además, incluso si el UE es capaz de establecer una conexión, entonces, la asignación de recursos puede ser poco fiable en circunstancias volátiles.

Puede ser posible también en una emergencia que una red reserve recursos para dispositivos D2D de seguridad pública, e inutilice la comunicación en modo 1, lo que permitiría que un UE en cobertura usase siempre el modo 2. Sin embargo, esto depende también de que una alerta se envíe al operador y que la red actualice la información del sistema a tiempo. Depende también de que la red del operador específico ya se haya actualizado y ensayado para trabajar con dispositivos de seguridad pública. Sin embargo, esto puede ser costoso y consumir tiempo, y puede ser necesario permitir una comunicación D2D para un caso de seguridad pública independientemente de si el mismo está admitido por un operador de una red de comunicaciones móviles.

Por consiguiente, existen algunos escenarios en los que sería deseable que los UE fueran capaces de comunicarse mientras están en la cobertura de una red comercial, que no está disponible. Como tal, debe ser posible que el UE use un funcionamiento en modo 2 como una primera prioridad o, al menos, sea capaz de retroceder a este modo si se detecta un fallo en la red.

Conmutación de modos para comunicaciones D2D

Según la presente técnica, a fin de reducir la probabilidad de fallo de una comunicación para comunicaciones urgentes o importantes, un dispositivo de comunicaciones o un UE está configurado para conmutar a un modo de funcionamiento en el que la transmisión o la recepción de datos a otros UE se realiza de acuerdo con un procedimiento de comunicaciones de dispositivo a dispositivo, incluso aunque los UE puedan estar dentro de un área de cobertura proporcionada por una red de comunicaciones móviles. Como se explicará usualmente cuando un UE esté dentro de un área de cobertura de radio proporcionada por estaciones base o un eNodoB de una red de comunicaciones móviles, entonces, la comunicación D2D se realiza controlando el acceso a asignar recursos de comunicaciones de una interfaz de acceso inalámbrico por la estación base o el eNodoB. Sin embargo, en algunos ejemplos, un UE puede estar funcionando en una situación en la que se requiere una comunicación urgente, tal como para servicios de emergencia o similares. Se prevé que, en algunas situaciones, la red puede estar congestionada o no puede dar servicio al UE para proporcionar las comunicaciones D2D. En esta situación, incluso aunque el UE está dentro de un área de cobertura proporcionada por la red de comunicaciones móviles y estaría asignado por lo común con recursos de comunicaciones por la red de comunicaciones móviles, un UE, que funciona de acuerdo con la presente técnica, conmuta a un modo de funcionamiento en el que se realizan comunicaciones D2D según un procedimiento que no requiere asignación de recursos por la red de comunicaciones móviles, en cuyo caso los UE están funcionando de manera autónoma. Tales comunicaciones D2D se pueden realizar incluso cuando una red de comunicaciones móviles no está funcionando o está congestionada por alguna razón.

Algunas realizaciones, a modo de ejemplo, de la presente técnica se presentan en las figuras 10, 11 o 12. Según el primer diagrama de flujo, se muestra en la figura 10 el funcionamiento de un dispositivo de comunicaciones o un UE cuando conmuta entre un primer modo de funcionamiento en cobertura o el segundo modo de funcionamiento fuera de cobertura. La figura 10 representa, por lo tanto, el funcionamiento de un dispositivo de comunicaciones que está configurado por un operador de red, por ejemplo, para realizar de modo preferente comunicaciones D2D como están dirigidas por un operador de red. La figura 10 se resume como sigue:

E1001: en la figura 10, como una primera etapa, y las etapas 708 y 904 correspondientes en las figuras 7 y 9, un UE realiza una comunicación D2D, tal como una comunicación de apretar para hablar 1001.

E1002: un UE determina primero si está o no dentro de un área de cobertura de una red de comunicaciones móviles. Esto se puede conseguir, por ejemplo, determinando una intensidad de la señal recibida o realizando otras funciones, tales como una detección de la presencia de una señal de difusión. Si el UE está dentro de un área de cobertura, entonces, el procesamiento avanza hasta la etapa E1004.

5 E1004: El UE, cuando está en un modo de reposo dentro del área de cobertura de la red de comunicaciones móviles, se mueve desde el modo de reposo hasta un modo de procedimiento de conexión de Recursos radioeléctricos conectados (RRC) a fin de establecer una conexión RRC.

10 E1006: el UE determina a continuación si se ha establecido o no una conexión RRC. Si no se ha establecido una conexión RRC, entonces, el procesamiento vuelve a avanzar hasta la etapa E1004 y el UE realiza un proceso usual para restablecer la conexión RRC. Si se ha establecido la conexión RC, entonces, el procesamiento avanza hasta la etapa E1008.

15 E1008: al haber establecido una conexión RRC, el UE está, entonces, en el estado conectado RRC. En este estado y correspondiente al funcionamiento en modo 1, el UE solicita recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico desde el eNodoB a fin de realizar una transmisión de datos que sigue a un funcionamiento de apretar para hablar.

E1010: el UE determina a continuación si se ha recibido o no una asignación de recursos de comunicaciones para realizar el funcionamiento de apretar para hablar. Si el UE no ha recibido una asignación de recursos, entonces, el procesamiento vuelve a avanzar hasta la etapa E1008 para repetir un proceso de solicitud de recursos desde la red de comunicaciones móviles. Si se han asignado recursos, entonces, el procesamiento avanza hasta la etapa E1012.

20 E1012: el UE procede a continuación a transmitir y recibir señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico usando recursos de comunicaciones asignados desde el eNodoB. El procesamiento termina o retrocede a continuación hasta la etapa de comienzo E1012 o la etapa E1001.

25 E1016: si en la etapa E1002 el UE determina que no está dentro del área de cobertura de una red de comunicaciones móviles, entonces, en la etapa E1016 el UE funciona en un modo 2 en el que intenta acceder de manera automática a los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico usando un protocolo de comunicaciones D2D. Un ejemplo de tal protocolo se proporciona en el Anexo 1 y se describe también en nuestra solicitud de patente número EP14153530.2, en tramitación con la presente, cuyo contenido se incorpora en la presente memoria por referencia.

30 E1018: al haber conseguido acceder a los recursos de comunicaciones o a la interfaz de acceso inalámbrico, el UE realiza una transmisión D2D a otros UE dentro del grupo de acuerdo con el protocolo de comunicaciones D2D, pero sin hacer referencia a la red de comunicaciones móviles.

35 Como se ha explicado anteriormente, la presente técnica proporciona una disposición en la que un UE conmuta a un funcionamiento en modo 2 incluso aunque esté dentro de un área de cobertura de un eNodoB y funcionaría, por lo demás, en modo 1. En algún ejemplo, el UE está configurado para conmutar a un funcionamiento en modo 2, es decir, funcionar autónoma e independientemente del control de la red de comunicaciones móviles, cuando está configurado como una clase de UE para la que las comunicaciones D2D son más importantes, tal como, por ejemplo, cuando este UE está realizando comunicaciones de emergencia, por ejemplo. Como tal, incluso aunque se proporciona cobertura a través de una red de comunicaciones móviles, el UE actúa de manera automática para formar comunicaciones D2D en el funcionamiento en modo 2, es decir, como si estuviera en el exterior del área de
40 cobertura de una red de comunicaciones móviles.

En la figura 11 se proporciona un funcionamiento, a título de ejemplo, que se resume como sigue:

E1101: en correspondencia con el proceso E1001, un UE que funciona, por ejemplo, en una aplicación de apretar para hablar con otros UE en un grupo requiere recursos de comunicaciones a fin de transmitir una transmisión de apretar para hablar.

45 E1102: generalmente, de acuerdo con algunos ejemplos, se puede asignar al UE una portadora independiente para realizar comunicaciones D2D, en cuyo caso el UE conmuta a esta portadora independiente. En otros ejemplos, el UE puede entrar en un funcionamiento en modo 2, es decir, realizar un procedimiento de comunicaciones D2D, tal como un acceso de contienda, sin control del eNodoB. Sin embargo, generalmente, el UE estará dispuesto para funcionar en un modo 1 cuando está dentro de un área de cobertura proporcionada por una red de comunicaciones
50 móviles.

E1104: el UE determina si está o no dentro de un área de cobertura de una red de comunicaciones móviles. Esta etapa E1104 se puede realizar en paralelo o en lugar de la etapa E1102. El funcionamiento del UE es el mismo que en la etapa E1002 mostrada en la figura 10.

55 E1106: si el UE está dentro del área de cobertura proporcionada por una red de comunicaciones móviles, el UE se mueve desde el modo de reposo hasta un modo conectado RRC realizando un procedimiento de conexión RRC.

E1108: el UE determina a continuación si se ha establecido o no una conexión RRC de acuerdo con un funcionamiento usual. Si se ha establecido una conexión RRC, entonces, el UE se mueve hasta un estado conectado RRC.

5 E1110: si el UE se las ha arreglado para establecer una conexión RRC, entonces, el UE solicita recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico desde la red de comunicaciones móviles de acuerdo con un funcionamiento en modo 1 como se muestra en la figura 10.

10 E1112: el UE determina a continuación si se han asignado o no recursos desde el eNodoB de acuerdo con un protocolo que asigna recursos tras la solicitud desde el eNodoB. Sin embargo, si no se han asignado recursos, entonces, el procesamiento avanza hasta la etapa E1120 para realizar comunicaciones D2D de acuerdo con un procedimiento de comunicaciones D2D, es decir, sin solicitar recursos desde el eNodoB. En un ejemplo, se determina una decisión de si no se han asignado recursos de comunicación y, por ello, el UE debería adoptar un funcionamiento en modo 2 con respecto a un tiempo predeterminado para asignar recursos. Así, si el UE no ha recibido una asignación de recursos de comunicaciones durante un tiempo predeterminado para solicitar los recursos, es decir, un tiempo para transmitir un mensaje de acceso aleatorio solicitando recursos, entonces, el UE concluye que debería conmutar a un funcionamiento en modo 2.

E1114: si el eNodoB asigna recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico al UE, entonces, el UE transmite y recibe señales por la interfaz de acceso inalámbrico para realizar las comunicaciones D2D. El procesamiento vuelve a avanzar a continuación hasta la etapa E1101 o finaliza en la etapa E1119.

20 E1120: si el UE no tiene éxito al establecer una conexión RRC desde el eNodoB o si al UE no se asignan recursos de la interfaz de acceso inalámbrico desde el eNodoB después de establecer una conexión RRC, entonces, el procesamiento desde las etapas E1108 o E1112 avanza hasta la etapa E1120 en la que el UE conmuta a un modo 2 de funcionamiento. El movimiento desde los puntos de decisión E1108 y E1112 del establecimiento de conexión RRC o de la asignación de recursos de comunicaciones se determina en respuesta a una decisión de si la comunicación puede proceder o no a un funcionamiento del tipo de apretar para hablar. Como se ha mencionado anteriormente, esto se puede determinar, por ejemplo, después de la expiración de un temporizador o en cualquier punto en el que el eNodoB señala que ha fallado la solicitud de una conexión RRC o de unos recursos de comunicaciones. Se explicarán brevemente más ejemplos del fallo para conectarse en un funcionamiento en modo 1.

30 E1120: incluso aunque el UE puede estar dentro de un área de cobertura proporcionada por el eNodoB, el UE o si no dentro de un área de cobertura, el UE realiza un protocolo o procedimiento de comunicaciones D2D a fin de acceder a recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico.

35 E1122: el UE transmite a continuación datos de acuerdo con una comunicación D2D, por ejemplo, usando la aplicación de apretar para hablar que utiliza los recursos de la interfaz de acceso inalámbrico que se ha adquirido en la etapa E1120. Las etapas E1120 y E1122 corresponden a las etapas E1016 y E1018, como se muestra en la figura 10, y corresponden por lo tanto en gran medida a un funcionamiento usual. Sin embargo, como se apreciará, el proceso que se muestra en la figura 11 es diferente del proceso mostrado en la figura 10 al permitir que el UE conmute a un funcionamiento en modo 2, incluso aunque esté dentro de un área de cobertura proporcionada por una red de comunicaciones móviles en cualquier punto durante un proceso en el que el UE está intentando recibir una asignación de recursos de comunicaciones en la interfaz de acceso inalámbrico de acuerdo con un funcionamiento en modo 1.

Un diagrama de flujo, a título de ejemplo, del punto de decisión en el que el UE está o no conectado RRC, es decir, las etapas E1106 y E1108 mostradas en la figura 11, se muestra en la figura 12. El funcionamiento del UE para saltar eficazmente de un procedimiento usual a fin de acceder a recursos de comunicaciones en modo 1 se resume como sigue:

45 E1201: en una etapa E1201, un UE realiza un procedimiento de conexión RRC para solicitar una conexión RRC desde el eNodoB de acuerdo con un procedimiento usual.

E1202: el UE pone en marcha a continuación un temporizador para determinar si ha sido exitosa o no la solicitud de la conexión RRC. En paralelo a esto, se accede al temporizador con respecto a los puntos de decisión E1204 y a la etapa E1206.

50 E1204: en un primer funcionamiento usual, el UE compara el temporizador para establecer una conexión RRC con respecto a un valor temporal predeterminado denominado T300, que se especifica para un funcionamiento usual para moverse hasta un estado conectado RRC. Si el tiempo es menor que el tiempo T300, entonces, el procesamiento retrocede al comienzo del punto de decisión E1204. Si el tiempo ha expirado, entonces, el procesamiento avanza hasta la etapa E1208.

55 E1206: si el temporizador ha excedido un tiempo de acceso de emergencia en el punto de decisión E1206, entonces, en paralelo, si, por ejemplo, el UE está realizando una aplicación de emergencia, entonces, el procesamiento avanza hasta la etapa E1210 y el UE concluye que ha fallado la conexión RRC. El tiempo

predeterminado para el acceso de emergencia se puede ajustar para ser menor que un tiempo asociado con un fallo del procedimiento de establecimiento de los recursos radioeléctricos durante el que se puede recibir más de una respuesta a un mensaje que se transmite como parte del procedimiento de establecimiento del control de recursos radioeléctricos. El procesamiento avanza a continuación hasta la etapa E1212.

- 5 E1208: Si ha expirado el temporizador T300, es decir, se ha excedido el ajuste del temporizador para establecer una conexión RRC, entonces, el UE concluye que ha fallado la conexión RRC. El procesamiento avanza a continuación hasta la etapa E1212.

10 Etapa E1212: el UE avanza hasta realizar un acceso a la interfaz de acceso inalámbrico de acuerdo con un funcionamiento en modo 2 usando un protocolo de comunicaciones D2D y transmite a continuación señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico usando los recursos de acceso en una etapa E1214, que corresponde a la etapa E1122 mostrada en la figura 11.

Detalles adicionales de funcionamiento

15 Como se apreciará a partir del funcionamiento explicado anteriormente, un UE que funciona para proporcionar una comunicación D2D puede estar dispuesto para conmutar a un funcionamiento en modo 2 cuando falla un intento de realizar una comunicación en modo 1. Se muestra en la figura 13 un diagrama de flujo de mensajes que representa el funcionamiento de un UE que realiza una conmutación de modos para conseguir comunicaciones D2D.

20 Como se muestra en la figura 13, un UE 1300 está dispuesto para realizar comunicaciones D2D dentro de un área de cobertura de un eNodoB 1302 a uno o más UE 1304 distintos en un grupo de UE. Como se representa por un mensaje 1306, el eNodoB puede transmitir información del sistema que indica al UE si se permite para la celda un funcionamiento en modo 1 o modo 2 para comunicaciones D2D. En una etapa de proceso E1308, el UE 1300 requiere realizar una transmisión D2D y, por ello, según los criterios de selección del modo, se requiere que el UE intente un funcionamiento en modo 1. En una transmisión de mensajes 1310, el UE 1300 realiza una solicitud de conexión RRC para establecer una conexión RRC para el funcionamiento en modo 1. En una etapa de proceso 1312, el UE detecta el fallo del establecimiento de conexión RRC y, por ello, el UE conmuta a modo 2, según la presente técnica. Esto puede incluir también activar un cambio de capa de frecuencia o utilizar un fondo preconfigurado de recursos radioeléctricos para comunicaciones D2D. Como se representa por una flecha de mensaje 1314, el UE avanza a continuación a realizar una comunicación D2D usando un funcionamiento en modo 2.

Un funcionamiento, a modo de ejemplo, de un UE D2D, según la presente técnica, y que refleja las operaciones se muestra en la figura 13, funcionando el UE como sigue:

30 1) Un UE puede estar configurado como una clase de UE para realizar funcionamientos de seguridad pública. En algunos ejemplos, un UE puede intentar primero priorizar un funcionamiento en modo 2, (UE programado), y usar el modo 1 (eNB programado) si no está disponible el modo 2. Un UE comercial podría estar dispuesto para usar el modo 1, o al menos como una prioridad.

35 a. En caso de que exista cualquier portadora dedicada para una comunicación D2D, un UE debería conmutar inmediatamente la frecuencia a la portadora dedicada;

b. En caso de que exista cualquier recurso reservado para un funcionamiento en modo 2 en cobertura, entonces, un UE puede estar configurado para usar el mismo. Un UE de seguridad pública en modo de reposo puede usar también los recursos señalados para "borde de cobertura", que son recursos dispuestos en un borde de un área de cobertura.

40 c. Las reglas de priorización pueden ser configurables por la red de comunicaciones móviles, como se representa en la figura 13.

45 2) En caso de que no sea posible el modo 2, según las reglas de priorización, entonces, un UE puede intentar un funcionamiento en modo 1 según la configuración de la red. Sin embargo, al detectar una "condición de fallo", un UE puede proceder con un funcionamiento en modo 2, independientemente de las instrucciones de configuración de la red. Las condiciones de fallo podrían ser

a. Un fallo del establecimiento de conexión RRC, en cualquier punto del procedimiento, por ejemplo, ningún RAR recibido, ningún RAR recibido durante un tiempo predeterminado, una expiración del temporizador T300, un rechazo de la conexión RRC;

50 b. Fallo en la programación de descodificar/recibir desde la red de comunicaciones móviles cuando está en modo conectado o detección de fallo de los radioenlaces;

c. Detección de sobrecarga de indicación de los parámetros de restricción;

d. Detección de que ni el modo 1 ni el modo 2 está permitido en la información del sistema de red;

3) Retroceso al modo 2

a. Sobre una portadora dedicada o un espacio de recursos sobre la misma portadora que un eNodoB, por ejemplo, sobre una portadora dedicada, puede que no esté el modo priorizado, pero puede estar disponible solamente en caso de fallo.

Lo siguiente proporciona realizaciones adicionales, a modo de ejemplo, de la presente técnica:

5 1) Priorización

a. En caso de que exista una portadora dedicada para una comunicación de seguridad pública o para una D2D, en general, es muy probable que el UE requiera usar la misma como una primera prioridad. No solamente permite una comunicación D2D más fiable (eliminar la posibilidad de fallos de la red) sino también evita consumir recursos en la red comercial. En caso de que exista una capa de frecuencia dedicada conocida para el UE, el UE debería conmutar inmediatamente a esta capa para realizar una D2D -esta frecuencia dedicada puede estar preconfigurada en el dispositivo o se podría obtener potencialmente de la información del sistema del eNodoB.

10 Esto puede requerir alguna coordinación entre las capas de frecuencia. Por ejemplo, supervisión de búsqueda desde el eNodoB en la frecuencia de enlace descendente, mientras que se usa otra frecuencia de enlace ascendente para la transmisión D2D y/o la supervisión. Esto puede requerir que algún DRX/DTX permita una conmutación de frecuencias, o se puede permitir en caso de una comunicación de alta prioridad para dejar de supervisar el enlace descendente del eNodoB.

b. En caso de que no esté disponible ninguna frecuencia dedicada, el eNodoB puede señalar algunos recursos (o podrían estar preconfigurados en el dispositivo) que se han de usar para un funcionamiento en modo 2 fuera de cobertura o en el borde de cobertura. Incluso aunque el modo 1 se puede preferir para uso-casos D2D comerciales, se puede permitir que los dispositivos de seguridad pública puedan usar los mismos, incluso en buenas condiciones de cobertura (o se puede permitir, al menos, que permanezcan en modo de reposo). Un eNodoB puede que tenga que ser capaz de proporcionar recursos para el funcionamiento en el borde de cobertura y los mismos se tienen que reservar para evitar interferencia con los UE de LTE regulares.

c. Existen diferentes posibilidades para configurar esto desde la red. La más probable sería alguna configuración de difusión que indique si se tiene que usar el modo 1, si se permite el modo 2 en cobertura/borde de cobertura. Es decir, proporcionando también un fondo de recursos para una transmisión en modo 2, un fondo de recursos para una recepción en modos 1 y 2, y una potencial información de frecuencia dedicada.

Es posible también que se pudiera configurar un UE mientras está conectado en RRC, con un fondo de recursos de transmisión específicos del UE, usando señalización dedicada o preconfigurada con una regla de priorización (p. ej., se puede permitir que el dispositivo de alta prioridad realice el modo 2 siempre que esté en modo de reposo, y se usa el modo 1 mientras se conecta).

2) Detección de fallo en modo 1

a. En caso de que la priorización de UE haga que un UE esté conectado RRC para realizar un funcionamiento en modo 1, entonces, un UE en modo de reposo tiene que activar un establecimiento de conexión RRC. Este procedimiento, a su vez, puede fallar por varias razones, tales como el fallo al recibir una respuesta de acceso aleatorio, una expiración del temporizador T300, un rechazo de la conexión RRC, un fallo de resolución de contienda. Los criterios adicionales serían usar una condición de fallo del establecimiento de conexión RRC para conmutar de la activación del funcionamiento en modo 1 al uso del modo 2. Puede existir también un temporizador (más corto) utilizado para el establecimiento de conexión RRC de seguridad pública (similar al T300) como se ha explicado anteriormente con referencia a la figura 12, que suspende el establecimiento de conexión si no es exitoso en un tiempo más corto que lo normalmente permitido.

b. En caso de que sea exitoso el establecimiento de conexión RRC, o el UE ya esté conectado RRC, el UE tendrá que enviar solicitudes de programación D2D al eNodoB. En caso de que la red de comunicaciones móviles no programe los recursos o por cualquier razón por la que el UE no es capaz de recibir estas órdenes de programación desde el eNodoB (p. ej., durante un temporizador o después de varios intentos), entonces, el UE puede conmutar automáticamente al funcionamiento en modo 2, moviéndose potencialmente al modo de reposo como parte de la conmutación de modos. Otra razón sería la detección de un Fallo de radioenlaces (RLF) que causaría, en cualquier caso, un fallo de comunicación, pudiendo también un fallo de traspaso causar una interrupción en la comunicación con el eNodoB. A fin de evitar el retardo de esperar un restablecimiento de la conexión RRC, el UE puede conmutar al modo 2 para la finalización de una comunicación crítica.

c. Otra activación potencial se puede presentar antes de que se active un establecimiento de conexión RRC. Incluso si las reglas de priorización detectan que se debería activar el modo 1, el UE podría usar la información de restricción por clase de acceso en la información del sistema para determinar si la red ya está congestionada y usar por ello un funcionamiento en modo 2.

d. Si no se ha permitido la comunicación D2D en una red particular, por ejemplo, un operador prefiere no permitir que los dispositivos comerciales realicen comunicaciones D2D, y solamente existe una configuración, que es común

para los dispositivos comerciales y de seguridad pública, por ejemplo, puesto que la red aún no ha sido actualizada para admitir este funcionamiento, entonces, los casos de seguridad pública de alta prioridad pueden requerir un UE para que anule este modo de funcionamiento y use, en cualquier caso, el modo 2. Potencialmente, esto puede causar interferencia con la red.

5 3) Retroceso al modo 2

a. Esto puede ser tan sencillo como suspender cualquier conexión RRC o cualquier intento de establecimiento de conexión RRC, y proceder a usar un fondo de recursos preconfigurado o semiestáticamente configurado, en la misma frecuencia u otra frecuencia, que son para la comunicación en modo 2. Esto podría tener en cuenta una configuración de la red para el modo 2, por ejemplo, un UE podría comenzar a usar recursos configurados para un funcionamiento en el borde de cobertura, o puede existir un fondo "por defecto" de recursos que se usan en caso de un fallo de la red.

Diversos aspectos y características adicionales de la presente invención están definidos en las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones de la presente técnica encuentran aplicación con cualquier dispositivo de comunicaciones, que puede realizar comunicaciones D2D para cualquier escenario. Como tal, se proporcionan los siguientes ejemplos:

- Un dispositivo de comunicaciones se puede usar para proporcionar comunicaciones de seguridad pública en caso de fallo de la red;
- Se proporciona una disposición que da prioridad a los dispositivos de seguridad pública en caso de crisis para que anulen una configuración deficiente de la red;
- Unos dispositivos usuales pueden estar dispuestos para seguir la configuración de la red incluso en caso de fallo.

Anexo 1: ejemplo de comunicaciones D2D autónomas

Una disposición en la que se pueden realizar comunicaciones D2D entre uno o más UE, que pueden formar un grupo de UE, sin requerir que una entidad central controle la transmisión de señales desde los UE hasta los otros UE del grupo se describe brevemente con referencia a la figura 14. Según esta disposición, se proporciona una interfaz de acceso inalámbrico que incluye una zona o canal de asignación de programación en el que se pueden transmitir mensajes de asignación de programación en una pluralidad de secciones de recursos de comunicaciones. Cada uno de la pluralidad de recursos de comunicaciones tiene una sección correspondiente de recursos de un canal de comunicaciones compartido. La transmisión de un mensaje de asignación de programación en una de las secciones de la zona de asignación de programación puede proporcionar una indicación para todos los demás dispositivos en un grupo de que un UE desea transmitir señales que representan datos en una sección correspondiente de los recursos de comunicaciones compartidos.

En la figura 14, la interfaz de acceso inalámbrico está formada a partir de una pluralidad de subportadoras OFDM 1401 y una pluralidad de símbolos OFDM 1402 que se pueden dividir en secciones de recursos de comunicaciones. Como se muestra en la figura 14, la interfaz de acceso inalámbrico está dividida en unidades divididas en el tiempo de unas subtramas 1404, 1406, 1408, 1410 de recursos de comunicaciones. Como se muestra en la figura 14, una subtrama sí y otra no incluye una zona de asignación de programación 1412, 1414. La zona de asignación de programación incluye una pluralidad de secciones de recursos de comunicaciones que están numeradas en la figura 14 del 1 al 84. Una parte restante de la subtrama 1404, 1408 en la que está incluida una zona de asignación de programación 1412, 1414 está dividida en una pluralidad de secciones de recursos de comunicaciones compartidos. Otras subtramas en las que no existe ninguna zona de asignación de programación 1412, 1414 están divididas en secciones de recursos de comunicaciones compartidos para la transmisión de señales que representan datos por el UE a otros UE dentro del grupo. Sin embargo, en combinación, una pluralidad de secciones de recursos de comunicaciones de recursos compartidos están dispuestas dentro de dos subtramas 1404, 1406, 1408, 1410 y cada una de las secciones de recursos compartidos corresponde a una de las secciones de la zona de asignación de programación 1412, 1414. Por consiguiente, una transmisión por un UE en una de las secciones de la zona de asignación de programación de un mensaje de asignación de programación indica a los otros UE dentro del grupo que el UE que transmitió el mensaje de asignación de programación en esa sección de la zona de asignación de programación pretende transmitir datos en una sección correspondiente de los recursos de comunicaciones compartidos en la que se pueden transmitir datos. Así, como se representa por la flecha 1420, la transmisión de una asignación de programación en la sección 81 de la zona de asignación de programación 1412 proporciona una indicación a los otros UE en el grupo de que el UE de transmisión que transmitió el mensaje de asignación de programación pretende transmitir datos en la sección numerada con 81 del recurso de asignación de programación.

Por lo tanto, la figura 14 muestra una disposición potencial para una programación de recursos implícita. Para el ejemplo mostrado en la figura 14, el recurso o zona de asignación de programación 1412 se ha elegido para que sea un bloque de recursos de enlace ascendente de una interfaz usual de acceso inalámbrico LTE, transmitido cada segunda subtrama.

5 En algunos ejemplos, el mensaje de asignación de programación puede incluir uno o más identificadores que pueden incluir, pero no están limitados a un identificador del UE de transmisión, un identificador del dispositivo o dispositivos de destino, un identificador de canales lógicos, un identificador de canales de transporte y un identificador de aplicaciones, o un identificador del grupo de UE, dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, si el grupo de UE estuviera involucrado en una sesión de comunicaciones de pulsar para hablar, entonces, el mensaje de asignación de programación no tendría que identificar el dispositivo individual, sino solamente el grupo de UE. Otros dispositivos dentro del grupo, que detectan la transmisión del mensaje de asignación de programación en una sección de la zona de asignación de programación sabrán que no tienen que intentar transmitir en la sección correspondiente de los recursos de comunicaciones compartidos para transmitir datos y detectarán el identificador del grupo de UE. Los dispositivos del grupo sabrán, por lo tanto, escuchar y recibir los datos transmitidos por los UE (el UE) de transmisión, que transmitió el mensaje de asignación de programación, que incluía el identificador de grupos.

15 Como se muestra en la figura 14, el recurso numerado con 81 corresponde a una zona en el siguiente recurso de comunicaciones disponible para ese número que está en las terceras subtramas 708. Así, existe un retardo correspondiente entre la transmisión del mensaje de asignación de programación y la transmisión de los datos a fin de avisar a los otros UE en el grupo de que esa sección particular de los recursos de comunicaciones compartidos ha sido reservada para transmisión por uno de los UE.

A fin de resolver un acceso contencioso, se propone un proceso de resolución de contienda de dos fases.

20 En una Fase 1: una secuencia fija de escucha de reservas de recursos (y, potencialmente, de escucha también de transmisión de datos en curso o de otra información tal como mediciones desde otros UE) o en, opcionalmente, alguna transmisión, a título de ejemplo, de mensajes en una zona de programación.

Si el UE detecta que el recurso elegido está en uso o siendo solicitado por otro UE, el UE escoge aleatoriamente otro recurso a partir de los recursos de comunicaciones compartidos. La fase 1 se puede repetir si se tienen que cambiar los recursos de comunicaciones.

25 Esta fase 1 resuelve las colisiones en la mayoría de los casos, presentándose la excepción si dos UE comienzan a escuchar exactamente en la misma subtrama.

30 En la Fase 2, el UE transmite en los recursos de comunicaciones seleccionados o, en el caso en el que está presente un canal de programación, el UE transmite un mensaje para informar a los otros UE que pretende transmitir en los recursos de comunicaciones correspondientes del canal compartido. Después de un tiempo aleatorio, se realiza un proceso adicional de escucha para determinar si ha ocurrido una colisión porque otro UE está transmitiendo al mismo tiempo.

El UE puede volver a comenzar una o ambas fases si se detecta colisión.

El UE puede realizar también un tiempo de espera aleatorio antes de volver a comenzar.

35 Esta fase 2 está destinada a tratar el caso en el que dos UE comienzan exactamente al mismo tiempo, y no se detecta contienda en la fase 1. La ranura de escucha aleatoria reduce la probabilidad total de colisión, de manera que cuanto mayor sea el número de tramas de preámbulo menor es la probabilidad de colisión.

La red o un UE de coordinación puede configurar la longitud de la fase de preámbulo basándose en, p. ej., el número de dispositivos próximos.

40 En algún ejemplo, se puede aumentar un contador después de cada transmisión de mensajes de programación si se usa esta realización, a modo de ejemplo. Esto puede ayudar a determinar el UE que debería elegir otro recurso en caso de colisión, por ejemplo, si se detecta un mensaje de programación desde otro UE con un contador superior o, si el UE detecta otro UE en fase 2, entonces, se puede elegir un conjunto diferente de recursos de comunicaciones.

45 Después de que el UE transmite las señales que representan los datos, entonces, el UE puede esperar un período predeterminado o un período aleatorio antes de hacer un intento de transmitir datos adicionales para evitar colisiones con otros UE.

50 Según esta disposición, la probabilidad de colisión entre diferentes UE de transmisión próximos entre sí se reduce en comparación con simplemente escuchar antes de transmitir. Además, se puede conseguir un retardo relativamente corto para la detección de colisión (del orden de unas pocas subtramas), y una longitud configurable de preámbulo puede proporcionar una herramienta para direccionar números diferentes de los UE en el sistema. Por ejemplo, puede que se necesite una mayor longitud de preámbulo (el número total de subtramas en las fases 1 y 2) en caso de un alto número de UE para reducir la probabilidad de colisión.

Diversos aspectos y características adicionales de la presente invención están definidos en las reivindicaciones adjuntas y diversas combinaciones de las características de las reivindicaciones dependientes se pueden realizar con las de las reivindicaciones independientes, distintas de las combinaciones específicas enumeradas para la

dependencia entre reivindicaciones. Se pueden realizar también modificaciones a las realizaciones descritas con anterioridad sin salirse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, aunque puede parecer que una característica se describe en relación con realizaciones particulares, un experto en la técnica reconocería que diversas características de las realizaciones descritas se pueden combinar de acuerdo con la invención.

- 5 En la descripción anterior, se describen comunicaciones D2D con referencia a un sistema LTE, sin embargo, las técnicas ya descritas son igualmente aplicables a otras estructuras de sistema LTE y a otros sistemas que sean compatibles con comunicaciones D2D.

Referencias

10 [1] R2-133840, "CSMA/CA based resource selection," Samsung, publicado en 3GPP TSG-RAN WG2 #84, San Francisco, EE. UU., 11-15 de noviembre de 2013.

[2] R2-133990, "Network control for Public Safety D2D Communications", Orange, Huawei, HiSilicon, Telecom Italia, publicado en 3GPP TSG-RAN WG2 #84, San Francisco, EE. UU., 11-15 de noviembre de 2013.

[3] R2-134246, "The Synchronizing Central Node for Out of Coverage D2D Communication", General Dynamics Broadband UK, publicado en 3GPP TSG-RAN WG2 #84, San Francisco, EE. UU., 11-15 de noviembre de 2013.

15 [4] R2-134426, "Medium Access for D2D communication", LG Electronics Inc, publicado en 3GPP TSG-RAN WG2 #84, San Francisco, EE. UU., 11-15 de noviembre de 2013.

[5] R2-134238, " D2D Scheduling Procedure", Ericsson, publicado en 3GPP TSG-RAN WG2 #84, San Francisco, EE. UU., 11-15 de noviembre de 2013.

20 [6] R2-134248 , "Possible mechanisms for resource selection in connectionless D2D voice communication", General Dynamics Broadband UK, publicado en 3GPP TSG-RAN WG2 #84, San Francisco, EE. UU., 11-15 de noviembre de 2013.

[7] R2-134431, "Simulation results for D2D voice services using connectionless approach", General Dynamics Broadband UK, publicado en 3GPP TSG-RAN WG2 #84, San Francisco, EE. UU., 11-15 de noviembre de 2013.

25 [8] "D2D Resource Allocation under the Control of BS", Xiaogang R. et al., University of Electronic Science and Technology of China, <https://mentor.ieee.org/802.16/dcn/13/16-13-0123-02-000n-d2d-resource-allocation-under-the-control-of-bs.docx>

[9] US20130170387

[10] US20120300662

30 [11] "LTE for UMTS: OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access", Harris Holma y Antti Toskala, Wiley 2009, ISBN 978-0-470-99401-6.

[12] "Study on LTE Device to Device Proximity Services", Qualcomm Incorporated, RP-122009.

[13] EP14153512.0

[14] EP14153530.2

REIVINDICACIONES

1. Un método de comunicación usando un dispositivo de comunicaciones (600) a través de una interfaz de acceso inalámbrico para realizar comunicaciones de dispositivo a dispositivo, comprendiendo el método
- 5 determinar, de acuerdo con condiciones predeterminadas, si el dispositivo de comunicaciones (600) está dentro de un área de cobertura (601) para transmitir o recibir señales de radio usando una interfaz de acceso inalámbrico proporcionada por una red de comunicaciones móviles y,
- si se determina que el dispositivo de comunicaciones (600) está dentro del área de cobertura (601) de la red de comunicaciones móviles,
- 10 transmitir o recibir señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico a uno o más dispositivos de comunicaciones (600) distintos de acuerdo con comunicaciones de dispositivo a dispositivo usando recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico asignados según un primer modo en el que la red de comunicaciones móviles realiza una asignación de recursos o, si se determina que el dispositivo de comunicaciones (600) no está dentro del área de cobertura (601) de la red de comunicaciones móviles, entonces,
- 15 transmitir o recibir señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico a uno o más dispositivos de comunicaciones (600) distintos de acuerdo con comunicaciones de dispositivo a dispositivo usando recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico asignados según un segundo modo en el que el dispositivo de comunicaciones (600) asigna recursos a partir de un conjunto predeterminado de recursos, en donde,
- si se determina que el dispositivo de comunicaciones (600) está dentro del área de cobertura (601) de la red de comunicaciones móviles, la transmisión o la recepción de las señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico usando el primer modo de asignación de recursos incluye
- 20 acceder a la red de comunicaciones móviles para recibir una asignación de los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico,
- caracterizado por
- 25 detectar una condición de fallo al acceder a los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico y, si se detecta la condición de fallo, entonces, transmitir o recibir las señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico accediendo a los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico usando el segundo modo de asignación de recursos.
2. El método según la reivindicación 1, en donde el acceso a la red de comunicaciones móviles para recibir una asignación de los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico comprende
- 30 realizar un procedimiento de establecimiento del control de recursos radioeléctricos y la detección de la condición de fallo al acceder a los recursos de comunicaciones comprende determinar que ha fallado el procedimiento de establecimiento del control de recursos radioeléctricos.
3. El método según la reivindicación 2, en donde la determinación de que falla el procedimiento de establecimiento de la conexión de recursos radioeléctricos incluye
- 35 detectar que un tiempo, después de enviar un mensaje de solicitud del control de recursos radioeléctricos, ha excedido un tiempo predeterminado.
4. El método según la reivindicación 3, en donde el tiempo predeterminado es menor que un tiempo asociado con un fallo del procedimiento de establecimiento de los recursos radioeléctricos durante el que se puede recibir más de una respuesta a un mensaje que se transmite como parte del procedimiento de establecimiento del control de recursos radioeléctricos.
- 40
5. El método según la reivindicación 1, en donde el acceso a los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico comprende
- solicitar una asignación de los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico desde la red de comunicaciones móviles para realizar comunicaciones de dispositivo a dispositivo en un estado conectado de los recursos radioeléctricos, y la detección de la condición de fallo comprende
- 45 determinar que el acceso solicitado a los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico no está asignado por la red de comunicaciones móviles.
6. El método según la reivindicación 5, en donde la determinación de que el acceso solicitado a los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico no está asignado por la red de comunicaciones móviles incluye

detectar que un tiempo, después de enviar un mensaje de solicitud de acceso aleatorio, ha excedido un tiempo predeterminado sin ser asignados los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico.

7. El método según la reivindicación 6, en donde el tiempo predeterminado es menor que un tiempo asociado con un fallo para recibir más de un mensaje de respuesta después de transmitir el mensaje de acceso aleatorio.

5 8. El método según la reivindicación 1, en donde la condición de fallo se determina detectando que la intensidad de la señal recibida desde la red de comunicaciones móviles es menor que un umbral predeterminado.

9. El método según la reivindicación 1, en donde la condición de fallo se determina detectando una condición de fallo de los radioenlaces.

10 10. El método según la reivindicación 9, en donde la condición de fallo de los radioenlaces se detecta determinando un número predeterminado de indicaciones de pérdida de sincronización o detectando la pérdida de sincronización durante un período de tiempo predeterminado.

15 11. El método según la reivindicación 1, en donde el segundo modo de asignación de recursos comprende acceder al conjunto predeterminado de recursos de acuerdo con el protocolo de comunicaciones de dispositivo a dispositivo, incluyendo dicho protocolo de comunicaciones de dispositivo a dispositivo realizar un acceso contencioso al conjunto predeterminado de recursos de comunicaciones con dichos uno o más dispositivos de comunicaciones (600) distintos, que realizan comunicaciones de dispositivo a dispositivo (600).

12. Un dispositivo de comunicaciones (600), que comprende

un transmisor (606) configurado para transmitir señales a uno o más dispositivos de comunicaciones (600) distintos a través de una interfaz de acceso inalámbrico para realizar comunicaciones de dispositivo a dispositivo,

20 un receptor (608) configurado para recibir señales desde dichos uno o más dispositivos de comunicaciones (600) distintos a través de la interfaz de acceso inalámbrico, y

25 un controlador (610) para controlar el transmisor (606) y el receptor (608) para transmitir o para recibir las señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico para transmitir o para recibir datos representados por las señales de acuerdo con comunicaciones de dispositivo a dispositivo, y el controlador (610) está configurado, en combinación con el transmisor (606) y el receptor (608),

para determinar, de acuerdo con condiciones predeterminadas, si el dispositivo de comunicaciones (600) está dentro de un área de cobertura (601) para transmitir o recibir señales de radio usando una interfaz de acceso inalámbrico proporcionada por una red de comunicaciones móviles y,

30 si se determina que el dispositivo de comunicaciones (600) está dentro del área de cobertura de la red de comunicaciones móviles,

35 transmitir o recibir señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico a uno o más dispositivos de comunicaciones (600) distintos de acuerdo con las comunicaciones de dispositivo a dispositivo usando recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico asignados según un primer modo en el que la red de comunicaciones móviles realiza una asignación de recursos o, si se determina que el dispositivo de comunicaciones (600) no está dentro del área de cobertura de la red de comunicaciones móviles, entonces,

transmitir o recibir las señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico a uno o más dispositivos de comunicaciones (600) distintos de acuerdo con las comunicaciones de dispositivo a dispositivo usando recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico asignados según un segundo modo en el que el dispositivo de comunicaciones (600) asigna recursos a partir de un conjunto predeterminado de recursos, en donde,

40 si se determina que el dispositivo de comunicaciones (600) está dentro del área de cobertura de la red de comunicaciones móviles, la transmisión o la recepción de las señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico usando el primer modo de asignación de recursos incluye

acceder a la red de comunicaciones móviles para recibir una asignación de los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico,

45 caracterizado por que el controlador está configurado además, en combinación con el transmisor y el receptor, para detectar una condición de fallo al acceder a los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico y, si se detecta la condición de fallo, entonces, transmitir o recibir las señales a través de la interfaz de acceso inalámbrico accediendo a los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico usando el segundo modo de recursos.

50 13. El dispositivo de comunicaciones (600) según la reivindicación 12, en donde el controlador (610) está configurado, en combinación con el transmisor (606) y el receptor (608),

para acceder a la red de comunicaciones móviles a fin de recibir una asignación de los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico realizando un procedimiento de establecimiento del control de recursos radioeléctricos, y para detectar la condición de fallo al acceder a los recursos de comunicaciones determinando que ha fallado el procedimiento de establecimiento del control de recursos radioeléctricos.

- 5 14. El dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 13, en donde el controlador (610) está configurado, en combinación con el transmisor (606) y el receptor (608), para determinar que falla el procedimiento de establecimiento de la conexión de recursos radioeléctricos detectando que un tiempo, después de enviar un mensaje de solicitud del control de recursos radioeléctricos, ha excedido un tiempo predeterminado.
- 10 15. El dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 14, en donde el tiempo predeterminado es menor que un tiempo asociado con un fallo del procedimiento de establecimiento de los recursos radioeléctricos durante el que se puede recibir más de una respuesta a un mensaje que se transmite como parte del procedimiento de establecimiento del control de recursos radioeléctricos.
- 15 16. El dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 12, en donde el controlador está configurado, en combinación con el transmisor y el receptor, para acceder a la red de comunicaciones móviles a fin de recibir una asignación de los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico solicitando una asignación de los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico desde la red de comunicaciones móviles para realizar comunicaciones de dispositivo a dispositivo en un estado conectado de los recursos radioeléctricos, y para detectar la condición de fallo determinando que el acceso solicitado a los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico no está asignado por la red de comunicaciones móviles.
- 20 17. El dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 16, en donde el controlador está configurado, en combinación con el transmisor y el receptor, para determinar que el acceso solicitado a los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico no está asignado por la red de comunicaciones móviles detectando que un tiempo, después de enviar un mensaje de solicitud de acceso aleatorio, ha excedido un tiempo predeterminado sin ser asignados los recursos de comunicaciones de la interfaz de acceso inalámbrico.
- 25 18. El dispositivo de comunicaciones según la reivindicación 17, en donde el tiempo predeterminado es menor que un tiempo asociado con un fallo para recibir más de un mensaje de respuesta después de transmitir el mensaje de acceso aleatorio.

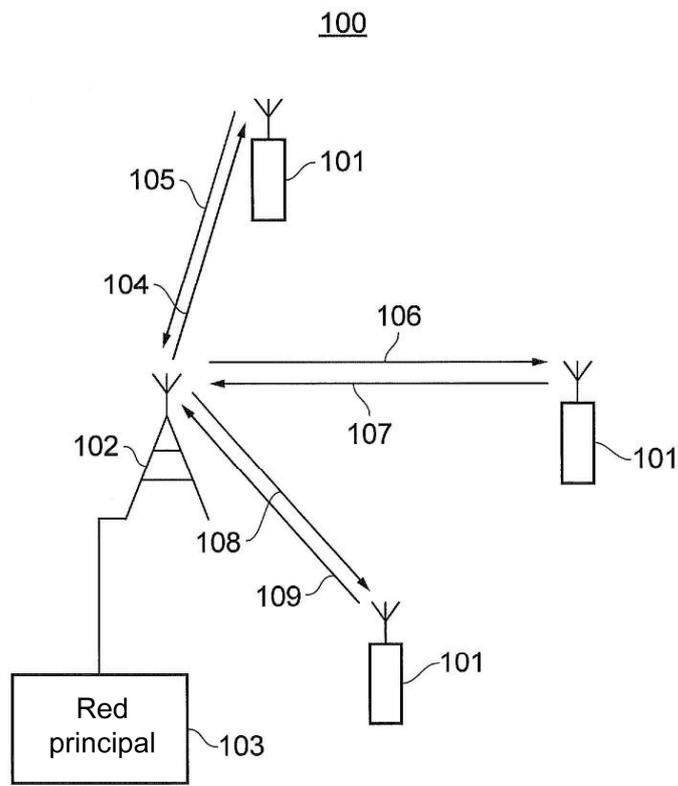


FIG. 1

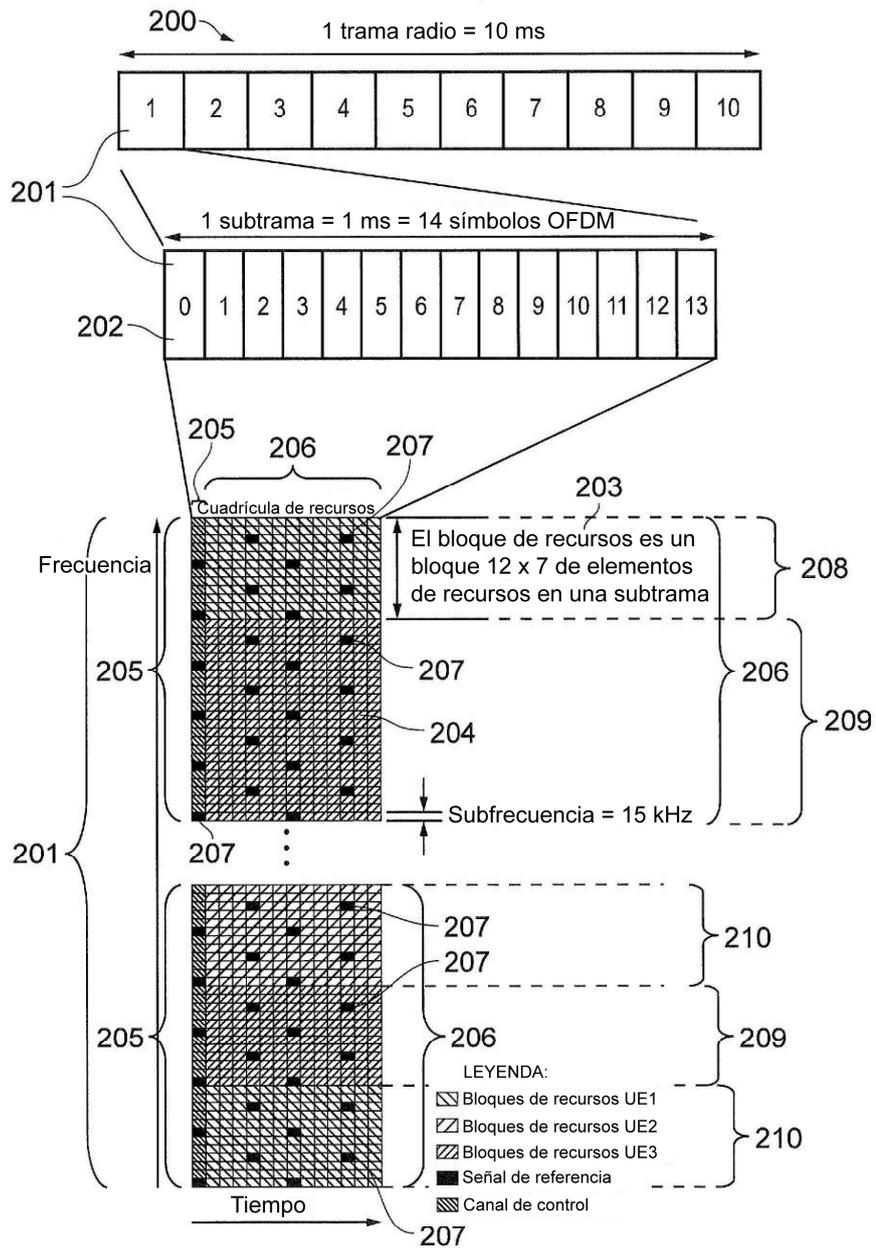


FIG. 2

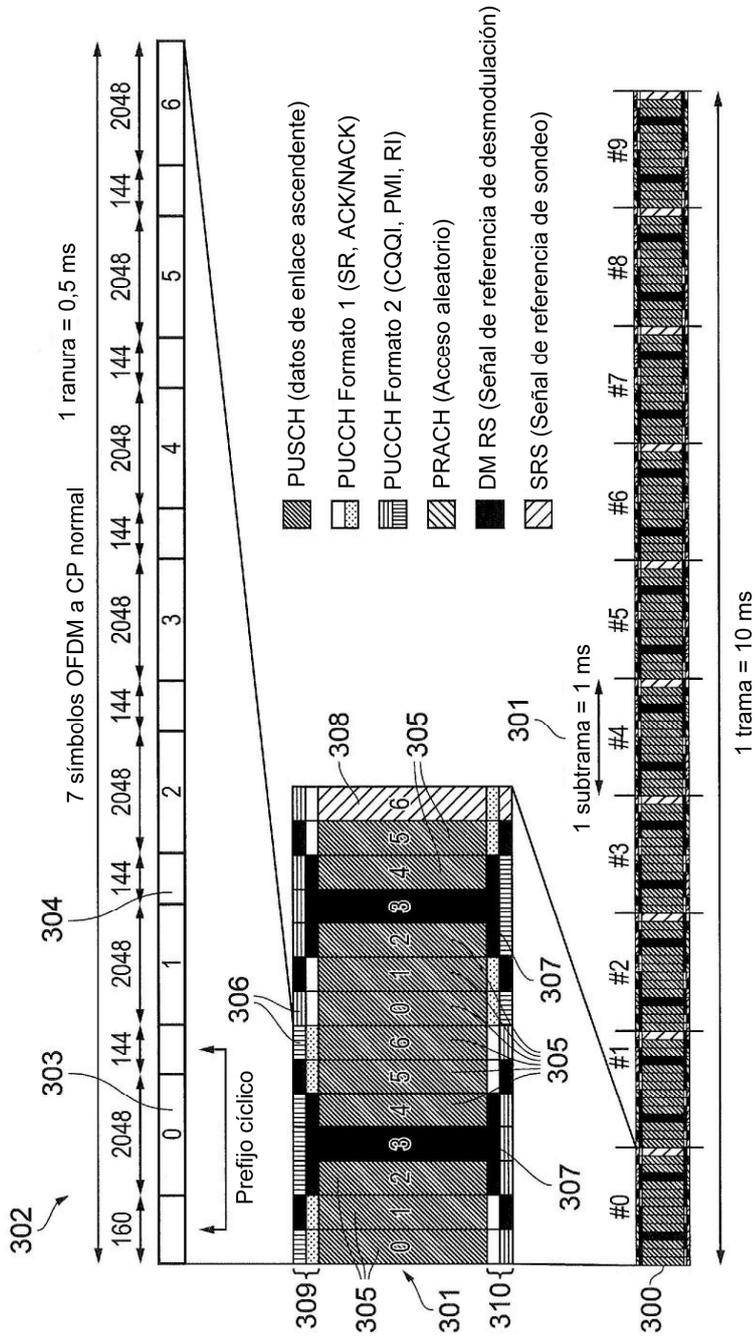


FIG. 3

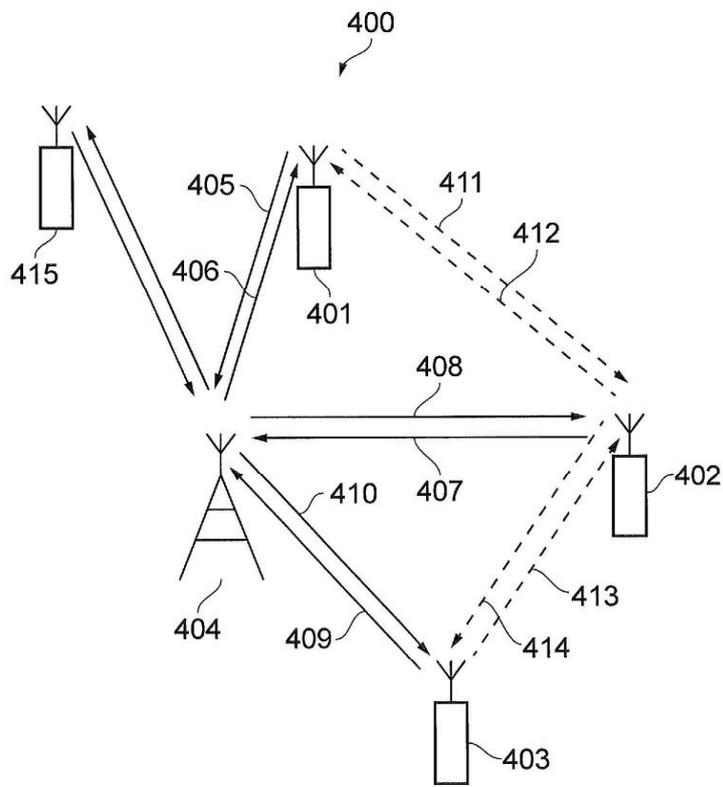


FIG. 4

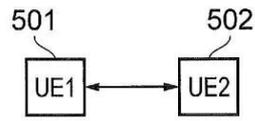


FIG. 5a

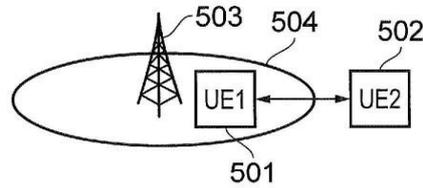


FIG. 5b

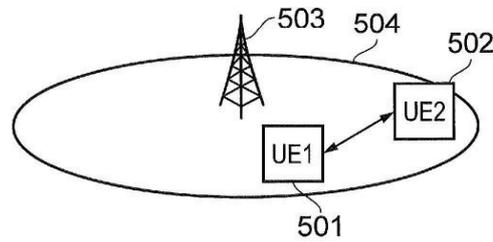


FIG. 5c

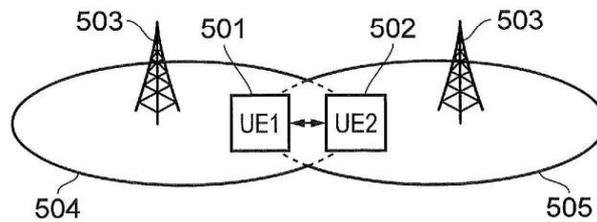
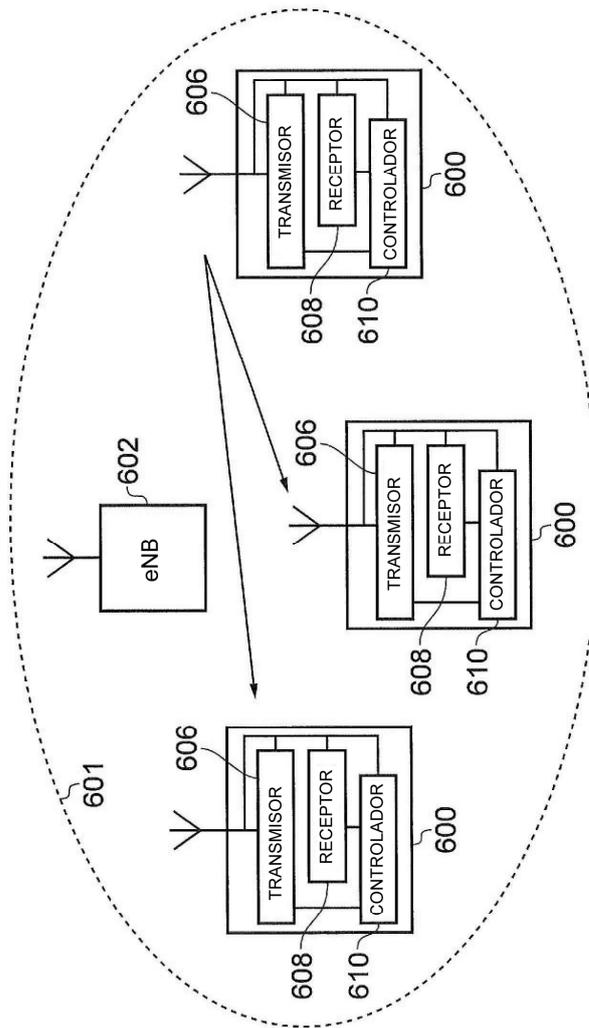


FIG. 5d



Modo 1; Funcionamiento en cobertura

FIG. 6

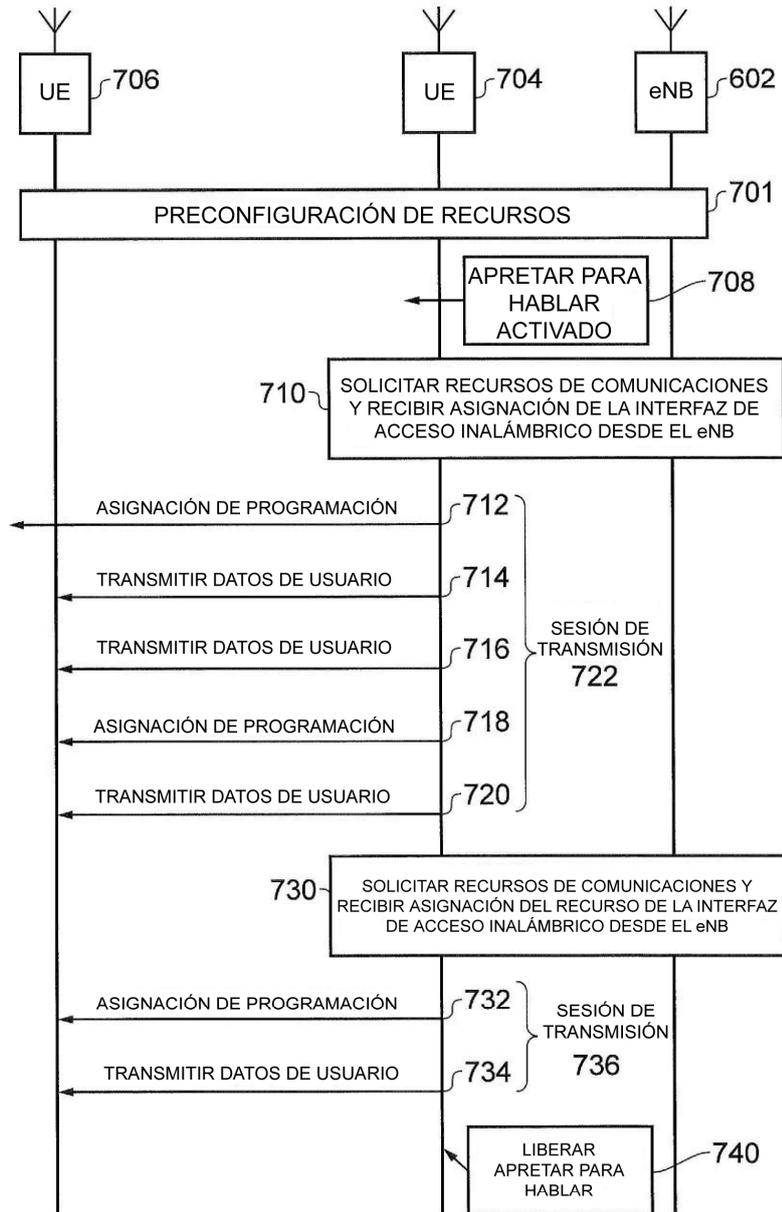
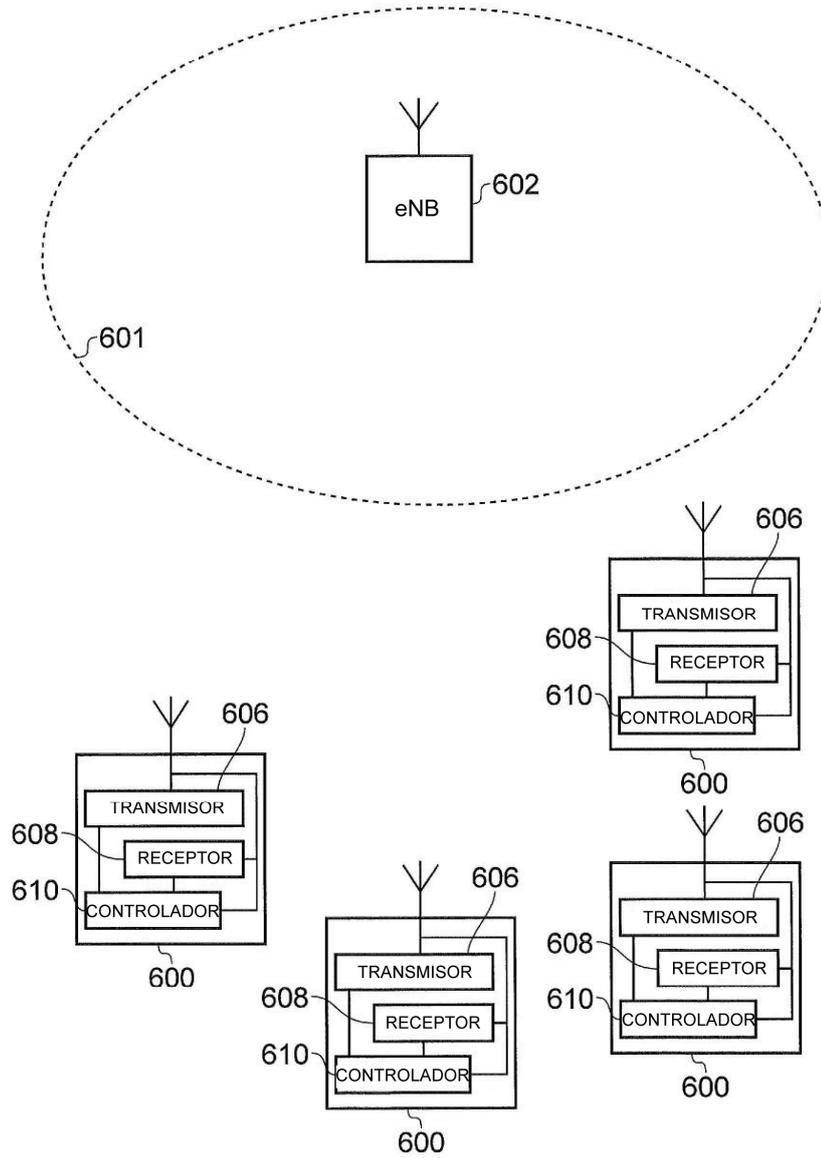


FIG. 7



Modo 2; Funcionamiento fuera de cobertura

FIG. 8

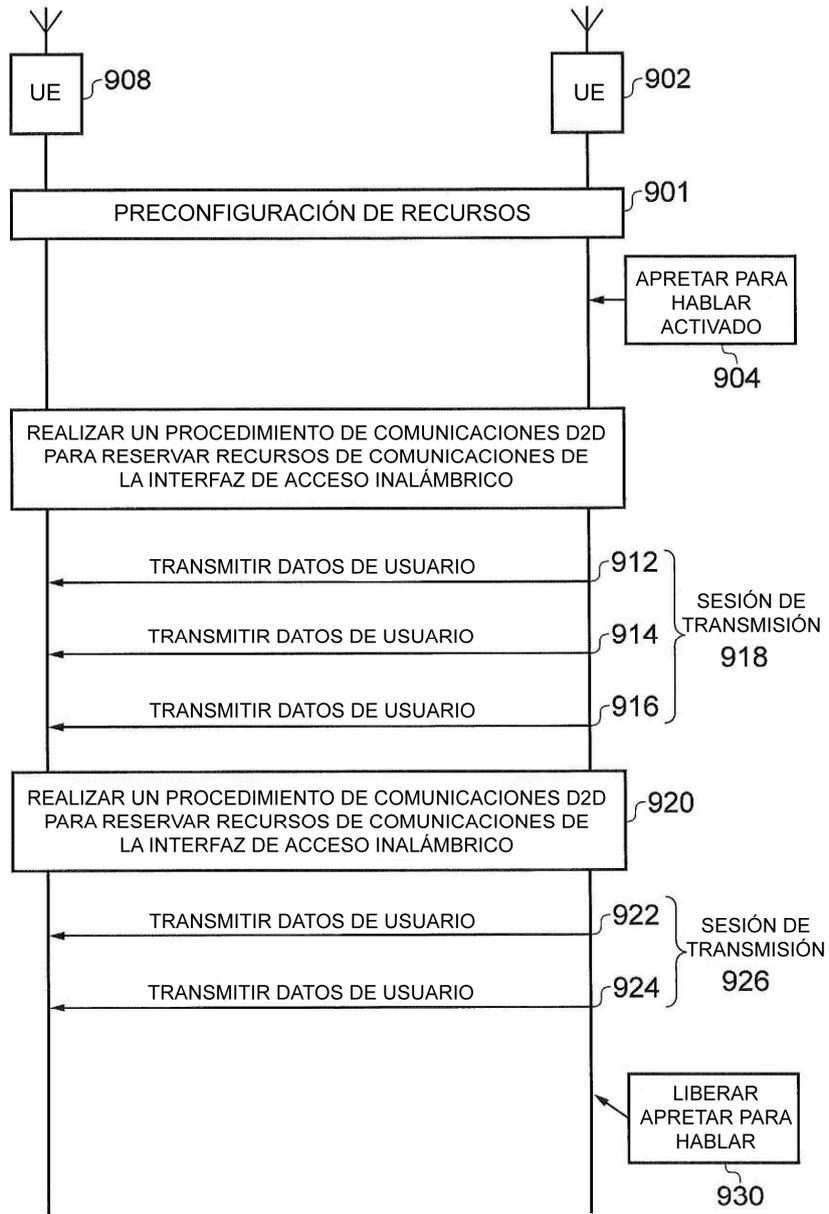


FIG. 9

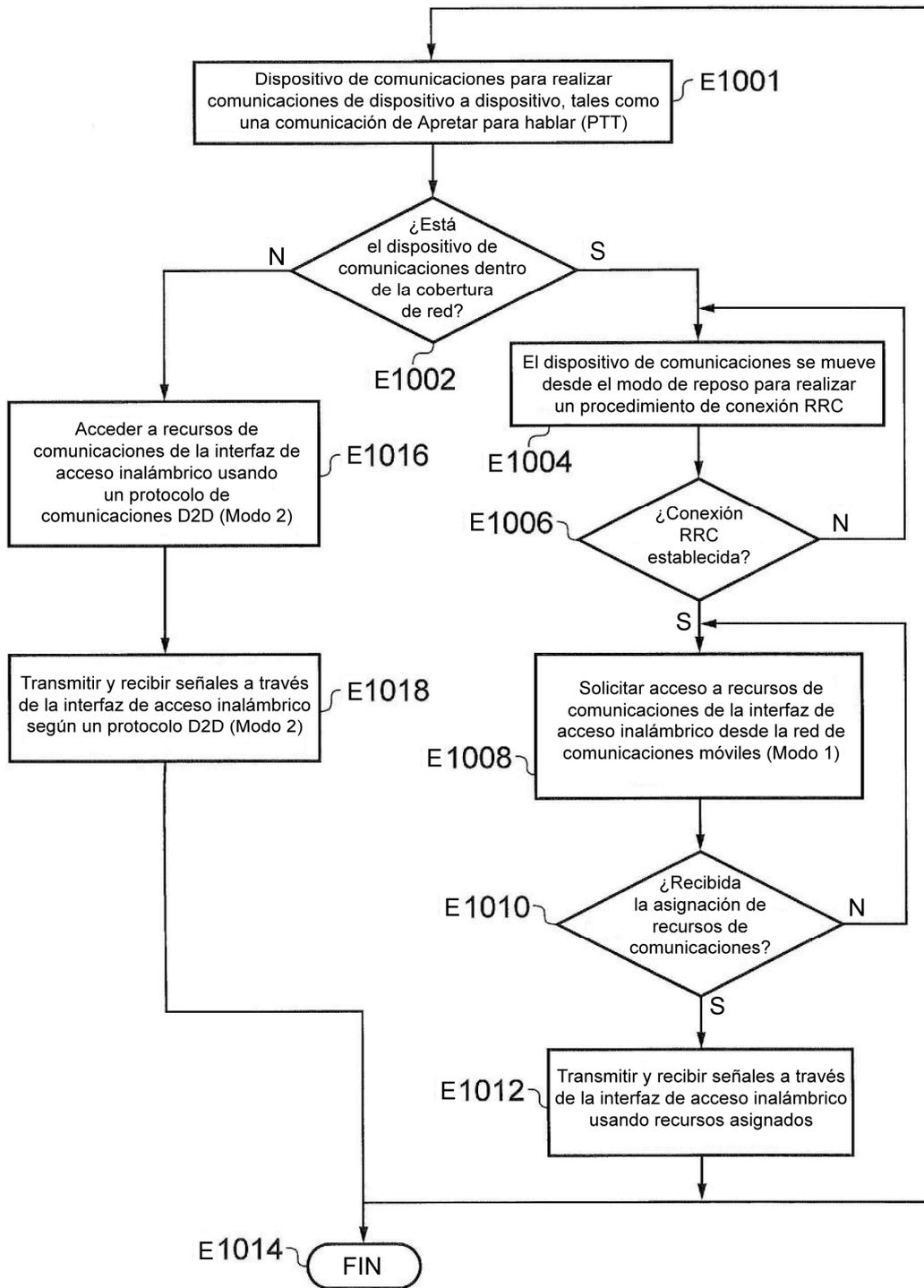
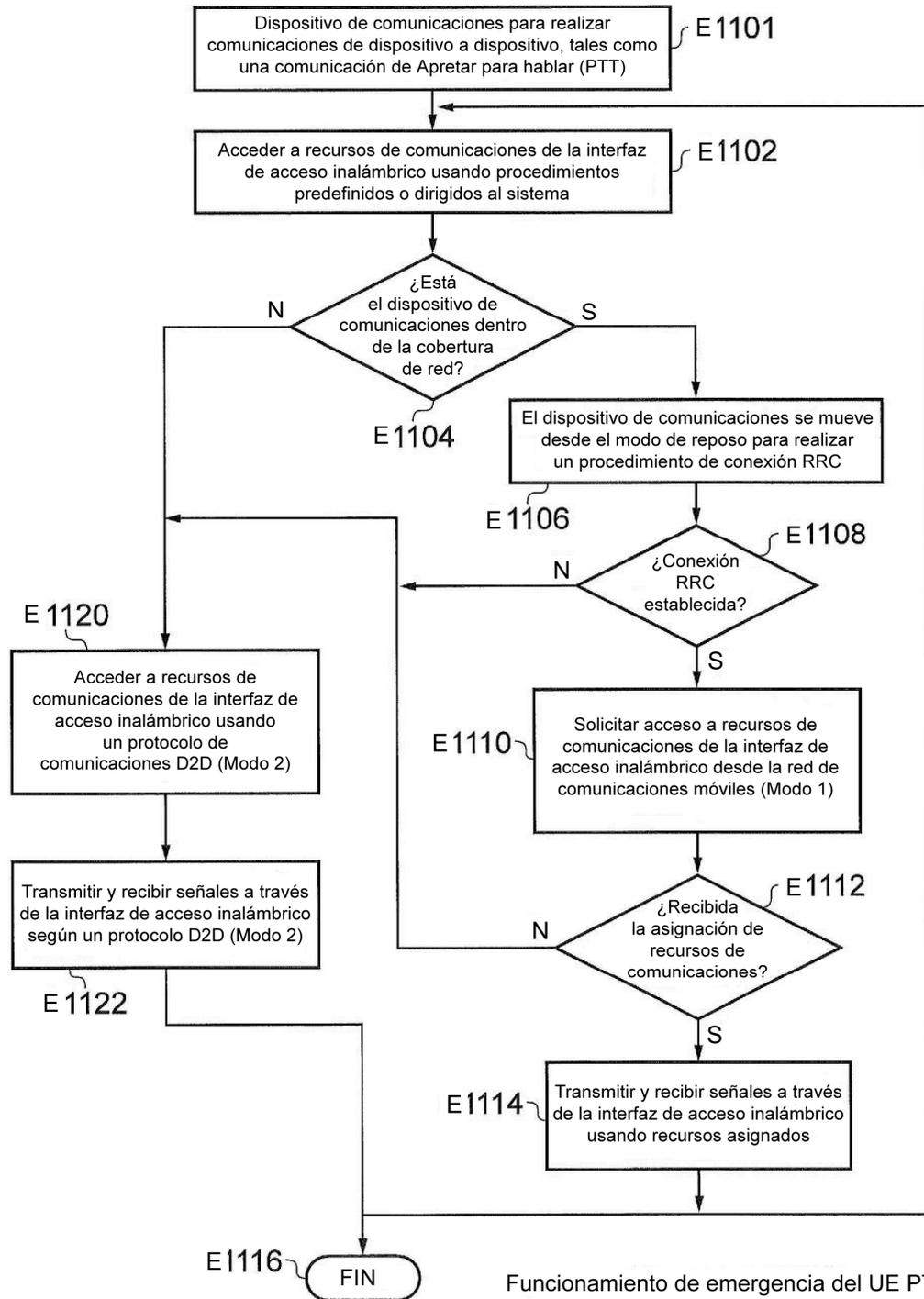
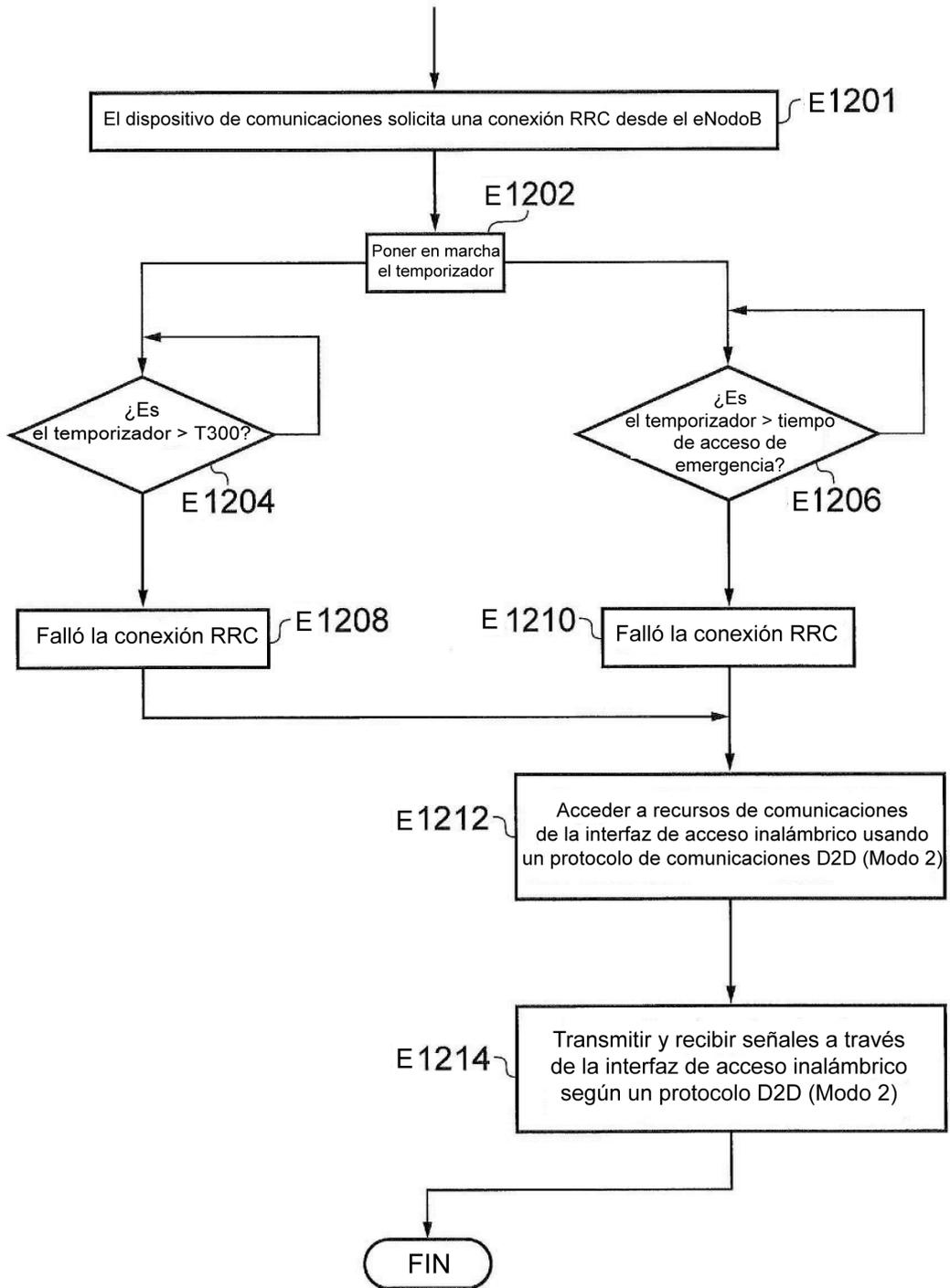


FIG. 10



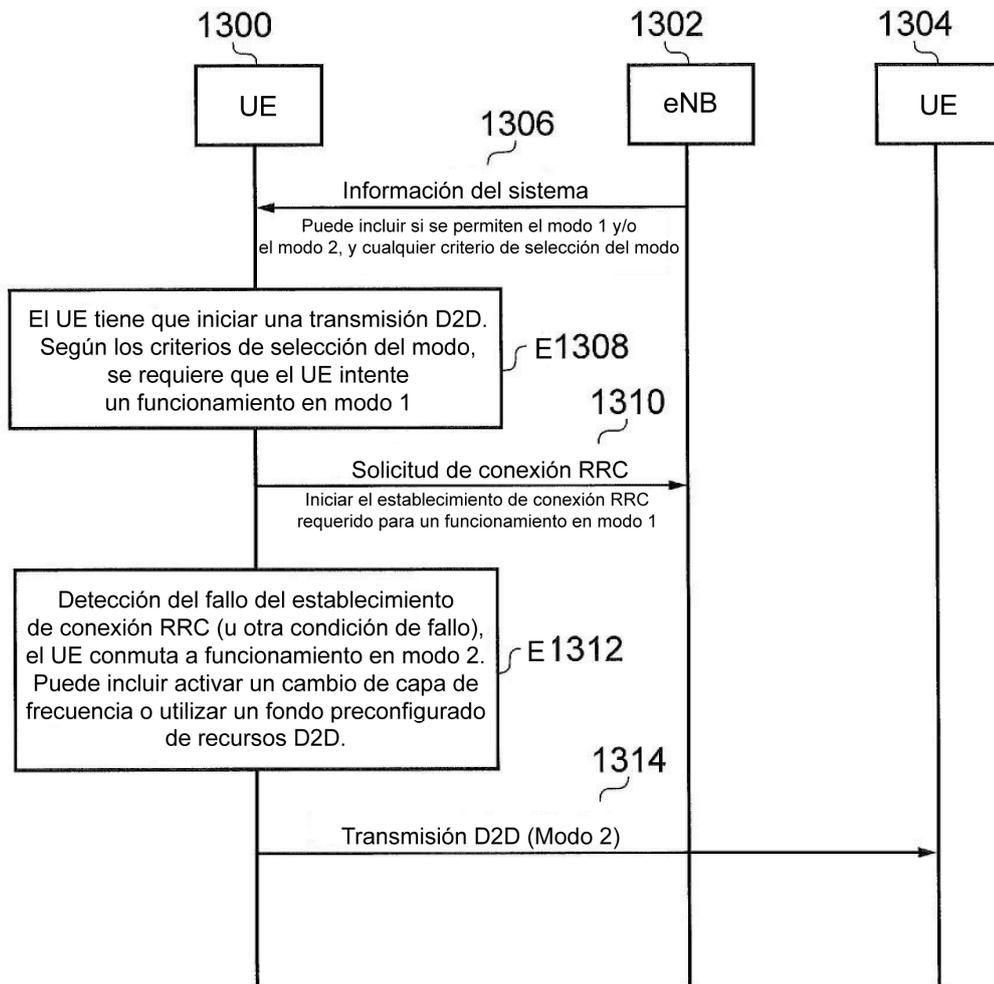
Funcionamiento de emergencia del UE PTT

FIG. 11



Funcionamiento del UE PTT para determinar el fallo/establecimiento de la conexión

FIG. 12



Flujo de mensajes para fallo de comunicación en modo 1 y conmutación a modo 2

FIG. 13

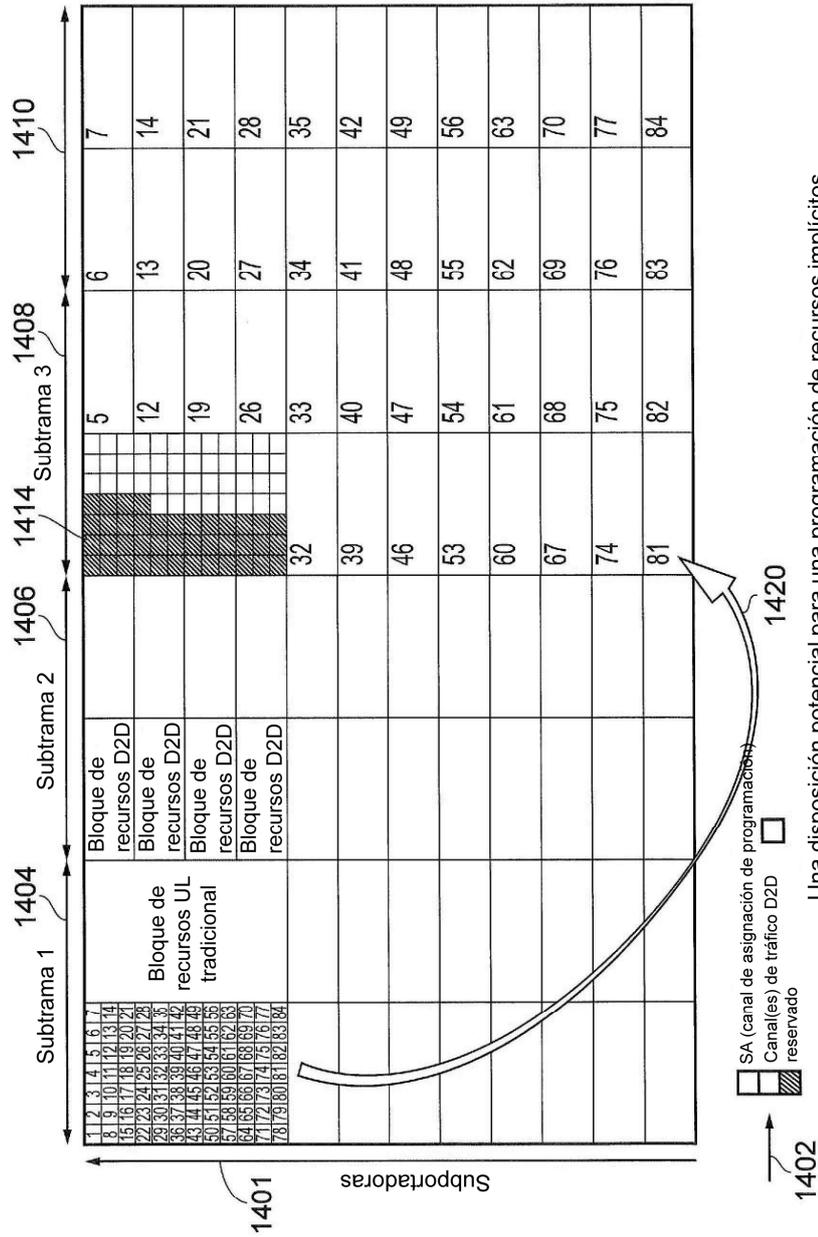


FIG. 14