

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 254**

51 Int. Cl.:

<b>H04W 4/70</b>	(2008.01)
<b>H04W 4/80</b>	(2008.01)
<b>H04W 76/27</b>	(2008.01)
<b>H04W 76/14</b>	(2008.01)
<b>H04W 48/12</b>	(2009.01)
<b>H04W 48/16</b>	(2009.01)
<b>H04W 8/00</b>	(2009.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.08.2014 PCT/US2014/050128**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.02.2015 WO15021267**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2014 E 14835021 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 3031272**

54 Título: **Señalización para servicios de proximidad y descubrimiento D2D en una red LTE**

30 Prioridad:

**08.08.2013 US 201361863902 P**  
**27.11.2013 US 201361909938 P**  
**25.06.2014 US 201414314957**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.02.2019**

73 Titular/es:

**INTEL CORPORATION (50.0%)**  
**2200 Mission College Boulevard**  
**Santa Clara, CA 95052, US y**  
**INTEL IP CORPORATION (50.0%)**

72 Inventor/es:

**CHATTERJEE, DEBDEEP;**  
**HEO, YOUN HYOUNG;**  
**NIU, HUANING;**  
**XIONG, GANG;**  
**HE, HONG;**  
**KHORYAEV, ALEXEY y**  
**PANTELEEV, SERGEY**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 701 254 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**

Señalización para servicios de proximidad y descubrimiento D2D en una red LTE

**Campo técnico**

5 Los modos de realización pertenecen a las comunicaciones inalámbricas. Algunos modos de realización están relacionados con las redes LTE (Evolución a Largo Plazo) del 3GPP. Algunos modos de realización están relacionados con la comunicación directa dispositivo a dispositivo (D2D). Algunos modos de realización están relacionados con el descubrimiento de dispositivos en redes LTE.

**Antecedentes**

10 Las aplicaciones y servicios basados en proximidad representan una tendencia social y tecnológica en rápido crecimiento que puede tener un gran impacto en la evolución de las tecnologías inalámbricas celulares/banda ancha móvil. Estos servicios se basan en el conocimiento por parte de dos dispositivos o dos usuarios de que se encuentran cerca uno del otro, y pueden incluir aplicaciones tales como operaciones de seguridad pública, redes sociales, comercio móvil, publicidad, juegos, etc. El primer paso para posibilitar el servicio D2D es el descubrimiento dispositivo a dispositivo (D2D). Mediante la comunicación directa D2D, los equipos de usuario (UE) se pueden  
15 comunicar directamente entre sí sin involucrar a una estación base o un nodo B mejorado (eNB). Un problema relacionado con la comunicación D2D es el descubrimiento de los dispositivos para habilitar el servicio D2D. El descubrimiento de dispositivos implica descubrir uno o más entre otros UE que se pueden descubrir dentro del rango de comunicación de la comunicación D2D. El descubrimiento de dispositivos también implica ser descubierto por uno o más de los otros UE que participan en el descubrimiento dentro del rango de comunicación de la comunicación D2D. Hay muchos problemas pendientes de solución en relación con el descubrimiento de dispositivos para la comunicación D2D, incluida la asignación de recursos y la señalización, en particular para el descubrimiento D2D de Servicios de Proximidad (ProSe).

25 El documento US 2013/0083779 A1 divulga una comunicación dispositivo a dispositivo basada en una red de comunicación móvil. Un método de operación de un terminal capaz de soportar una comunicación D2D basada en una red de comunicación móvil puede incluir: determinar si se debe realizar una comunicación D2D de control centralizado o una comunicación D2D de control distribuido; y, en función de dicha determinación, iniciar la comunicación D2D de control distribuido, o solicitarle a una estación base la configuración para la comunicación D2D de control centralizado. Con la comunicación D2D basada en la red de comunicación móvil, la comunicación móvil, la comunicación D2D de control centralizado o la comunicación D2D de control distribuido pueden operar de  
30 manera flexible y selectiva en la red móvil. El documento US 2012/0093098 A1 está relacionado con un método para gestionar de forma dinámica la asignación de recursos de comunicación para comunicaciones directas dispositivo a dispositivo entre una pluralidad de dispositivos de comunicación inalámbrica en un sistema de comunicación inalámbrica. Una estación base incluye un asignador de recursos de comunicación configurado para seleccionar un dispositivo de comunicación maestro entre una pluralidad de dispositivos de comunicación inalámbrica que forman un grupo D2D, y para llevar a cabo una asignación de recursos de comunicación para el grupo de comunicación dispositivo a dispositivo que facilite las comunicaciones directas dispositivo a dispositivo entre los mismos. La estación base también incluye un generador de mensajes para componer mensajes que incluyen la asignación de los recursos de comunicación.

**Resumen**

40 La invención se define mediante las reivindicaciones independientes. Los modos de realización ventajosos están sujetos a las reivindicaciones dependientes, y en la presente solicitud se exponen con más detalle a continuación.

**Breve descripción de los dibujos**

La FIG. 1 ilustra una parte de una arquitectura de red extremo a extremo de una red LTE de acuerdo con algunos modos de realización;

45 la FIG. 2 ilustra la estructura de una rejilla de recursos que incluye una zona de descubrimiento para comunicaciones D2D de acuerdo con algunos modos de realización;

la FIG. 3A ilustra la notificación de las métricas de una zona de descubrimiento de acuerdo con algunos modos de realización;

50 la FIG. 3B ilustra la utilización de un canal de acceso aleatorio (RACH) para el conteo de los UE habilitados para ProSe de acuerdo con algunos modos de realización;

la FIG. 4 ilustra un procedimiento para el conteo de los UE habilitados para ProSe para los UE en el modo de control de recursos radio (RRC) conectado;

la FIG. 5 ilustra el control de potencia cooperativo de las subtramas del enlace ascendente para la transmisión de la señal de descubrimiento D2D de acuerdo con algunos modos de realización;

la FIG. 6 ilustra recursos de una zona de descubrimiento D2D sin contienda activados por un eNB de acuerdo con algunos modos de realización;

5 la FIG. 7 ilustra recursos de una zona de descubrimiento D2D sin contienda activados por un UE de acuerdo con algunos modos de realización; y

la FIG. 8 es un diagrama de bloques funcionales de un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con algunos modos de realización.

### Descripción detallada

10 Los modos de realización que se divulgan en la presente solicitud contemplan diseños de señalización para soportar el descubrimiento D2D de Servicios de Proximidad (ProSe) LTE. En estos modos de realización, los UE son UE habilitados para ProSe configurados para la transmisión de señales de descubrimiento D2D y la comunicación D2D. La invención está relacionada con una configuración de las zonas de descubrimiento D2D con división de las zonas de descubrimiento D2D en zonas de descubrimiento basado en contienda y no basado en contienda (regulado) tanto  
 15 para las configuraciones comunes de red como específicas de celda de las zonas de descubrimiento. Algunos modos de realización proporcionan mecanismos de feedback (información de retorno) por parte del UE para proporcionarle a un eNB información sobre la carga de las zonas de descubrimiento. Algunos modos de realización proporcionan opciones para soportar el descubrimiento entre celdas/eNB. Algunos modos de realización contemplan la utilización y configuración de factores de silenciamiento para silenciamiento aleatorio/silenciamiento aleatorio adaptativo para la transmisión de paquetes de descubrimiento D2D. Algunos modos de realización proporcionan contenidos de señalización que incluyen: configuración de la zona de descubrimiento, un factor de silenciamiento, configuración del control de potencia de transmisión, parámetros de salto y un identificador de codificación para codificar la máscara de verificación de redundancia cíclica (CRC) de los paquetes de descubrimiento. Algunos  
 20 modos de realización proporcionan mecanismos de señalización para los contenidos de señalización mencionados más arriba. Algunos modos de realización contemplan el aprovisionamiento estático y/o la configuración previa de los recursos de descubrimiento D2D. Estos modos de realización se analizan con más detalle más abajo.

La FIG. 1 ilustra una parte de la arquitectura de red extremo a extremo de una red LTE con varios componentes de la red de acuerdo con algunos modos de realización. La red 100 comprende una red de acceso radio (RAN) (p.e., tal como se ilustra, la E-UTRAN o la red de acceso radio terrestre universal evolucionada) 100 y la red troncal 120 (p.e.,  
 30 que se ilustra como un núcleo de paquetes evolucionado (EPC)) acopladas a través de una interfaz S1 115. Por motivos de conveniencia y brevedad, solo se ilustra una parte de la red troncal 120, así como la RAN 100.

La red troncal 120 incluye una entidad de gestión de la movilidad (MME) 122, una pasarela de servicio (GW de servicio) 124 y una pasarela de red de datos por paquetes (PDN GW) 126. La RAN incluye nodos B mejorados (eNB) 104 (los cuales pueden operar como estaciones base) para comunicarse con el equipo de usuario (UE) 102. Los eNB 104 pueden incluir eNB macro y eNB de baja potencia (LP). Los UE 102 pueden estar habilitados para ProSe.  
 35

La MME es similar en función al plano de control de los Nodos de Servicio de Soporte GPRS (SGSN) antiguos. La MME gestiona aspectos de movilidad en el acceso como, por ejemplo, la selección de pasarela y la gestión de la lista de áreas de seguimiento. La GW 124 de servicio termina la interfaz hacia la RAN 100, y encamina los paquetes de datos entre la RAN 100 y la red troncal 120. Adicionalmente, puede constituir un punto de anclaje de movilidad local para trasposos entre los eNB, y también puede proporcionar un anclaje para la movilidad dentro de 3GPP. Otras responsabilidades pueden incluir interceptación legal, cargo y el cumplimiento de algunas políticas. La GW 124 de servicio y la MME 122 se pueden implementar en un nodo físico o en nodos físicos independientes. La PDN GW 126 termina una interfaz SGi hacia la red de datos por paquetes (PDN). La PDN GW 126 encamina los  
 40 paquetes de datos entre el EPC 120 y la PDN externa, y puede ser un nodo clave para el cumplimiento de las políticas y la recogida de datos de cargo. También puede proporcionar un punto de anclaje para la movilidad con accesos no LTE. La PDN externa puede ser cualquier tipo de red IP, así como un dominio del Subsistema Multimedia IP (IMS). La PDN GW 126 y la GW 124 de servicio se pueden implementar en un nodo físico o en nodos físicos independientes.

Los eNB 104 (macro y micro) terminan el protocolo de interfaz aérea y pueden ser el primer punto de contacto para un UE 102. En algunos modos de realización, un eNB 104 puede cumplir varias funciones lógicas para la RAN 100, que incluyen pero no se limitan a, funciones de RNC (funciones de controlador de red radio) tales como gestión de las portadoras de radio, gestión dinámica de los recursos de radio del enlace ascendente y descendente y planificación de paquetes de datos, así como gestión de la movilidad.  
 50

La interfaz S1 115 es la interfaz entre la RAN 100 y el EPC 120. Está dividida en dos partes: la S1-U, que transporta datos de tráfico entre los eNB 104 y la GW 124 de servicio, y la S1-MME, que es una interfaz de señalización entre los eNB 104 y la MME 122. La interfaz X2 es la interfaz entre los eNB 104. La interfaz X2 comprende dos partes: X2-  
 55

C y X2-U. La X2-C es la interfaz del plano de control entre los eNB 104, mientras que la X2-U es la interfaz del plano de usuario entre los eNB 104.

En las redes móviles, las celdas LP se utilizan generalmente para extender la cobertura a áreas interiores a las que las señales externas no llegan bien, o para agregar capacidad de red en áreas con una muy alta densidad de utilización de teléfonos como, por ejemplo, en estaciones de tren. A los efectos de la presente solicitud, el término eNB de baja potencia (LP) se refiere a cualquier eNB de potencia relativamente baja apropiado para implementar una celda más reducida (más reducida que una celda macro) como, por ejemplo, una femtocelda, una picocelda o una celda micro. Los eNB femtocelda los suministra generalmente un operador de red móvil a sus clientes residenciales o empresariales. Típicamente, una femtocelda es del tamaño de una pasarela residencial o más pequeña, y se conecta normalmente a la línea de banda ancha del usuario. Una vez enchufada, la femtocelda se conecta a la red de móviles del operador móvil y proporciona una cobertura adicional en una distancia de típicamente 30 a 50 metros para las femtoceldas residenciales. Así pues, un eNB LP podría ser un eNB femtocelda puesto que se acopla a través de la PDN GW 126. De modo análogo, una picocelda es un sistema de comunicación inalámbrica que cubre típicamente un área pequeña como, por ejemplo, el interior de un edificio (oficinas, centros comerciales, estaciones de tren, etc.), o más recientemente el interior de un avión. Un eNB picocelda se puede conectar generalmente mediante el enlace X2 a otro eNB como, por ejemplo, un eNB macro a través de su funcionalidad de controlador de estación base (BSC). Así pues, un eNB LP se puede implementar mediante un eNB picocelda puesto que se acopla a un eNB macro a través de una interfaz X2. Los eNB picocelda u otros eNB LP pueden incorporar una parte o toda la funcionalidad de un eNB macro. En algunos casos, esto se puede denominar estación base de punto de acceso o femtocelda empresarial.

En algunos modos de realización de LTE, un canal físico compartido del enlace descendente (PDSCH) transporta datos de usuario y señalización de una capa superior a un UE 102. El canal físico de control del enlace descendente (PDCCH) transporta, entre otras cosas, información sobre el formato de transporte y las asignaciones de recursos en relación con el canal PDSCH. También le informa al UE 102 sobre el formato de transporte, la asignación de recursos y la información de H-ARQ en relación con el canal compartido del enlace ascendente. Típicamente, la planificación del enlace descendente (la asignación del control y bloques de recursos del canal compartido a los UE en una celda) se realiza en el eNB 104 en función de la información de calidad del canal devuelta por los UE 102 al eNB 104 y, a continuación, se le envía a un UE la información de asignación de recursos del enlace descendente sobre el canal físico de control del enlace descendente (PDCCH) utilizados para (y posiblemente asignados a) el UE 102.

El PDCCH utiliza CCE (elementos del canal de control) para transmitir la información de control. Antes de ser mapeados a los elementos de recurso, los símbolos con valores complejos del PDCCH se pueden organizar en primer lugar en cuádruplas, que luego se permutan utilizando un intercalador de subbloques para emparejamiento de tasas. Cada PDCCH se transmite utilizando uno o más de estos elementos del canal de control (CCE), donde cada CCE corresponde a nueve conjuntos de cuatro elementos de recursos físicos conocidos como grupos de elementos de recursos (REG). A cada REG se mapean cuatro símbolos QPSK. El PDCCH se puede transmitir utilizando uno o más CCE, en función del tamaño de la DCI y el estado del canal. Puede haber cuatro o más formatos de PDCCH diferentes definidos en LTE con diferentes números de CCE (p.e., nivel de agregación, L=1, 2, 4 u 8).

De acuerdo con algunos modos de realización, los UE 102 habilitados para ProSe se pueden configurar para comunicaciones dispositivo a dispositivo (D2D), incluyendo el descubrimiento D2D de otros UE 102 para comunicación directa D2D. En estos modos de realización, los UE 102 habilitados para ProSe pueden transmitir señales de descubrimiento 101 dentro de los recursos de descubrimiento para descubrir uno o más UE habilitados para ProSe distintos. Estos modos de realización se analizan con más detalle más abajo.

La FIG. 2 ilustra la estructura de una rejilla de recursos que incluye una zona de descubrimiento para comunicaciones D2D de acuerdo con algunos modos de realización. La rejilla que se ilustra es una rejilla de tiempo-frecuencia, llamada rejilla de recursos, que es el recurso físico en el enlace descendente o ascendente en cada ranura. La unidad más pequeña de tiempo-frecuencia en una rejilla de recursos se denomina elemento de recurso (RE). La rejilla de recursos comprende una serie de bloques de recursos (RB) que describen el mapeo de ciertos canales físicos a elementos de recursos. Cada bloque de recursos comprende una colección de elementos de recursos y, en el dominio de la frecuencia, representa la unidad más pequeña de recursos que se pueden asignar, aunque el alcance de los modos de realización no está limitado en este aspecto. Hay varios canales físicos diferentes que se transmiten utilizando dichos bloques de recursos. La rejilla de recursos que se ilustra en la FIG. 2 puede comprender una zona 202 de operación LTE que puede comprender una pluralidad de RB físicos (PRB) para ser utilizados por la RAN 100.

De acuerdo con los modos de realización, un UE 102 (FIG. 1) puede recibir una señalización desde un eNB 104 (FIG. 1) indicando una zona de descubrimiento 204 dentro de la zona 202 de operación LTE. La zona de descubrimiento 204 puede comprender una pluralidad de PRB 206 de un recurso de descubrimiento. El UE 102 puede transmitir una señal de descubrimiento o un paquete de descubrimiento 101 (FIG. 1) para ser recibido por uno o más UE diferentes para el descubrimiento D2D dentro de algunos PRB 206 de la zona de descubrimiento 204. En algunos modos de realización, los recursos asignados para el descubrimiento D2D pueden ser recursos de un canal

físico compartido del enlace ascendente (PUSCH), aunque el alcance de los modos de realización no está limitado en este aspecto.

5 Un PRB puede estar asociado a una ranura concreta de una subtrama en la dimensión del tiempo y a un grupo concreto de subportadoras de frecuencia en la dimensión de la frecuencia. Cada PRB, por ejemplo, se puede identificar mediante un índice de RB y un índice de subtrama. En algunos modos de realización, un paquete de descubrimiento 101 se puede transmitir dentro de M subtramas de N bloques de recursos, donde M y N son al menos uno y pueden ser mayores que uno. Estos modos de realización se describen con más detalle más abajo.

10 En algunos modos de realización, un PRB puede comprender doce subportadoras en el dominio de la frecuencia de 0,5 ms (esto es, una ranura) en el dominio del tiempo. Los PRB se pueden asignar por pares (en el dominio del tiempo), aunque esto no es un requisito. En algunos modos de realización, un PRB puede comprender una pluralidad de RE. Un RE puede comprender una subportadora por símbolo. Cuando se utiliza un CP normal, un RB contiene siete símbolos. Cuando se utiliza un CP extendido, el RB contiene seis símbolos. Una dispersión del retardo que exceda la longitud del CP normal indica la utilización de un CP extendido. Cada subtrama puede durar un milisegundo (ms) y una trama puede comprender diez de dichas subtramas.

15 Existen dos enfoques diferentes en el descubrimiento D2D: descubrimiento D2D restringido/cerrado y descubrimiento D2D abierto. El descubrimiento D2D restringido/cerrado se aplica a aquellos casos de uso en los que un dispositivo que se puede descubrir solo lo puede descubrir un conjunto selecto de dispositivos de descubrimiento habilitados para ProSe. Una implicación adicional del descubrimiento de dispositivos cerrado es la consideración de escenarios en los que un dispositivo descubridor intenta descubrir un(os) dispositivo(s) particular(es) concreto(s) que soporte(n) ProSe (uno o varios de un conjunto de dispositivos habilitados para ProSe). Así pues, en este caso de uso se supondrá que un dispositivo descubridor conoce el dispositivo habilitado para ProSe que desea descubrir en su vecindad.

20

Al contrario del descubrimiento D2D cerrado, el descubrimiento de dispositivos abierto considera casos de uso en los que un dispositivo que se puede descubrir puede querer ser descubierto por otros dispositivos habilitados para ProSe en su vecindad. Desde la perspectiva del dispositivo descubridor, el descubrimiento de dispositivos abierto implica que no se puede suponer que un dispositivo descubridor conozca el identificador de otros dispositivos habilitados para ProSe antes del descubrimiento. En consecuencia, para el descubrimiento abierto, el objetivo del mecanismo de descubrimiento de dispositivos debe ser el descubrimiento de tantos dispositivos habilitados para ProSe en su vecindad como sea posible.

25

30 En el descubrimiento D2D abierto, un eNB 104 tiene un control limitado sobre el proceso de descubrimiento entre los UE 102. En particular, un eNB 104 puede asignar periódicamente ciertos recursos de descubrimiento en forma de regiones de descubrimiento D2D para que un UE 102 transmita la información de descubrimiento. La información de descubrimiento puede ser en forma de secuencia de descubrimiento o paquete de descubrimiento con información de carga útil. El contenido de la información relacionada con el descubrimiento que los UE intentan compartir entre sí puede ser mayor, ya que el diseño necesitaría transmitir el ID único para la identificación del dispositivo, el identificador del servicio, etc. (p.e., 48 bits o más) como carga útil de datos, protegido por el CRC. El número de bloques de recursos (RB) requeridos para la transmisión del paquete de descubrimiento en un diseño de descubrimiento D2D abierto, que se denota por  $L_{RB}^{D2D}$  puede ser 1 o más, en función del tamaño de la carga útil y los requisitos globales de rendimiento del descubrimiento.

35

40 En algunos modos de realización, una región de descubrimiento puede comprender una serie de ocurrencias de zonas de descubrimiento periódicas, comprendiendo cada una de las zonas de descubrimiento algunos RB en el dominio de la frecuencia y varias subtramas en el dominio del tiempo. La FIG. 2 ilustra un ejemplo de una zona de descubrimiento 204 dentro de la zona 202 de operación LTE en la que  $N_{RB}^{D2D}$ ,  $n_{RB}^{start}$ ,  $N_{SF}^{D2D}$  y  $n_{SF}^{start}$  representan el número de RB asignados, el índice de RB inicial, el número de subtramas y el índice de subtrama inicial de cada una de las zonas de descubrimiento, respectivamente. La información relativa a la división de estas regiones de descubrimiento D2D puede ser señalizada de forma semiestática por el eNB mediante señalización RRC o mediante Bloques de Información del Sistema (SIB) para escenarios de cobertura en el interior de la red. En un escenario de cobertura de red parcial, dicha información puede ser reenviada por el UE coordinador a los UE que se encuentran fuera de la cobertura de red. En el escenario de cobertura fuera de la red, la zona de descubrimiento puede ser definida previamente o difundida por el dispositivo D2D centralizado.

45

50

En algunos modos de realización, los parámetros  $N_{RB}^{D2D}$  y  $n_{RB}^{start}$  no están incluidos en el mensaje de configuración de la zona D2D, y en su lugar, se puede diseñar que el ancho de banda completo del sistema, excepto la región del PUCCH (en los bordes de la banda) se reserve exclusivamente para el descubrimiento D2D desde la perspectiva del sistema, aunque el alcance de los modos de realización no está limitado en este aspecto. En algunos modos de realización, el parámetro  $n_{SF}^{start}$  se puede configurar como una periodicidad para la asignación de la zona de descubrimiento D2D.

55

Incluso en el caso de descubrimiento abierto basado en el UE, sería beneficioso explotar la asistencia potencial de la red en la asignación de recursos de descubrimiento específicos del UE para la transmisión de las señales de descubrimiento para los UE en modo RRC\_CONNECTED (RRC conectado), y mejorar de ese modo la eficiencia del

proceso de descubrimiento. De acuerdo con la invención, cada Región de Descubrimiento D2D (D2D-DZ) se divide en dos zonas de tiempo-frecuencia ortogonales: (1) una zona Non-Contention-Based D2D DZ (NCB-D2D DZ) DZ no basada en contienda) a la cual el eNB asigna recursos periódicos para la transmisión de las señales de descubrimiento y esta región es accesible para los UE D2D en modo RRC\_CONNECTED; y (2) una zona Contention-Based D2D DZ (CB-D2D DZ) (D2D DZ basada en contienda): esta región está, en general, disponible para todos los UE D2D (incluidos los UE que se encuentran fuera de cobertura) en donde los UE habilitados para D2D siguen una transmisión puramente basada en contienda de las señales de descubrimiento. Por otro lado, los recursos de descubrimiento D2D utilizados para la CB-D2D DZ se pueden dividir además en dos partes, denominadas Parte A y Parte B para habilitar el descubrimiento D2D y para indicar aproximadamente el tamaño requerido por los recursos de comunicación D2D (p.e., el número de subtramas para la comunicación D2D) en función de la cantidad de datos D2D almacenados en un búfer (memoria intermedia de almacenamiento temporal) en la parte del UE, especialmente debido al hecho de que el procedimiento de descubrimiento D2D puede ir seguido por una operación de comunicación D2D. La utilización de un recurso de descubrimiento D2D desde un grupo indica la preferencia por una cantidad de recursos mayor que un umbral preestablecido.

De acuerdo con algunos modos de realización, una zona de descubrimiento D2D se puede configurar de dos formas distintas: como zona de descubrimiento D2D común de la red y como zona de descubrimiento D2D específica de la celda, cuyos detalles se describen a continuación. Para las zonas de descubrimiento comunes de la red se puede reservar un conjunto común de recursos de tiempo-frecuencia para el descubrimiento D2D a través de toda la red. La configuración podría diferir entre redes móviles terrestres públicas (PLMN) diferentes para permitir a los respectivos operadores un cierto grado de flexibilidad en la provisión de recursos. La zona de descubrimiento puede ser aprovisionada por cada PLMN mediante herramientas de Operación, Administración y Mantenimiento (OAM). La configuración común de la red de las zonas de descubrimiento se puede señalar de múltiples formas. El aprovisionamiento exacto de recursos se puede determinar en función de estadísticas del número de UE habilitados para ProSe en la red, sus respectivas capacidades y ubicación (hasta la granularidad de área de seguimiento (TA)). Esta información está disponible en el servidor D2D, y el servidor D2D puede indicarles a los eNB la configuración exacta de recursos a través de la Entidad de Gestión de la Movilidad (MME).

En las zonas de descubrimiento específicas de celda, cada eNB 104 puede determinar la configuración exacta de recursos para las zonas de descubrimiento específicas de celda utilizando información sobre el número actual de UE 102 habilitados para ProSe que se encuentran activos y el estado de interferencia. Una parte de esta información se puede obtener a través de una información periódica/activada por eventos/bajo demanda devuelta por los UE 102 habilitados para ProSe que participan en el proceso de descubrimiento. Para habilitar el descubrimiento D2D entre los eNB, existe un cierto nivel de coordinación entre los eNB vecinos y se puede conseguir mediante un intercambio de información sobre la configuración de las zonas de descubrimiento entre los eNB vecinos a través de una interfaz X2.

De acuerdo con los modos de realización, un eNB 104 puede enviarles a los UE 102 habilitados para ProSe una señalización para indicarles la configuración de la zona de descubrimiento D2D. La señalización puede indicar los recursos de tiempo y frecuencia y la periodicidad de la zona de descubrimiento 204, y puede indicar parámetros operativos para la zona de descubrimiento 204. Los recursos de la zona de descubrimiento D2D 204 para la transmisión de la señal de descubrimiento D2D pueden ser asignados por los UE 102 habilitados para ProSe.

En algunos modos de realización, la señalización de la configuración de la zona de descubrimiento D2D puede indicar una o más ocurrencias de la zona de descubrimiento 204. De acuerdo con la invención, la señalización de la configuración de la zona de descubrimiento D2D es enviada por el eNB 104, bien de forma semiestática utilizando la señalización del control de recursos radio (RRC), o enviada utilizando los SIB. En el ejemplo que se ilustra en la FIG. 2, la zona de descubrimiento 204 comprende una pluralidad de PRB 206 en una zona 202 de operación LTE y la zona de descubrimiento 204 puede ocurrir de forma periódica o regular.

De acuerdo con la invención, la señalización es enviada por el eNB, bien utilizando la señalización RRC dedicada, o enviada utilizando la señalización del control de recursos radio (RRC) común a través de los SIB (esto es, señalización SIB). Cuando la señalización enviada por el eNB utiliza una señalización RRC común a través de los SIB, la señalización enviada por el eNB puede incluir una transmisión SIB y/o una transmisión de búsqueda. En algunos modos de realización, la información de configuración se puede, o bien agregar a un SIB existente (p.e., de acuerdo con la Versión 11 de LTE), o señalar mediante un SIB de nueva definición (p.e., de acuerdo con una versión posterior de LTE).

Para la señalización en el caso de la asignación de la zona de descubrimiento tanto común de la red como específica de la celda, la red debe poder enviarles mediante señalización esa información a los UE en los modos de operación tanto RRC\_CONNECTED como RRC\_IDLE (RRC inactivo). Para la asignación de zonas de descubrimiento D2D común de la red, se pueden emplear diferentes mecanismos de señalización. En algunos modos de realización, para señalar la información de configuración de la zona de descubrimiento D2D se pueden utilizar los bloques de información del sistema (SIB) existentes (p.e., SIB2), incluido el factor de silenciamiento y otros parámetros relacionados con la celda o comunes de la red que se analizarán con más detalle más abajo.

En algunos modos de realización, la zona de descubrimiento 204 puede hacer referencia a, o considerarse, un período de descubrimiento. En algunos modos de realización, el descubrimiento D2D basado en contienda se puede designar o considerar descubrimiento de Tipo 1, mientras que el descubrimiento D2D no basado en contienda se puede designar o considerar descubrimiento de Tipo 2.

- 5 En algunos modos de realización, la señalización de la configuración de la zona de descubrimiento D2D indica al menos una de las siguientes: una zona de descubrimiento D2D no basado en contienda (NCB-D2D DZ) a la cual se asignan recursos periódicos para la transmisión no basada en contienda de las señales de descubrimiento 101 únicamente por parte de los UE habilitados para ProSe en modo RRC conectado, y una zona de descubrimiento D2D basado en contienda (CB-D2D DZ) a la cual se asignan recursos periódicos para la transmisión basada en contienda de las señales de descubrimiento 101 por parte de cualquier UE habilitado para ProSe, incluidos los UE habilitados para ProSe en modo RRC conectado, en modo RRC inactivo y UE fuera de cobertura. En estos modos de realización se puede designar la zona de descubrimiento D2D no basado en contienda para la transmisión de las señales de descubrimiento 101 de acuerdo con una técnica no basada en contienda por parte de los UE habilitados para ProSe en modo RRC conectado. En algunos modos de realización, a los UE habilitados para ProSe en modo RRC conectado se les pueden asignar recursos de descubrimiento específicos de la zona de descubrimiento D2D no basado en contienda para su transmisión de las señales de descubrimiento 101. En algunos modos de realización, la señalización de la configuración de la zona de descubrimiento D2D puede indicar que la zona de descubrimiento 204 está dividida en una zona de descubrimiento D2D no basado en contienda y una zona de descubrimiento D2D basado en contienda.
- 20 En algunos de estos modos de realización se puede designar la zona de descubrimiento D2D basado en contienda para la transmisión de las señales de descubrimiento 101 de acuerdo con una técnica puramente basada en contienda por parte de cualquier UE habilitado para ProSe. En estos modos de realización, a los UE habilitados para ProSe no se les asignan recursos de descubrimiento específicos de la transmisión basada en contienda de las señales de descubrimiento 101. Los UE habilitados para ProSe que utilizan la zona de descubrimiento D2D basado en contienda pueden incluir los UE habilitados para ProSe en modo RRC conectado, los UE habilitados para ProSe en modo RRC inactivo, y otros UE habilitados para ProSe tales como los UE que se encuentran fuera de cobertura (p.e., los UE conectados a otros eNB).

- 30 En algunos de estos modos de realización, un eNB 104 puede proporcionar la señalización de los recursos de descubrimiento D2D y tanto los recursos de descubrimiento D2D basados en contienda como los libres de contienda pueden ser repartidos y configurados por el eNB. En algunos modos de realización, la división puede ser lógica. El reparto real de recursos depende eventualmente de la red o del eNB, (esto es, en función de la implementación). En algunos modos de realización, algunos de los recursos físicos se solapan entre las dos reservas de zonas/recursos.

- 35 En algunas implementaciones alternativas que no se reivindican se puede utilizar la señalización de la capa de aplicación para señalar la configuración de la zona de descubrimiento D2D. En estas implementaciones, un servidor D2D puede señalar la configuración de la zona de descubrimiento D2D durante la operación de registro D2D de los UE habilitados para ProSe. Los cambios en la configuración de la zona de descubrimiento D2D se les pueden señalar desde el servidor D2D a los UE habilitados para ProSe mediante mensajes de reconfiguración de la capa de aplicación.

- 40 En algunas implementaciones alternativas que no se reivindican, se puede utilizar señalización del estrato de no acceso (NAS) para señalar la configuración de la zona de descubrimiento D2D. En estos modos de realización, una entidad de gestión de la movilidad (MME) puede señalar la configuración de la zona de descubrimiento D2D durante la operación de registro D2D en un servidor D2D de los UE habilitados para ProSe. En estos modos de realización, tanto el UE como el servidor D2D pueden solicitar la información de la zona de descubrimiento. En las dos opciones de señalización indicadas más arriba (señalización de la capa de aplicación o NAS), puede ser menos eficiente soportar la asignación de recursos sin contienda a los UE RRC\_CONNECTED debido a que el recurso de la zona de descubrimiento es gestionado por la MME en lugar de por el eNB y, en consecuencia, la asignación dinámica de recursos no es la preferida debido a la sobrecarga de señalización en la red troncal.

- La FIG. 3A ilustra la notificación de las métricas de una zona de descubrimiento de acuerdo con algunos modos de realización. En estos modos de realización se configura un eNB 104 (FIG. 1) para recibir las métricas de carga de la zona de descubrimiento, métricas de carga de la zona de descubrimiento que se basan en la monitorización de las señales de descubrimiento 101 (FIG. 1) en el interior de la zona de descubrimiento 204 (FIG. 2) por parte de uno o más UE 102 habilitados para ProSe (FIG. 1). El eNB 104 puede determinar si es necesario o no realizar cambios a la configuración de asignación de recursos para las actividades D2D en función de las métricas de carga de la zona de descubrimiento. En estos modos de realización, los UE 102 habilitados para ProSe pueden monitorizar la zona 204 de descubrimiento a la espera de las señales 101 de descubrimiento D2D transmitidas por otros UE 102 habilitados para ProSe y notificarle las métricas de carga de la zona de descubrimiento al eNB 104. En función de las métricas de carga de la zona de descubrimiento, el eNB 104 puede realizar cambios a su configuración de asignación de recursos para las actividades D2D incluyendo los recursos para el descubrimiento D2D y los recursos para las comunicaciones D2D. En algunos modos de realización, en función de las métricas de carga de la zona de descubrimiento, el eNB 104 puede realizar cambios para optimizar la configuración de asignación de recursos para las actividades D2D. Por ejemplo, el eNB 104 puede cambiar el tamaño de la reserva de recursos para las

actividades D2D y puede asignar recursos de la zona de descubrimiento posterior, así como asignar recursos para la comunicación D2D posterior en función de las métricas de carga de la zona de descubrimiento. En función de las métricas de carga de la zona de descubrimiento, el eNB 104 también puede aplicar o suspender una o más técnicas de control de interferencia, por ejemplo, modificando algunos parámetros para la supresión de interferencias (como, por ejemplo, silenciamiento aleatorio o transmisión probabilística aleatoria). Tal como se ilustra en la FIG. 3A, un UE 102 habilitado para ProSe puede recibir desde un eNB 104 una señalización 312 que indica la configuración de una zona de descubrimiento. El UE 102 puede monitorizar la zona de descubrimiento 313 en operación y puede comunicar las métricas de la zona de descubrimiento en un mensaje 314.

En algunos modos de realización, las métricas de la zona de descubrimiento incluyen un conteo de transmisiones de señales de descubrimiento en una serie de ocurrencias de la zona de descubrimiento (p.e., el número de conteo). En algunos modos de realización, las métricas de la zona de descubrimiento incluyen, además, una serie de transmisiones de señales de descubrimiento únicas, y el eNB puede determinar el número de UE 102 habilitados para ProSe en función de las métricas de carga de la zona de descubrimiento. En algunos modos de realización, las métricas de la zona de descubrimiento pueden incluir al menos una de las siguientes: una serie de transmisiones de señales de descubrimiento en una serie de ocurrencias de la zona de descubrimiento; una serie de señales de descubrimiento detectadas con éxito en una serie de ocurrencias de la zona de descubrimiento; y una indicación del nivel de interferencia en una serie de ocurrencias de la zona de descubrimiento. En algunos de estos modos de realización, los UE habilitados para ProSe son capaces de distinguir las transmisiones de señales de descubrimiento de otros UE en función de la DMRS, y las métricas de la zona de descubrimiento pueden incluir una serie de secuencias únicas de DMRS detectadas a ciegas o valores únicos de desplazamiento cíclico.

En estos modos de realización, los UE se pueden configurar para devolver información para la configuración de las zonas de descubrimiento D2D. En el caso de las configuraciones de zona de descubrimiento específicas de celda, el eNB puede recibir información sobre la carga de la celda desde los UE habilitados para ProSe que participan en el proceso de descubrimiento. Sin embargo, un eNB solo puede conocer el número de UE habilitados para ProSe en modo RRC\_CONNECTED. El eNB puede no conocer el número de UE en modo RRC\_IDLE que participan en el descubrimiento D2D dentro de su área de servicio. Algunos modos de realización le proporcionan al eNB la información sobre la carga de las zonas de descubrimiento obtenida permitiendo la devolución de información por parte del UE.

En algunos modos de realización los UE habilitados para ProSe pueden notificar en forma de una respuesta de búsqueda el número de transmisiones en las N zonas de descubrimiento anteriores, en donde N puede ser un parámetro predeterminado o configurable. Como el ciclo de búsqueda se puede configurar de forma específica para el UE con diferentes grupos de UE asignados a subtramas diferentes para la búsqueda de monitorización, el número de UE que inician un procedimiento de acceso aleatorio (RA) como respuesta a la búsqueda para devolver esta información puede ser gestionado por el eNB. Se debe observar que, dado el bajo ciclo de cometido de la configuración de las zonas de descubrimiento, no sería necesario que el eNB solicite esta información de retorno de todos los UE en modo RRC\_IDLE en la misma subtrama de búsqueda para estimar la cantidad de carga de las zonas de descubrimiento. Como el factor de silenciamiento puede ser configurado por el eNB, el eNB puede regular su impacto al derivar esta estimación.

La petición de información de vuelta sobre el número de transmisiones en las N zonas de descubrimiento anteriores se puede agregar al mensaje de búsqueda y puede ser habilitada por el eNB cuando es necesario que un UE o un conjunto de UE notifiquen dicha métrica. Además, el eNB puede conocer el número de UE en modo RRC\_CONNECTED que participan en el descubrimiento D2D utilizando el mecanismo indicado más arriba o utilizando las peticiones de información de retorno indicadas mediante la señalización de los CE (elementos de canal) RRC o MAC dedicados.

En algunos otros modos de realización, un UE puede notificar métricas relacionadas con el descubrimiento o informes de medición parecidos a Minimization Driving Test (MDT) (Minimización de las pruebas en campo) o como parte de los informes de MDT. En modo inactivo, el UE almacena y acumula la medición y comunica la medición registrada una vez que el UE se ha conectado. En modo conectado, el UE puede notificar una medición relacionada con el descubrimiento de forma periódica o iniciada por eventos. Como en modo inactivo la notificación no es inmediata, puede ser necesario incluir una marca de tiempo que indique el instante del registro de los resultados de la medición. Además, también se puede incluir información detallada relacionada con la ubicación (p.e., un índice de celda o información de GPS). Para las métricas o mediciones relacionadas con el descubrimiento, tal como se ha descrito más arriba, se puede comunicar el número de transmisiones en las N zonas de descubrimiento anteriores. Alternativamente, se puede informar del nivel de interferencia o el número de transmisiones de paquetes de descubrimiento D2D detectados con éxito. Por ejemplo, asumiendo transmisiones de paquetes de descubrimiento que utilicen secuencias base de DM-RS y/o desplazamientos cíclicos seleccionados aleatoriamente (para la transmisión de paquetes de descubrimiento basados en el PUSCH), los UE pueden notificar el número de secuencias únicas de DM-RS detectadas a ciegas o los desplazamientos cíclicos acumulados o promediados sobre las N1 zonas de descubrimiento D2D más recientes, en donde N1 puede ser predeterminado o configurable.

La FIG. 3B ilustra la utilización de un canal de acceso aleatorio (RACH) para el conteo de los UE habilitados para ProSe de acuerdo con algunos modos de realización. En estos modos de realización, el eNB 104 puede determinar

el número de UE 102 habilitados para ProSe a partir de la señalización del control de recursos radio (RRC) (operación 308) recibida desde los UE 102 habilitados para ProSe durante un procedimiento 300 de acceso aleatorio basado en contienda (CBRA) como parte de un procedimiento de acceso inicial. La señalización RRC puede, por ejemplo, incluir una indicación de la capacidad D2D del UE 102 habilitado para ProSe que está transmitiendo. En estos modos de realización, el eNB 104 puede determinar es necesario o no modificar la configuración de asignación de recursos para actividades D2D en función de las métricas de carga de la zona de descubrimiento y el número de UE 102 habilitados para ProSe determinados a partir de la señalización RRC.

En estos modos de realización, el RACH se utiliza para el conteo de los UE D2D: el conteo de los UE habilitados para ProSe (esto es, con capacidad D2D) se realiza durante el procedimiento inicial de Acceso Aleatorio Basado en Contienda (CBRA) del UE (operaciones 302, 304, 306, 308 y 310). En estos modos de realización, la capacidad para ProSe de un UE se puede incluir en el mensaje transmitido (operación 308). Estos modos de realización se pueden utilizar para contar los UE en modo RRC\_CONNECTED, así como en modo RRC\_IDLE.

La FIG. 4 ilustra un procedimiento para el conteo de los UE habilitados para ProSe para los UE en el modo de control de recursos radio (RRC) conectado. En estos modos de realización, un eNB 104 se puede configurar para transmitir un mensaje de petición de conteo D2D (operación 402) y recibir un mensaje de respuesta de conteo D2D (operación 404) de los UE 102 habilitados para ProSe que se encuentran en el modo de control de recursos radio (RRC) conectado. En estos modos de realización, el mensaje 404 de respuesta de conteo D2D puede indicar que el UE que responde es un UE habilitado para ProSe, lo que le permite al eNB 104 estimar aproximadamente el número de UE habilitados para ProSe a partir del número de mensajes 404 de respuesta de conteo D2D que se reciben. En algunos de estos modos de realización, un mensaje 404 de respuesta de conteo D2D puede consistir en indicar que un UE en modo RRC conectado no soporta ProSe.

En algunos modos de realización, el mensaje de petición de conteo D2D (operación 402) puede incluir una pluralidad de preámbulos RACH dedicados asignados para el conteo D2D, y el mensaje de respuesta de conteo D2D (operación 404) puede comprender uno de los preámbulos RACH seleccionado por un UE 102 habilitado para ProSe y transmitido en una ranura de acceso asignada (p.e., un recurso de tiempo/frecuencia del RACH).

En estos modos de realización, en el mensaje de petición de conteo D2D se puede incluir un conjunto de preámbulos RACH dedicados. Después de recibir de la red una petición de conteo para un conteo D2D, un UE que soporta D2D responde enviando un preámbulo RACH seleccionado de la reserva de preámbulos RACH asignados para fines de conteo D2D del UE; el UE transmite el preámbulo seleccionado sobre la ranura de acceso asignada (el recurso de tiempo/frecuencia del canal RACH). Se debe observar que, para determinar si es necesario agregar o reducir los recursos de descubrimiento D2D en comparación con la configuración actual (lo que se puede conseguir comparando un cierto número umbral relacionado con la configuración actual de recursos D2D) puede ser suficiente una estimación relativamente aproximada del número de UE con capacidad D2D. No es necesario un conteo muy preciso de un número mayor de UE. Por consiguiente, mediante la asignación de una serie de combinaciones de firma de preámbulo y ranura de tiempo similar a, o solo un poco mayor que, dicho número umbral, resulta sencillo obtener la información requerida.

En estos modos de realización, para una asignación de recursos de descubrimiento optimizada podría ser suficiente en algunos casos contar los UE con capacidad D2D en modo RRC\_CONNECTED, debido al hecho de que los recursos de señal de descubrimiento se asignan generalmente de forma semiestática y cualquier UE con capacidad D2D en Modo RRC\_IDLE tiene que utilizar los recursos basados en contienda para el descubrimiento D2D debido a la ausencia de contexto RRC en la red de acceso radio. La red tiene la capacidad de ajustar gradualmente los recursos en función de las estadísticas de utilización de los recursos D2D obtenidas y la probabilidad de que se produzcan colisiones. Por consiguiente, tal como se define como parte del procedimiento de conteo en los MBMS, en primer lugar la E-UTRAN inicia el procedimiento enviando un mensaje *D2DCountingRequest* (Petición de Conteo D2D). Tras recibir el mensaje *D2DCountingRequest*, el UE con capacidad de descubrimiento D2D en modo RRC\_CONNECTED transmitirá un mensaje *D2DCountingResponse* (Respuesta de Conteo D2D).

En algunos modos de realización, un eNB puede determinar el número de UE 102 habilitados para ProSe a partir de los mensajes RRC que indican la liberación de recursos de descubrimiento transmitidos por los UE habilitados para ProSe en modo RRC conectado. En algunos de estos modos de realización, los UE habilitados para ProSe en modo RRC\_CONNECTED pueden transmitir un mensaje RRC que indica la liberación de recursos de descubrimiento incluso si aún no han sido configurados con recursos de descubrimiento dedicados. Esta información puede ayudar al eNB a estimar el número de UE habilitados para ProSe en modo RRC\_CONNECTED que participan en el descubrimiento D2D, y de ese modo puede optimizar la asignación de recursos para los UE en modo RRC\_CONNECTED.

En algunos modos de realización, el eNB puede determinar el número de UE 102 habilitados para ProSe a partir de la recepción de mensajes periódicos de área de seguimiento (TA) que contienen una indicación de capacidad D2D transmitida por los UE habilitados para ProSe en modo RRC inactivo. En estos modos de realización, los UE habilitados para ProSe en modo RRC inactivo se pueden configurar para agregar la indicación de capacidad D2D en los mensajes periódicos de área de seguimiento (TA).

5 En algunos modos de realización se puede configurar un UE habilitado para ProSe para recibir desde un nodo B mejorado (eNB) una señalización de configuración de zona de descubrimiento dispositivo a dispositivo (D2D) para indicar los recursos de tiempo y frecuencia y una periodicidad para una zona de descubrimiento y para indicar uno o más parámetros operativos de la zona de descubrimiento. En algunos modos de realización, cuando un UE se encuentra en el modo inactivo (RRC\_IDLE) del control de recursos radio (RRC), el UE puede pasar al modo RRC conectado (RRC\_CONNECTED) para enviarle una petición de recurso de descubrimiento al eNB. El UE puede volver por sí solo al modo RRC inactivo tras recibir un mensaje de configuración de recursos desde el eNB, al menos para las transmisiones en una zona de descubrimiento D2D basado en contienda (CB-D2D DZ).

10 En algunos modos de realización, se puede configurar un eNB 104 para intercambiar información de configuración de una zona de descubrimiento D2D con uno o más eNB vecinos. El eNB 104 se puede configurar para señalar la información de configuración de la zona de descubrimiento D2D de uno o más eNB vecinos a los UE habilitados para ProSe (p.e., mediante señalización SIB). En estos modos de realización, un cierto nivel de coordinación entre los eNB vecinos puede soportar el descubrimiento entre eNB, especialmente en el caso de una configuración específica de celda de las zonas de descubrimiento D2D. En algunos modos de realización, los eNB 104 pueden intercambiar información sobre la configuración de las zonas de descubrimiento D2D en sus celdas respectivas. La configuración de descubrimiento D2D de una celda vecina puede ser comunicada mediante señalización a los UE 102 por parte de las correspondientes celdas de servicio. En algunos modos de realización alternativos, la celda de servicio puede informar a los UE sobre la ubicación del bloque de información del sistema (SIB) relevante transmitido por las celdas vecinas, y los UE pueden obtener el SIB correspondiente y de ese modo conocer la configuración de la zona de descubrimiento D2D en las celdas vecinas. En ambos casos puede depender de la implementación del UE, especialmente en el descubrimiento abierto basado en el UE, la decisión sobre si transmitir y/o escuchar en las zonas de descubrimiento D2D (que no se solapan con la zona de descubrimiento D2D de su celda de servicio) de todas las celdas en la lista de celdas vecinas de solo un subconjunto seleccionado de las mismas.

25 Para la configuración común de la red de las zonas de descubrimiento D2D, las celdas integrantes se pueden configurar para mantener una estricta sincronización temporal respecto a la frontera de la subtrama, el número de subtramas (SFN), etc. con el fin de habilitar una zona de descubrimiento D2D común. Esto se puede conseguir, por ejemplo, mediante sincronización de la red de retorno (backhaul) o mediante GPS. En algunos modos de realización, los requisitos de sincronización temporal estricta se pueden relajar utilizando un prefijo cíclico (CP) extendido para las zonas de descubrimiento D2D y utilizando un prefijo cíclico de longitud normal para las zonas sin descubrimiento.

30 En las zonas de descubrimiento D2D configuradas sobre una base específica de celda surge un desafío como consecuencia de la coexistencia de la transmisión/recepción del descubrimiento D2D y el tráfico móvil (WAN). Como las zonas de descubrimiento D2D están configuradas en las subtramas del UL definidas actualmente, la interferencia entre celdas entre las transmisiones de la señal de descubrimiento D2D y las transmisiones PUSCH del UL se puede gestionar, por ejemplo, mediante la planificación del UL y el control de potencia del UL para las transmisiones PUSCH, incorporando alguna forma de control de la potencia de transmisión (p.e., configurando la potencia máxima de transmisión) para la transmisión de las señales de descubrimiento, utilizando un enfoque de agrupación de celdas y/o la selección de recursos de descubrimiento por parte del UE en función de la geometría de UE. Estos modos de realización se describen con más detalle más abajo.

40 En algunos modos de realización, para señalar la información de configuración de la zona de descubrimiento D2D del uno o más eNB vecinos, cuando el eNB 104 opera como eNB de servicio se configura para proporcionar información de ubicación para los bloques de información del sistema (SIB) transmitidos por uno o más eNB vecinos, con el fin de permitir que los UE servidos por el eNB de servicio obtengan los SIB, indicando dichos SIB la configuración de la zona de descubrimiento D2D para el uno o más eNB vecinos. En estos modos de realización, puede depender de la implementación del UE, especialmente para el descubrimiento abierto basado en el UE, la decisión sobre si transmitir y/o escuchar en las zonas de descubrimiento D2D (que no se solapan con la zona de descubrimiento D2D de su celda de servicio) de todas las celdas en la lista de celdas vecinas de solo un subconjunto seleccionado de las mismas. En estos modos de realización, el UE puede recibir la señalización de un eNB de servicio cuando se encuentra en modo RRC conectado, y cuando el UE se encuentra en modo RRC inactivo puede recibir la señalización de un eNB en el que el UE se encuentra acampado. De acuerdo con los modos de realización, un UE tiene un eNB de servicio cuando se encuentra en modo RRC conectado, mientras que cuando se encuentra en modo RRC inactivo, el UE acampa en un eNB (puesto que cuando se encuentra inactivo no está siendo atendido por un eNB).

55 En algunos modos de realización, un eNB 104 está configurado para intercambiar información de configuración de la zona de descubrimiento D2D con uno o más eNB vecinos. En función de la información de configuración de la zona de descubrimiento D2D de uno o más eNB vecinos, el eNB 104 se puede configurar participar en una técnica de reducción de interferencia entre celdas con el fin de reducir la interferencia dentro de las celdas y entre las celdas en una zona de descubrimiento, y la interferencia entre celdas entre transmisiones de las señales de descubrimiento y las transmisiones móviles del enlace ascendente. La técnica de reducción de interferencia entre celdas incluye uno o más de los siguientes aspectos:

- 60
- el rendimiento del control de potencia cooperativo de las subtramas para las transmisiones de las señales de descubrimiento D2D en donde se configuran conjuntos de subtramas del enlace ascendente con parámetros de

control de potencia independientes para reducir la interferencia entre las transmisiones móviles del enlace ascendente (p.e., las transmisiones del canal físico compartido del enlace ascendente (PUSCH)) y las transmisiones de las señales de descubrimiento D2D;

- 5 • la configuración de los niveles de control de potencia de transmisión para la transmisión de las señales de descubrimiento;
- la utilización de agrupación cooperativa de celdas con el fin de alinear las zonas de descubrimiento de los uno o más eNB vecinos; y
- la utilización de división de la zona de descubrimiento en el interior de las celdas de acuerdo con la geometría.

10 La FIG. 5 ilustra el control cooperativo de potencia de las subtramas del enlace ascendente para la transmisión de las señales de descubrimiento D2D de acuerdo con algunos modos de realización. En algunos de estos modos de realización, la planificación del UL y el control de potencia del UL para las transmisiones PUSCH pueden ser configurados por la celda de servicio, puesto que la celda de servicio conoce la configuración de la zona de descubrimiento D2D en las celdas vecinas. En algunos modos de realización se pueden configurar dos conjuntos de subtramas del UL con parámetros de control de potencia independientes (p.e., parámetros de control de potencia en bucle abierto P0 y alfa) para conjuntos diferentes de subtramas del UL. De este modo se puede evitar la interferencia fuerte entre celdas desde la transmisión del PUSCH móvil hasta la recepción de la señal de descubrimiento D2D de la celda vecina utilizando un conjunto de subtramas del UL para cubrir los recursos de descubrimiento D2D de la(s) celda(s) vecina(s), tal como se ilustra en la FIG. 5.

20 Algunos modos de realización pueden incorporar una forma de control de potencia de transmisión (p.e., configurando la potencia máxima de transmisión) para la transmisión de las señales de descubrimiento. En algunos modos de realización se pueden definir con antelación múltiples clases de potencia máxima para la señal de descubrimiento D2D y el nivel de potencia máxima de transmisión seleccionado se le puede señalar al UE a través de la señalización de configuración de descubrimiento D2D.

25 Algunos modos de realización pueden emplear un enfoque de agrupación de celdas por el cual las celdas vecinas alinean sus configuraciones de zona de descubrimiento D2D mediante el intercambio de información a través de la X2 115 (FIG. 1). En estos modos de realización puede ser necesario alinear únicamente los recursos de tiempo-frecuencia reservados para las zonas de descubrimiento D2D, y cada celda puede configurar un factor de silenciamiento (que se explica con más detalle más abajo) de forma independiente para tener en cuenta las variaciones en la carga de las zonas de descubrimiento D2D con el fin de gestionar la interferencia en el interior de las celdas/agrupaciones en las zonas de descubrimiento D2D.

30 En algunos modos de realización, los parámetros operativos de la zona de descubrimiento pueden incluir al menos uno de los siguientes: un factor de silenciamiento, una configuración de control de potencia de transmisión, parámetros de salto y un ID de codificación. En estos modos de realización, con independencia del tipo de operación de descubrimiento D2D (descubrimiento abierto o restringido), para los UE habilitados para ProSe RRC\_CONNECTED o RRC\_IDLE se pueden señalar ciertos parámetros relacionados con la configuración y la transmisión de zonas y señales de descubrimiento (p.e., los paquetes de descubrimiento) a los UE correspondientes.

35 En estos modos de realización, la configuración de la zona de descubrimiento incluye una división de la zona global en zonas de descubrimiento basado en contienda y libre de contienda. Se pueden incluir parámetros para indicar la extensión de cada una de las zonas de descubrimiento en los dominios del tiempo y la frecuencia, y se puede indicar un decalaje de tiempo y una periodicidad de la configuración de las zonas. Para una asignación de zona de descubrimiento específica de celda, esta información sería específica de la celda, y una celda de servicio puede señalar los parámetros correspondientes a las celdas vecinas con el fin de soportar el descubrimiento entre eNB.

40 En algunos modos de realización, si se configura un silenciamiento aleatorio fijo se puede señalar un solo valor para el factor de silenciamiento. Por otro lado, para soportar mecanismos de silenciamiento adaptativos más avanzados puede ser necesario señalar más de un parámetro. En un modo de realización, cada uno de los UE 102 habilitados para ProSe se puede configurar con un factor de silenciamiento nominal que se aplica para la primera ocurrencia de la zona de descubrimiento para el UE respectivo. Para las ocurrencias posteriores de zona de descubrimiento, el factor de silenciamiento que debe aplicar el UE se puede aumentar o reducir dentro de ciertos límites superior e inferior (mediante ciertos factores señalizados por la red/el eNB) en función de si el UE se transmitió en la zona anterior o no. Los límites pueden ser estáticos (configurados previamente) o configurados y actualizados por la red y/o el eNB a una velocidad muy baja, aunque el alcance de los modos de realización no está limitado en este aspecto.

45 En algunos modos de realización, el eNB puede estar configurado para reducir la interferencia dentro de la zona de descubrimiento utilizando un protocolo de silenciamiento y atenuación para las transmisiones de las señales de descubrimiento, y configurado para incluir el factor de silenciamiento en los parámetros de la zona de descubrimiento. En estos modos de realización, el protocolo de silenciamiento y atenuación configura los UE

- 5      habilitados para ProSe con el factor de silenciamiento para ser utilizado en la transmisión de las señales de descubrimiento D2D sobre recursos seleccionados al azar de la zona de descubrimiento D2D en función de la probabilidad indicada por el factor de silenciamiento. La tasa efectiva de llegada de los paquetes de descubrimiento, y por lo tanto el nivel de interferencia dentro de las zonas de descubrimiento D2D se puede controlar. En estos modos de realización, cada uno de los UE habilitados para ProSe que intenta transmitir un paquete de descubrimiento puede seleccionar aleatoriamente un recurso desde la zona de descubrimiento D2D y puede transmitir el paquete con una cierta probabilidad (p.e.,  $(1-p)$ , siendo  $0 \leq p \leq 1$ ). En estos modos de realización,  $p$  se puede definir como el factor de silenciamiento o el factor de probabilidad de transmisión configurado por la red, bien de forma común de la red o de una forma específica de celda por parte de las celdas de servicio individuales.
- 10     En algunos modos de realización, la señalización para el UE indica que, para su utilización en las ocurrencias posteriores de la zona de descubrimiento, se debe aumentar o reducir el factor de silenciamiento, dependiendo de si el UE transmitió zonas de descubrimiento D2D en una ocurrencia anterior de la zona de descubrimiento.
- 15     En algunos modos de realización, cuando los parámetros de zona de descubrimiento comprenden la configuración de control de potencia de transmisión, un UE puede configurarse con una potencia máxima de transmisión para la transmisión de las señales de descubrimiento D2D inferior a la potencia de transmisión especificada por una categoría de UE correspondiente. En estos modos de realización, en función de las condiciones de tráfico de descubrimiento y los casos de uso, los UE habilitados para ProSe pueden configurarse con una potencia máxima de transmisión que puede ser menor que la especificada por la categoría de UE correspondiente. La potencia máxima de transmisión se puede aplicar para la transmisión de paquetes de descubrimiento. Si es soportada, también se
- 20     deberán señalar parámetros adicionales relacionados con opciones de control de potencia adaptativo más avanzadas.
- En algunos modos de realización, cuando los parámetros de zona de descubrimiento comprenden los parámetros de salto, los parámetros de salto indican:
- 25     • parámetros de salto de recursos de descubrimiento en una configuración de zona de descubrimiento D2D libre de contención;
- un tipo de salto que comprende salto de tipo 1 o tipo 2;
- un modo de salto que comprende un salto dentro de la subtrama o entre subtramas;
- un tamaño de subbanda para el salto de tipo 2; y
- una inicialización de secuencia pseudoaleatoria para el salto de tipo 2.
- 30     En estos modos de realización, para las asignaciones de recursos de descubrimiento libres de contención, se le puede proporcionar al UE cierta señalización relacionada con saltos aleatorios. Además, para las transmisiones basadas en la carga útil en las que la transmisión de cada paquete de descubrimiento incluye múltiples pares de PRB, se pueden configurar diferentes tipos de saltos dentro de la subtrama o entre subtramas.
- 35     En algunos modos de realización, cuando los parámetros de zona de descubrimiento comprenden el identificador de codificación, el identificador de codificación se puede utilizar para codificar la máscara CRC de los paquetes de descubrimiento D2D. Se puede asignar un ID de codificación común por grupo de descubrimiento. En estos modos de realización, se puede utilizar un Identificador de Codificación (ID) para la codificación de la máscara CRC de los paquetes de descubrimiento. El identificador de codificación puede ser común por grupo de descubrimiento. Para el descubrimiento abierto, todos los UE habilitados para ProSe en la red (para la configuración de recursos de descubrimiento común de la red) o en las celdas o agrupaciones de celdas (para la configuración de recursos de descubrimiento específica de la celda) se pueden configurar con un ID de codificación común.
- 40     Para el descubrimiento restringido, el ID de codificación se puede utilizar para el filtrado de los candidatos descodificados por parte del UE descubridor antes de enviarles la lista de candidatos a las capas superiores para verificación para el descubrimiento restringido. Para el descubrimiento cerrado, la codificación es la misma basándose en una lista blanca para el descubrimiento restringido. De este modo, aquellos UE habilitados para ProSe que no se encuentran en la lista blanca no podrán descodificar el paquete. La semilla para la codificación de grupo cerrado debe ser generada por el servidor D2D y enviada junto con la información de grupo de la lista blanca durante la operación de registro D2D (no mediante SIB/búsqueda).
- 45     Para el descubrimiento restringido, el ID de codificación se puede utilizar para el filtrado de los candidatos descodificados por parte del UE descubridor antes de enviarles la lista de candidatos a las capas superiores para verificación para el descubrimiento restringido. Para el descubrimiento cerrado, la codificación es la misma basándose en una lista blanca para el descubrimiento restringido. De este modo, aquellos UE habilitados para ProSe que no se encuentran en la lista blanca no podrán descodificar el paquete. La semilla para la codificación de grupo cerrado debe ser generada por el servidor D2D y enviada junto con la información de grupo de la lista blanca durante la operación de registro D2D (no mediante SIB/búsqueda).
- 50     En algunos modos de realización, para el descubrimiento restringido, se puede utilizar un identificador temporal (Temp\_ID) para diferenciar el mismo UE habilitado para ProSe perteneciente a diferentes grupos de descubrimiento (diferentes listas blancas de otros UE habilitado para ProSe). A cada UE habilitado para ProSe que transmite como parte de un descubrimiento restringido se le asignan uno o más Temp\_ID que reemplazan el identificador del UE en el paquete de descubrimiento. Cuando un UE descubridor descodifica dicho paquete le reenvía el/los Temp\_ID descodificado(s) a la red para identificación y verificación adicional como parte del proceso de descubrimiento restringido. Por ejemplo, considérense tres UE habilitados para ProSe que participan en un descubrimiento
- 55

restringido: UE\_A, UE\_B y UE\_C. UE\_A y UE\_B pertenecen a grupos distintos A y B, respectivamente, y el otro no figura en sus respectivas listas blancas, mientras que el UE\_C se encuentra en ambas listas blancas. Así, al UE\_C se le pueden asignar dos Temp\_ID diferentes (UE\_Ca y UE\_Cb), de forma que tanto el UE\_A como el UE\_B pueden descubrir el UE\_Ca y al UE\_Cb respectivamente, y de este modo, con la identificación posterior de la red, pueden descubrir al UE\_C. Sin embargo, los UE\_A y UE\_B solo pueden descubrirse entre sí mediante una operación de descubrimiento abierto.

La FIG. 6 ilustra recursos de una zona de descubrimiento D2D sin contienda activados por un eNB, de acuerdo con algunos modos de realización. En estos modos de realización, un eNB puede utilizar señalización de RRC y/o Capa 1 (capa física) para indicarle a un UE habilitado para ProSe en modo RRC conectado una asignación semipersistente de recursos de descubrimiento para la transmisión sin contienda de las señales de descubrimiento D2D. El eNB se puede configurar para liberar la asignación de recursos de descubrimiento mediante la transmisión de una petición de liberación de recursos de descubrimiento. En estos modos de realización se puede soportar el descubrimiento D2D en modo sin contienda de múltiples formas. En algunos modos de realización, este modo de operación puede ser activado por el eNB (operación 602) en donde, en la operación 604, el eNB configura uno o más UE habilitados para ProSe en modo RRC\_CONNECTED con recursos dedicados para la transmisión de las señales de descubrimiento. En este caso, la asignación de recursos se puede realizar en forma de asignación semipersistente de los recursos de descubrimiento mediante una combinación de señalización de RRC y Capa 1 (operación 606). Los recursos dedicados configurados también pueden ser liberados (operación 608) por el eNB en función de la carga y el estado global de la asignación de recursos de descubrimiento D2D.

La FIG. 7 ilustra recursos de una zona de descubrimiento D2D sin contienda activados por un UE de acuerdo con algunos modos de realización. En estos modos de realización, un eNB puede asignarle recursos de descubrimiento a un UE habilitado para ProSe en modo RRC conectado para la transmisión sin contienda de las señales de descubrimiento D2D en respuesta a una petición de recursos RRC desde el UE habilitado para ProSe. Además de la liberación de recursos de descubrimiento decidida por el eNB, el eNB puede liberar la asignación de recursos de descubrimiento en respuesta a la recepción de una petición de liberación de recursos mediante señalización RRC desde los UE habilitados para ProSe. En estos modos de realización, un UE RRC\_CONNECTED, por ejemplo, en la iniciación desde las capas superiores, puede solicitarle (operación 702) a la celda de servicio recursos para transmisiones de las señales de descubrimiento D2D a través de la capa RRC. Posteriormente, en función de la decisión del eNB, la celda de servicio puede configurar el UE mediante señalización RRC con la configuración de asignación de recursos (operación 704) y, eventualmente, asignaciones semipersistentes mediante señalización de Capa 1. La señalización/activación de la capa 1 no se utiliza puesto que los recursos se pueden configurar mediante RRC (operación 704) y a continuación la transmisión de descubrimiento se activa automáticamente a partir de la siguiente ocurrencia de la reserva/zona de recursos de descubrimiento (operación 706). Además de la liberación de recursos decidida por el eNB (operación 710), un UE también puede solicitar la liberación de recursos de descubrimiento a través de la capa RRC (operación 708).

En estos modos de realización, cuando los recursos de descubrimiento D2D se asignan explícitamente a través del PDCCH puede no ser necesaria la configuración de los recursos RRC (operación 704). Asimismo, se pueden realizar combinaciones de esquemas de asignación de recursos libres de contención activados por el eNB y activados por el UE con mecanismos de liberación de recursos decidida por el eNB y solicitada por el UE.

Adicionalmente, los recursos para el descubrimiento D2D pueden no estar reservados (esto es, no se han configurado zonas de descubrimiento) a nivel de celda/agrupación de celdas o a nivel de red en función de la presencia de UE habilitados para ProSe activos. En semejante situación, un UE habilitado para ProSe en modo RRC\_CONNECTED puede enviar una petición de asignación de recursos de descubrimiento D2D por medio de RRC o la capa de aplicación. Si se solicita a través de la capa de aplicación, esta petición se le enviará al servidor D2D, el cual, a su vez, le solicita al eNB que active la zona de descubrimiento o asigne recursos adicionales para el descubrimiento sin contención según sea necesario. Asimismo, un UE habilitado para ProSe en modo RRC\_IDLE puede pasar a modo conectado para enviar una petición de recursos de descubrimiento. No obstante, esto puede no implicar la configuración de la conexión RRC. Por ejemplo, el UE puede enviar una petición de conexión RRC que indica únicamente una petición de zona de descubrimiento. Alternativamente, el UE pasa por sí mismo a modo inactivo cuando el eNB envía un mensaje de acuse de recibo (o configuración de recursos radio de descubrimiento) para el mensaje de petición de descubrimiento.

En algunos modos de realización, los recursos de descubrimiento D2D se pueden proveer de forma estática. Para el soporte de descubrimiento D2D para los casos de uso de seguridad nacional y seguridad pública (NSPS) en escenarios de cobertura de red externa o parcial, se pueden configurar previamente ciertos recursos periódicos de tiempo-frecuencia como recursos de descubrimiento D2D para los UE habilitados para ProSe de seguridad pública (PS). Dichos recursos se podrían configurar para un ciclo de utilización reducido y en condiciones apropiadas, en función del protocolo de descubrimiento D2D concreto se pueden asignar recursos adicionales para complementar las zonas de descubrimiento D2D previamente configuradas coordinando los UE para escenarios de cobertura de red parcial o externa. La configuración de los recursos adicionales puede ajustarse a los principios descritos más arriba teniendo en cuenta la presencia de las zonas de descubrimiento D2D por defecto previamente configuradas de forma estática.

En algunos modos de realización, para la división basada en la geometría de la zona de descubrimiento D2D en el interior de la celda, un UE puede recibir una señalización de un eNB de servicio comunicando la información de configuración de la zona de descubrimiento D2D de uno o más eNB vecinos que incluye los recursos de descubrimiento de la zona de descubrimiento D2D utilizados para al menos uno de los UE D2D del centro de la celda y los UE D2D del borde de la celda. Para la transmisión de las señales de descubrimiento D2D basadas al menos en un RSRP de un eNB de servicio, el UE puede seleccionar los recursos indicados para los UE D2D del centro de la celda o los UE D2D del borde de la celda. En estos modos de realización, un UE puede seleccionar un recurso de descubrimiento en función de la geometría de UE. La zona de descubrimiento se puede dividir, y una parte de los recursos de descubrimiento se utiliza principalmente para los UE del centro de la celda si estos recursos de descubrimiento se utilizan para la planificación normal del UL en las celdas vecinas. Los UE habilitados para ProSe que tienen una relación  $RSRP_{servicio} / RSRP_{vecino\_de\_mayor\_potencia}$  mayor que un umbral predefinido o configurado pueden transmitir paquetes de descubrimiento D2D en la zona de descubrimiento reservada para los UE habilitados para ProSe del centro de la celda. En lo indicado más arriba,  $RSRP_{servicio}$  es la RSRP de la celda de servicio y  $RSRP_{vecino\_de\_mayor\_potencia}$  corresponde a la RSRP del enlace a la celda que en la lista de celdas vecinas tenga el máximo valor de RSRP. Esta división basada en la geometría de la zona de descubrimiento D2D en el interior de la celda, junto con una planificación cuidadosa de las transmisiones PUSCH en las celdas con tráfico WAN puede permitir la coexistencia de zonas de descubrimiento D2D y transmisiones del UL LTE en las celdas vecinas. Los eNB pueden intercambiar información sobre el recurso de descubrimiento utilizado para los UE D2D del centro de la celda o los UE D2D del borde de la celda. En algunos de estos modos de realización, el UE puede seleccionar el recurso de descubrimiento en función de la  $RSRP_{servicio}$  en lugar de la relación anterior y funcionaría de forma similar, especialmente en NW con eNB con una potencia de transmisión similar (p.e., para redes solo macro).

La FIG. 8 es un diagrama de bloques funcional de un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con algunos modos de realización. El dispositivo de comunicación inalámbrica (WCD) 800 puede ser apropiado para su utilización como un UE 102 (FIG. 1) o un eNB 104 (FIG. 1). El WDC 800 puede incluir una circuitería 802 de capa física (PHY) para transmitir y recibir señales hacia y desde otros WDC (eNB y UE) mediante una o más antenas 801, así como para las comunicaciones D2D con otros UE. El WDC 800 también puede incluir una circuitería 804 de capa de control de acceso al medio (MAC) para controlar el acceso al medio inalámbrico. El WDC 800 también puede incluir una circuitería 806 de procesamiento y una memoria 808 dispuestas para configurar los diversos elementos del WDC 800 con el fin de realizar las diversas operaciones descritas en la presente solicitud.

En algunos modos de realización, el dispositivo móvil puede ser parte de un dispositivo de comunicación inalámbrica portátil como, por ejemplo, un asistente digital personal (PDA), un ordenador portátil con capacidad de comunicación inalámbrica, una tableta web, un teléfono inalámbrico, un teléfono inteligente, unos auriculares inalámbricos, un buscapersonas, un dispositivo de mensajería instantánea, una cámara digital, un punto de acceso, un televisor, un dispositivo médico (p.e., un monitor de frecuencia cardíaca, un monitor de presión arterial, etc.) u otro dispositivo que pueda recibir y/o transmitir información de forma inalámbrica. En algunos modos de realización, el dispositivo móvil puede incluir uno o más de los siguientes elementos: un teclado, una pantalla, un puerto de memoria no volátil, múltiples antenas, un procesador de gráficos, un procesador de aplicaciones, altavoces y otros elementos de dispositivo móvil. La pantalla puede ser una pantalla LCD que incluya una pantalla táctil.

Las antenas 801 pueden comprender una o más antenas direccionales u omnidireccionales, incluyendo, por ejemplo, antenas dipolo, antenas monopolo, antenas de parche, antenas de bucle, antenas de microcinta u otros tipos de antenas apropiados para la transmisión de señales de RF. En algunos modos de realización de múltiple entrada múltiple salida (MIMO), las antenas se pueden separar de forma efectiva para aprovechar la diversidad espacial y las diferentes características de canal que puedan resultar.

Aunque el dispositivo móvil se ilustra con varios elementos funcionales independientes, uno o más de los elementos funcionales se pueden combinar y se pueden implementar mediante combinaciones de elementos configurados por software, tales como elementos de procesamiento que incluyen procesadores de señales digitales (DSP) y/u otros elementos de hardware. Por ejemplo, algunos elementos pueden comprender uno o más microprocesadores, DSP, matrices de puertas programables en campo (FPGA), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), circuitos integrados de radiofrecuencia (RFIC) y combinaciones de diversos componentes de hardware y circuitería lógica para realizar al menos las funciones descritas en la presente solicitud. En algunos modos de realización, los elementos funcionales se pueden referir a uno o más procesos que operan en uno o más elementos de procesamiento.

Los modos de realización se pueden implementar mediante hardware, firmware o software, o una combinación de los mismos. Los modos de realización también se pueden implementar mediante instrucciones almacenadas en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador, que pueden ser leídas y ejecutadas por al menos un procesador para realizar las operaciones descritas en la presente solicitud. El dispositivo de almacenamiento legible por ordenador puede incluir cualquier mecanismo no transitorio para almacenar información en una forma legible por un equipo (p.e., un ordenador). Por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador puede incluir memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), medios de almacenamiento en disco magnético, medios de almacenamiento ópticos, dispositivos de memoria flash y otros dispositivos y medios de almacenamiento. Algunos modos de realización pueden incluir uno o más procesadores y se pueden configurar con instrucciones almacenadas en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador.

**REIVINDICACIONES**

1. Un nodo B mejorado, eNB, (102) que comprende una circuitería de procesamiento de hardware configurado para:
  - 5 transmitir una señalización bien mediante señalización de control de recursos radio, RRC, dedicada o enviada mediante señalización RRC común a través de bloques de información del sistema, SIB, para indicarle la configuración de una zona de descubrimiento dispositivo a dispositivo, D2D, (204) a un equipo de usuario (104) habilitado para servicios de proximidad, ProSe, en donde la señalización indica los recursos de tiempo y frecuencia y la periodicidad de la zona de descubrimiento, así como parámetros operativos para la zona de descubrimiento,
    - 10 en donde los recursos de la zona de descubrimiento D2D (204) se asignan para la transmisión de la señal de descubrimiento D2D (101) por parte de los equipos de usuario (104) habilitados para ProSe,
      - caracterizado por que
        - 15 la señalización para la configuración de la zona de descubrimiento D2D (204) indica:
          - una zona de descubrimiento D2D (204) no basado en contienda a la cual se asignan recursos periódicos para la transmisión no basada en contienda de señales de descubrimiento por parte únicamente de los equipos de usuario (104) habilitados para ProSe en modo RRC conectado; y
            - 20 una zona de descubrimiento D2D (204) basado en contienda a la cual se asignan recursos periódicos para la transmisión basada en contienda de señales de descubrimiento por parte de cualesquiera equipos de usuario (104) habilitados para ProSe, incluyendo equipos de usuario (104) habilitados para ProSe en modo RRC conectado, modo RRC inactivo y equipos de usuario (104) fuera de cobertura.
  2. El eNB (102) de la reivindicación 1, configurado además para:
    - 25 recibir métricas de carga de la zona de descubrimiento (204), en donde las métricas de carga de la zona de descubrimiento se basan en la monitorización de señales de descubrimiento dentro de la zona de descubrimiento por parte de uno o más equipos de usuario (104) habilitados para ProSe; y
      - determinar si es necesario o no realizar cambios en la configuración de asignación de recursos para las actividades D2D en función de las métricas de carga de la zona de descubrimiento.
  3. El eNB (102) de la reivindicación 1 ó 2, en donde el eNB (102) está configurado para recibir información de configuración de una zona de descubrimiento D2D de uno o más eNB (102) vecinos, y
    - 30 en donde el eNB (102) está configurado para señalar la información de configuración de la zona de descubrimiento D2D de uno o más eNB (102) vecinos a los equipos de usuario (104) habilitados para ProSe mediante señalización SIB.
  4. El eNB (102) de la reivindicación 1 ó 2, en donde el eNB (102) está configurado para recibir la información de configuración de la zona de descubrimiento D2D de uno o más eNB (102) vecinos, y
    - 35 en donde, en función de la información de configuración de la zona de descubrimiento D2D de los uno o más eNB (102) vecinos, el eNB (102) se ha configurado además para participar activamente en una técnica de reducción de interferencia con el fin de reducir la interferencia dentro de las celdas y entre celdas dentro de la zona de descubrimiento y la interferencia entre celdas entre las transmisiones de señales de descubrimiento y las transmisiones móviles del enlace ascendente, incluyendo dicha técnica uno o más entre:
      - 40 un control de potencia cooperativo de subtramas para las transmisiones de señales de descubrimiento D2D (101) en donde los conjuntos de subtramas del enlace ascendente se han configurado con parámetros de control de potencia independientes para la reducción de la interferencia entre las transmisiones móviles del enlace ascendente y las transmisiones de señales de descubrimiento D2D (101);
        - 45 un control del nivel de potencia de transmisión para la transmisión de la señal de descubrimiento D2D (101);
          - una agrupación cooperativa de celdas para alinear las zonas de descubrimiento de los uno o más eNB (102) vecinos; y
            - una división de la zona de descubrimiento en el interior de la celda basada en la geometría.

5. El eNB (102) de la reivindicación 4, en donde los parámetros operativos de la zona de descubrimiento incluyen al menos uno de los siguientes: un factor de silenciamiento, una configuración de control de la potencia de transmisión, parámetros de salto y un ID de codificación.
6. El eNB (102) de la reivindicación 4 ó 5, en donde el eNB (102) está configurado además para reducir la interferencia dentro de la zona de descubrimiento mediante un protocolo de silenciamiento y atenuación para las transmisiones de señales de descubrimiento y configurado para incluir el factor de silenciamiento en los parámetros de la zona de descubrimiento, y
- en donde el protocolo de silenciamiento y atenuación configura los equipos de usuario (104) habilitados para ProSe con el factor de silenciamiento para ser utilizado en la transmisión de la señal de descubrimiento D2D (101) sobre recursos seleccionados aleatoriamente de la zona de descubrimiento D2D (204) en función de la probabilidad indicada por el factor de silenciamiento.
7. El eNB (102) de una de las reivindicaciones 4 a 6, en donde cuando los parámetros de la zona de descubrimiento incluyen la configuración de control de la potencia de transmisión, los equipos de usuario (104) habilitados para ProSe están configurados con una potencia máxima de transmisión para la transmisión de la señal de descubrimiento D2D (101) menor que la potencia de transmisión especificada por la categoría de equipos de usuario correspondiente,
- en donde cuando los parámetros de zona de descubrimiento D2D incluyen parámetros de salto, los parámetros de salto indican:
- los parámetros necesarios para el salto de recursos de descubrimiento en una zona de descubrimiento D2D (204) sin contienda;
- un tipo de salto que comprende un salto de tipo 1 o de tipo 2;
- un modo de salto que comprende un salto dentro de la subtrama o entre subtramas;
- un tamaño de subbanda para el salto de tipo 2; y
- la inicialización de una secuencia pseudoaleatoria para el salto de tipo 2, y
- en donde cuando los parámetros de zona de descubrimiento incluyen el identificador de codificación, los equipos de usuario (104) habilitados para ProSe están configurados para utilizar el identificador de codificación para codificar la máscara CRC de los paquetes de descubrimiento D2D, y el eNB (102) está configurado para asignar un ID de codificación común por grupo de descubrimiento.
8. El eNB (102) de la reivindicación 1, en donde la señalización comprende uno o más entre: control de recursos radio, RRC y señalización de Capa 1, para indicarles una asignación semipersistente de los recursos de descubrimiento a los equipos de usuario (104) habilitados para ProSe en modo RRC conectado para la transmisión sin contienda de las señales de descubrimiento D2D (10), y
- en donde el eNB (102) está configurado para liberar la asignación de los recursos de descubrimiento mediante la transmisión de una liberación de recursos de descubrimiento.
9. El eNB (102) de la reivindicación 8, en donde el eNB (102) asigna los recursos de descubrimiento a los equipos de usuario (104) habilitados para ProSe en modo RRC conectado para la transmisión sin contienda de las señales de descubrimiento D2D (101) en respuesta a una petición RRC de recursos del equipo de usuario habilitado para ProSe (104); y
- en donde, el eNB (102) está configurado además para liberar la asignación de recursos de descubrimiento en respuesta a la recepción de una petición de liberación de recursos mediante señalización RRC por parte de los equipos de usuario (104) habilitados para ProSe.
10. Un equipo de usuario (104) habilitado para utilizar servicios de proximidad, ProSe, comprendiendo dicho equipo de usuario (104) una circuitería de hardware de procesamiento, y configurado para:
- recibir una señalización de configuración de una zona de descubrimiento dispositivo a dispositivo, D2D, desde un nodo B mejorado, eNB, (102) utilizando señalización de control de recursos radio, RRC, dedicada o utilizando señalización RRC común a través de bloques de información del sistema, SIB, en donde la señalización de la configuración de la zona de descubrimiento D2D indica los recursos de tiempo y frecuencia y la periodicidad de una zona de descubrimiento y uno o más parámetros operativos de la zona de descubrimiento; y
- transmitir señales de descubrimiento D2D (101) dentro de los recursos indicados en la señalización recibida de configuración de la zona de descubrimiento D2D para descubrir uno o más equipos de usuario (104) habilitados para ProSe;

caracterizado por que

la señalización de la configuración de la zona de descubrimiento D2D (204) indica:

una zona de descubrimiento D2D (204) no basado en contienda a la que se asignan recursos periódicos para la transmisión no basada en contienda de las señales de descubrimiento únicamente por parte de los equipos de usuario (104) habilitados para ProSe en modo RRC conectado; y

una zona de descubrimiento D2D (204) basado en contienda a la que se asignan recursos periódicos para la transmisión basada en contienda de las señales de descubrimiento por parte de cualquier equipo de usuario (104) habilitado para ProSe, incluidos los equipos de usuario (104) habilitados para ProSe en modo RRC conectado, en modo RRC inactivo y equipos de usuario (104) fuera de cobertura.

11. El equipo de usuario (104) de la reivindicación 10, en donde cuando el equipo de usuario (104) se encuentra en modo RRC inactivo, el equipo de usuario (104) está configurado para pasar al modo RRC conectado para enviarle una petición de recurso de descubrimiento a un eNB (102) de servicio. y

en donde el equipo de usuario (104) está configurado además para volver por sí mismo al modo RRC inactivo tras la recepción de un mensaje de configuración de recursos desde el eNB de servicio (102), al menos para la transmisión en una zona de descubrimiento D2D (204) basado en contienda.

12. El equipo de usuario (104) de la reivindicación 10, en donde el equipo de usuario (104) está configurado además para

monitorizar las zonas de descubrimiento D2D basado en contienda y no basado en contienda para las señales de descubrimiento D2D (101) transmitidas por otros equipos de usuario (104); y

notificarle las métricas de carga de la zona de descubrimiento al eNB (102) de acuerdo con las señales de descubrimiento (101) monitorizadas, y

en donde las métricas de carga de la zona de descubrimiento comprenden uno o más de los siguientes:

un conteo del número de señales de descubrimiento D2D (101) transmitidas por otros equipos de usuario (104) durante una serie de ocurrencias de la zona de descubrimiento D2D respectiva;

un conteo del número de señales de descubrimiento D2D (101) transmitidas por sí mismo durante una serie de ocurrencias de la zona de descubrimiento D2D respectiva; y

una indicación del nivel de interferencia en una serie de ocurrencias de las zonas de descubrimiento D2D respectivas.

13. El equipo de usuario (104) de una de las reivindicaciones 10 a 12, en donde el equipo de usuario (104) está configurado para recibir una señalización desde el eNB (102) que indica la información de configuración de la zona de descubrimiento D2D de uno o más eNB (102) vecinos, y

en donde el equipo de usuario (104) está configurado además para:

transmitir las señales de descubrimiento D2D (101) en una zona de descubrimiento D2D (204) indicada de los uno o más eNB (102) vecinos, y

monitorizar en la zona de descubrimiento D2D (204) indicada las señales de descubrimiento D2D (101) de los uno o más eNB (102) vecinos.

14. El equipo de usuario (104) de la reivindicación 12, en donde las transmisiones de señales de descubrimiento incluyen una secuencia DMRS que comprende la elección escogida al azar de al menos uno entre: una secuencia base, un valor de desplazamiento cíclico y un código de cobertura ortogonal, y

en donde las métricas de la zona de descubrimiento incluyen además una serie de secuencias DMRS únicas detectadas a ciegas.

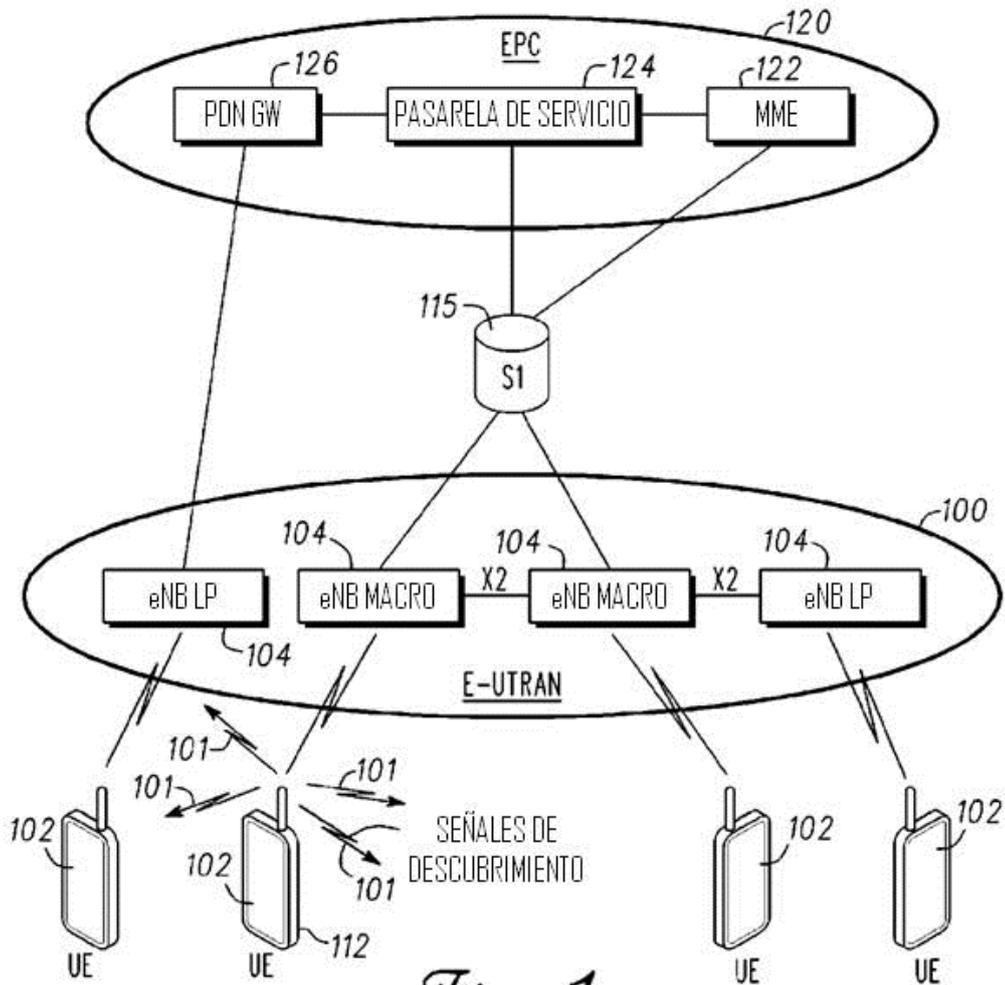


Fig. 1

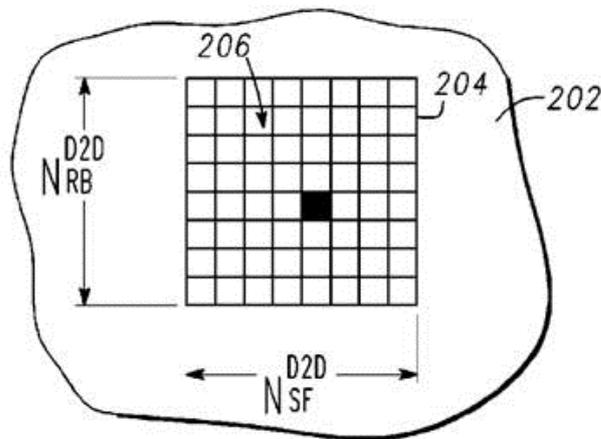
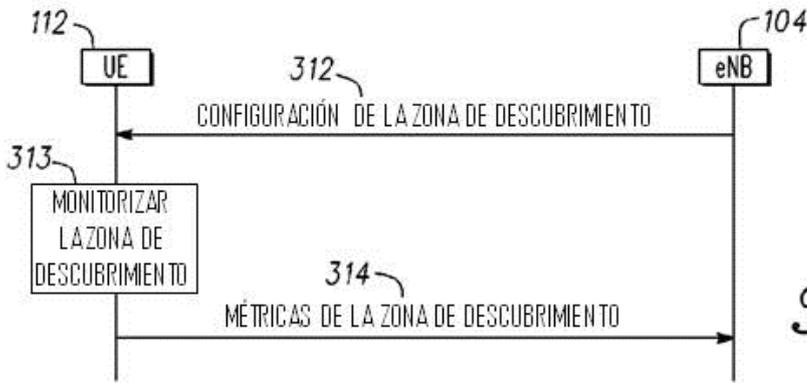
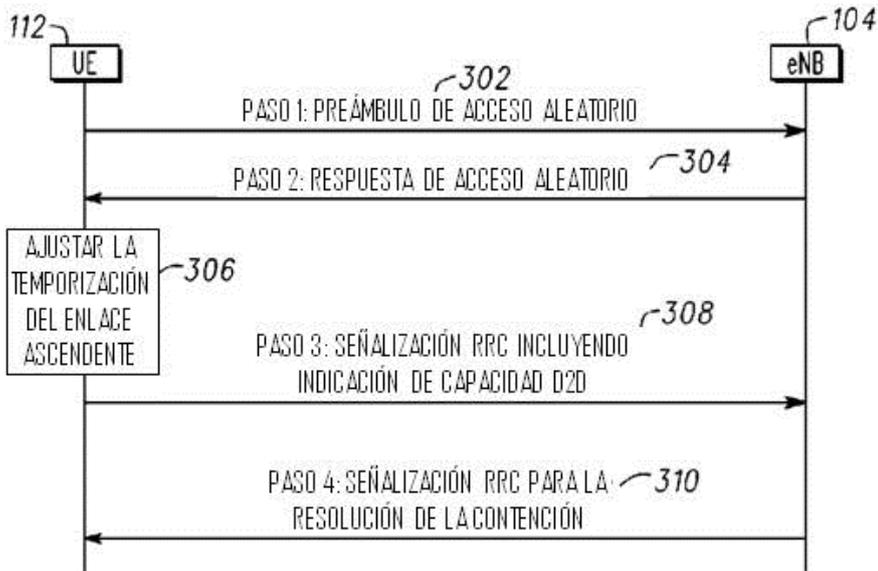


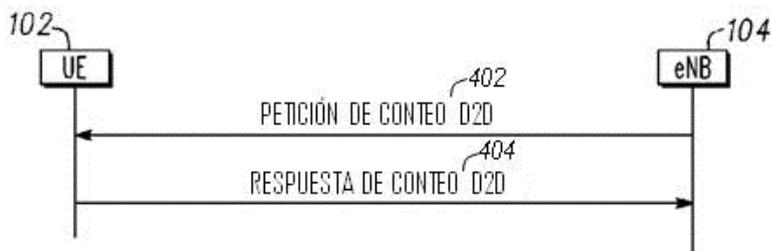
Fig. 2



*Fig. 3A*



*Fig. 3B*



*Fig. 4*

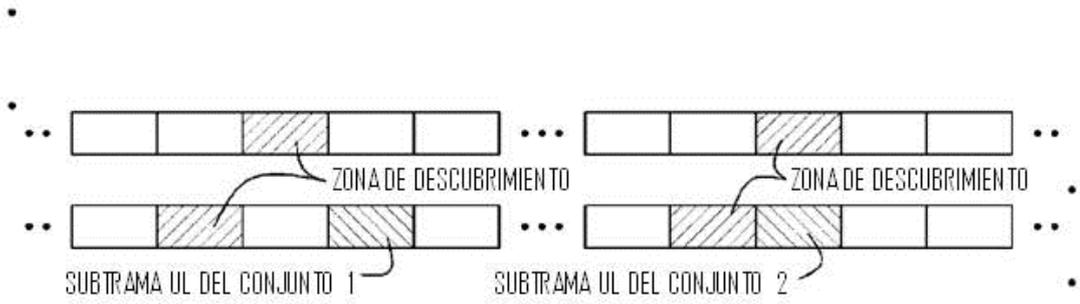


Fig. 5



Fig. 6

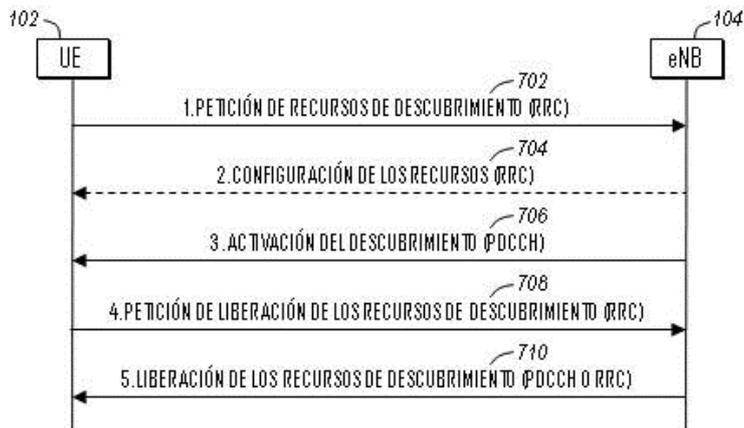
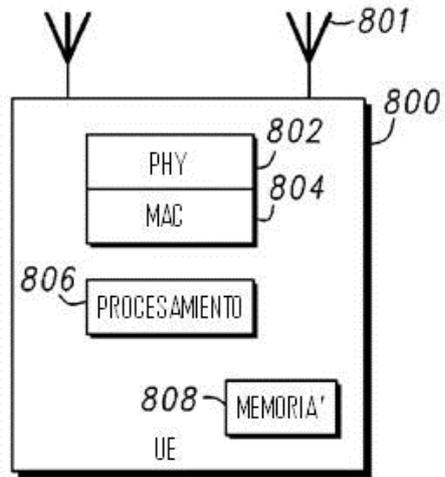


Fig. 7



*Fig. 8*