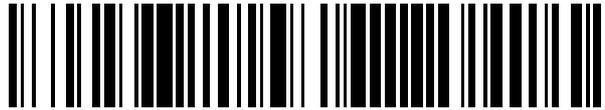


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 747**

51 Int. Cl.:

H04W 36/00 (2009.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 56/00 (2009.01)

H04W 76/15 (2008.01)

H04W 28/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.10.2014 PCT/US2014/062533**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2015 WO15065947**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2014 E 14858860 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018 EP 3063883**

54 Título: **Equipo de usuario y nodo-B evolucionado y métodos para funcionamiento en un modo de mejora de cobertura**

30 Prioridad:

31.10.2013 US 201361898425 P

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

04.10.2018

73 Titular/es:

**INTEL IP CORPORATION (100.0%)
2200 Mission College Boulevard
Santa Clara, CA 95054, US**

72 Inventor/es:

**XIONG, GANG;
HAN, SEUNGHEE y
HEO, YOUN HYOUNG**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 684 747 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

Equipo de usuario y nodo-B evolucionado y métodos para funcionamiento en un modo de mejora de cobertura

5 REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD

Esta solicitud reivindica la prioridad para la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos con número de serie 61/898,425, presentada el 31 de octubre de 2013.

10 CAMPO TÉCNICO

Las formas de realización se refieren a comunicaciones inalámbricas. Algunas formas de realización se refieren a redes inalámbricas que incluyen redes LTE. Algunas formas de realización se refieren al funcionamiento en un modo de mejora de cobertura. Algunas formas de realización se refieren a Comunicación de Tipo Máquina (MTC).

15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Un dispositivo móvil que funciona en una red celular puede experimentar, en algunos casos, una degradación del rendimiento, lo que puede afectar la capacidad del dispositivo para conectarse o reconectarse a la red. A modo de ejemplo, el dispositivo móvil puede perder cobertura a medida que se desplaza hacia, o más allá del borde, de una célula o sector de la red. A modo de otro ejemplo, se puede esperar que un dispositivo móvil funcione en un entorno con baja calidad de enlace. Dispositivos que soportan una Comunicación de Tipo Máquina (MTC), por ejemplo, pueden intercambiar pequeñas cantidades de datos a una tasa infrecuente en dichas condiciones de enlace descendente.

En cualquier caso, una conexión o reconexión a la red puede ser un objetivo en estos y otros escenarios operativos. En consecuencia, se necesitan métodos y técnicas para conexión, o reconexión, a la red. El borrador 3GPP R1-132930 (INTEL CORPORATION: "Discusión sobre la mejora de cobertura PRACH para comunicación MTC de bajo costo") proporciona información sobre la mejora de cobertura PRACH, e indicación de niveles de extensión de cobertura mediante la utilización de la transmisión PRACH. Proporciona, además, un análisis sobre posibles soluciones y resultados de simulación de nivel de enlace actuales para la mejora de cobertura de PRACH para comunicación MTC de bajo costo en sistemas LTE.

35 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama funcional de una red 3GPP de conformidad con algunas formas de realización;

La Figura 2 es un diagrama de bloques de un Equipo de Usuario (UE) de conformidad con algunas formas de realización;

La Figura 3 es un diagrama de bloques de un nodo Node-B Evolucionado (eNB) de conformidad con algunas formas de realización;

La Figura 4 es un ejemplo de un escenario operativo en donde UEs que operan en una red pueden experimentar una cobertura reducida desde un nodo eNB, de conformidad con algunas formas de realización;

La Figura 5 ilustra el funcionamiento de un método de comunicación en un canal de acceso aleatorio (RACH) de conformidad con algunas formas de realización;

La Figura 6 ilustra el funcionamiento de otro método de comunicación en un canal RACH de conformidad con algunas formas de realización;

La Figura 7 ilustra ejemplos de respuestas de acceso aleatorio MAC (RARs) de conformidad con algunas formas de realización;

La Figura 8 ilustra un método para conexión, o reconexión, de conformidad con algunas formas de realización; y

La Figura 9 ilustra un ejemplo de una tabla de niveles de repetición, de conformidad con algunas formas de realización.

60 DESCRIPCIÓN DETALLADA

La siguiente descripción y los dibujos ilustran, suficientemente, formas de realización específicas para permitir que los expertos en la técnica los practiquen. Otras formas de realización pueden incorporar cambios estructurales, lógicos, eléctricos, de proceso y de otro tipo. Partes y características de algunas formas de realización se pueden incluir en, o sustituirse por, las de otras formas de realización. Las formas de realización establecidas en las

reivindicaciones abarcan todos los equivalentes disponibles de dichas reivindicaciones.

La invención se define por las reivindicaciones independientes.

5 La Figura 1 ilustra una parte de una arquitectura de red de extremo a extremo de una red LTE, con diversos componentes de la red, de conformidad con algunas formas de realización. La red 100 incluye una red de acceso de radio (RAN) (p.ej., según se ilustra, la red de acceso de radio terrestre universal evolucionada o E-UTRAN) 100 y la red de núcleos 120 (p.ej., que se ilustra como un núcleo de paquete evolucionado (EPC)), acopladas juntas a través de una interfaz S1 115. Por conveniencia y brevedad, solamente se ilustra una parte de la red de núcleos 120, así como la red RAN 100.

10 La red de núcleos 120 incluye una entidad de gestión de movilidad (MME) 122, una pasarela de servicio (serving GW) 124 y una pasarela de red de datos por paquetes (PDN GW) 126. La red RAN 100 incluye nodos B evolucionados (eNBs) 104 (que pueden funcionar como estaciones base) para comunicarse con un Equipo de Usuario (UE) 102. Los nodos eNBs 104 pueden incluir macro eNBs y eNBs de baja potencia (LP).

15 La entidad MME es similar en función al plano de control de Nodos de Soporte de Servicio GPRS de legado (SGSN). La MME gestiona aspectos de movilidad en el acceso, tal como selección de pasarela y gestión de lista de zona de seguimiento. La pasarela GW en servicio 124 termina la interfaz hacia la RAN 100, y enruta paquetes de datos entre la RAN 100 y la red de núcleos 120. Además, puede ser un punto de elemento de fijación de movilidad local para transferencias entre eNBs, y puede, además, proporcionar un elemento de fijación para movilidad entre 3GPP. Otras responsabilidades pueden incluir intercepción legal, facturación y cumplimiento de algunas políticas. La GW en servicio 124, y la MME 122, pueden ponerse en práctica en un nodo físico o nodos físicos separados. La pasarela PDN GW 126 termina una interfaz SGi hacia la red de datos en paquetes (PDN). La PDN GW 126 encamina paquetes de datos entre el EPC 120 y la PDN externa, y puede ser un nodo clave para la aplicación de políticas y la recogida de datos de facturación. Además, puede proporcionar un punto de elemento de fijación para la movilidad con accesos no de LTE. La PDN externa puede ser cualquier clase de red IP, así como un dominio de Subsistema Multimedia IP (IMS). La PDN GW 126 y la GW en servicio 124 pueden ponerse en práctica en un nodo físico, o nodos físicos separados.

20 Los eNBs 104 (macro y micro) terminan el protocolo de interfaz de aire y pueden ser el primer punto de contacto para un UE 102. En algunas formas de realización, un eNB 104 puede cumplir varias funciones lógicas para la RAN 100, que incluyen, pero no se limitan a: RNC (funciones de controlador de red de radio), tal como gestión de soporte de radio, gestión de recursos de radio dinámicos de enlace descendente y de enlace ascendente, y planificación de paquete de datos, y gestión de movilidad. De conformidad con formas de realización, UEs 102 se pueden configurar para comunicar señales de comunicación OFDM con un eNB 104, a través de un canal de comunicación multi-portadora, de conformidad con una técnica de comunicación OFDMA. Las señales OFDM pueden incluir una pluralidad de sub-portadoras ortogonales.

25 De conformidad con algunas formas de realización, un UE 102 puede transmitir, para la recepción en un eNB 104, un preámbulo de canal de acceso aleatorio físico (PRACH), de conformidad con un número de repetición de acceso de enlace ascendente. El equipo de usuario UE 102 puede recibir, además, desde el eNB 104, un mensaje de respuesta de acceso aleatorio (RAR), de conformidad con un número de repetición de enlace descendente. Estas formas de realización se describen con más detalle a continuación.

30 La interfaz S1 115 es la interfaz que separa la RAN 100 y el EPC 120. Está dividida en dos partes: la S1-U, que transmite datos de tráfico entre los eNBs 104 y la GW en servicio 124, y la S1-MME, que es una interfaz de señalización entre los eNBs 104 y la MME 122. La interfaz X2 es la interfaz entre eNBs 104. La interfaz X2 comprende dos partes, la X2-C y la X2-U. La X2-C es la interfaz del plano de control entre los eNBs 104, mientras que la X2-U es la interfaz del plano de usuario entre los eNBs 104.

35 Con las redes celulares, las células LP se suelen utilizar para extender la cobertura a zonas interiores, en donde las señales exteriores no llegan adecuadamente, o para añadir capacidad de red en zonas con un uso de teléfono de gran densidad, tales como estaciones de tren. Tal como aquí se utiliza, el término eNB de baja potencia (LP) se refiere a cualquier eNB de potencia relativamente baja, adecuado para poner en práctica una célula de menor magnitud (más estrecha que una macro-célula), tal como una femto-célula, una pico-célula o una micro-célula. Los eNBs de femto-célula se suelen proporcionar, generalmente, por un operador de red móvil para sus clientes residenciales o de empresa. Una femto-célula suele ser, normalmente, del tamaño de una pasarela residencial o más pequeña, y se suele conectar, en general, a la línea de banda ancha del usuario. Una vez conectada, la femto-célula se conecta a la red móvil del operador de telefonía móvil y proporciona una cobertura adicional en un alcance que suele ser de 30 a 50 metros para femto-células residenciales. Por lo tanto, un LP eNB podría ser un eNB de femto-célula puesto que está acoplado a través de la PDN GW 126. De modo similar, una pico-célula es un sistema de comunicación inalámbrica que generalmente cubre una zona pequeña, tal como en el interior de un edificio (oficinas, centros comerciales, estaciones de tren, etc.), o más recientemente, en aviones. Un eNB de pico-célula se puede conectar, normalmente, a través del enlace X2 a otro eNB, tal como un macro eNB a través de su funcionalidad de controlador de estación base (BSC). En consecuencia, LP eNB se puede poner en práctica con un

eNB de pico-célula, puesto que está acoplado a un macro eNB a través de una interfaz X2. Los eNBs de pico-célula, u otros eNBs LP, pueden incorporar algunas, o la totalidad, de las funcionalidades de un macro eNB. En algunos casos, esto se puede denominar como una estación base de punto de acceso o femto-célula empresarial.

5 En algunas formas de realización, una rejilla de recursos de enlace descendente se puede utilizar para transmisiones de enlace descendente desde un eNB 104 a un UE 102, mientras que la transmisión de enlace ascendente desde el equipo de usuario UE 102 al eNB 104 puede utilizar técnicas similares. La rejilla puede ser una rejilla de tiempo-frecuencia, denominada rejilla de recursos o rejilla de recursos de tiempo-frecuencia, que es el recurso físico en el enlace descendente en cada ranura. La representación de plano de tiempo-frecuencia es una práctica común para sistemas OFDM, lo que lo hace intuitivo para la asignación de recursos de radio. Cada columna y cada fila de la rejilla de recursos corresponden a un símbolo OFDM y una sub-portadora OFDM, respectivamente. La duración de la rejilla de recursos en el dominio de tiempo corresponde a una ranura en una trama de radio. La unidad de tiempo-frecuencia más pequeña, en una rejilla de recursos, se indica como un elemento de recurso. Cada rejilla de recursos incluye una cantidad de bloques de recursos, que describen el mapeado de algunos canales físicos para elementos de recursos. Cada bloque de recursos comprende una colección de elementos de recursos y, en el dominio de la frecuencia, esto representa la cantidad más pequeña de recursos que se pueden asignar actualmente. Existen varios canales de enlace descendente físicos diferentes, que se transmiten utilizando dichos bloques de recursos. Es de especial importancia para esta idea inventiva, que dos de estos canales físicos de enlace descendente son el canal compartido de enlace descendente físico y el canal físico de control de enlace descendente físico.

El canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH) transmite datos de usuario y señalización de capa superior a un UE 102 (Figura 1). El canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) transmite información sobre el formato de transporte y asignaciones de recursos relacionadas con el canal PDSCH, entre otras cosas. Informa, además, al UE 102 sobre el formato de transporte, la asignación de recursos y la información H-ARQ relacionada con el canal compartido de enlace ascendente. Normalmente, la planificación de enlace descendente (asignación de bloques de recursos de canal compartido y control a UEs 102, dentro de una célula) se realiza en el eNB 104 sobre la base de información de calidad de canal que se reenvía desde los UEs 102 al eNB 104 y a continuación, se envía la información de asignación de recursos de enlace descendente a un UE 102, en el canal de control (PDCCH) utilizado para (asignado a) el equipo de usuario UE 102.

El PDCCH utiliza CCEs (elementos de canal de control) para transportar información de control. Antes de ser objeto de mapeado de correspondencia para elementos de recursos, los símbolos de valores complejos PDCCH se organizan primero en cuádruplos, que luego se permutan utilizando un intercalador de sub-bloques para la adaptación de tasas de transmisión. Cada PDCCH se transmite utilizando uno o más de estos elementos de canal de control (CCEs), en donde cada CCE corresponde a nueve conjuntos de cuatro elementos de recursos físicos conocidos como grupos de elementos de recursos (REG). Cuatro símbolos QPSK son objeto de mapeado para cada REG. El PDCCH se puede transmitir utilizando uno o más CCEs, dependiendo del tamaño de DCI y la condición del canal. Pueden existir cuatro o más formatos diferentes de PDCCH definidos en LTE, con diferentes números de CCEs (p.ej., nivel de agregación, $L = 1, 2, 4$ u 8).

La Figura 2 ilustra un diagrama de bloques de un UE 200, de conformidad con algunas formas de realización, mientras que la Figura 3 ilustra un diagrama de bloques de un eNB 300, de conformidad con algunas formas de realización. Conviene señalar que, en algunas formas de realización, el eNB 300 puede ser un dispositivo no móvil estacionario. El equipo de usuario UE 200 puede ser un UE 102, tal como se ilustra en la Figura 1, mientras que el eNB 300 puede ser un eNB 104, tal como se ilustra en la Figura 1. El equipo de usuario UE 200 puede incluir circuitos de capa física 202 para la transmisión y recepción de señales hacia y desde el eNB 300, otros eNBs, otros UEs u otros dispositivos que utilizan una o más antenas 201, mientras que el eNB 300 puede incluir circuitos de capa física 302 para transmitir y recibir señales, hacia y desde, el equipo de usuario UE 200, otros eNBs, otros UEs, u otros dispositivos que utilizan una o más antenas 301. El equipo de usuario UE 200 puede incluir, además, circuitos de capa de control de acceso al medio de soporte (MAC) 204 para controlar el acceso al soporte inalámbrico, mientras que el eNB 300 puede incluir, además, circuitos de capa de control de acceso al medio de soporte (MAC) 304, para controlar el acceso al soporte inalámbrico. El equipo de usuario UE 200 puede incluir, además, circuitos de procesamiento 206 y la memoria 208 dispuesta para realizar las operaciones aquí descritas, y el eNB 300 puede incluir, además, circuitos de procesamiento 306 y la memoria 308, dispuesta para realizar las operaciones descritas en este documento.

En algunas formas de realización, dispositivos móviles, u otros dispositivos aquí descritos, pueden ser parte de un dispositivo de comunicación inalámbrica portátil, tal como un asistente digital personal (PDA), un ordenador portátil o transportable con capacidad de comunicación inalámbrica, una tableta de web, un teléfono inalámbrico, un teléfono inteligente, un auricular inalámbrico, un buscapersonas, un dispositivo de mensajería instantánea, una cámara digital, un punto de acceso, un televisor, un dispositivo médico (p.ej., un monitor de ritmo cardíaco, un monitor de presión arterial, etc.), u otro dispositivo que puede recibir y/o transmitir información de forma inalámbrica. En algunas formas de realización, el dispositivo móvil, u otro dispositivo, puede ser el equipo de usuario UE 200 o el eNB 300, configurado para funcionar de conformidad con las normas 3GPP. En algunas formas de realización, el dispositivo móvil, u otro dispositivo, puede estar configurado para funcionar de conformidad con otros protocolos o normas,

incluyendo IEEE 802.11 u otras normas IEEE. En algunas formas de realización, el dispositivo móvil, u otro dispositivo, puede incluir uno o más de un teclado, una pantalla de visualización, 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 incluye una pantalla táctil.

Las antenas 201, 301 pueden incluir una o más antenas direccionales u omnidireccionales, que incluyen, a modo de ejemplo, antenas dipolo, antenas monopolo, antenas de parche, antenas de bucle, antenas de micro-banda u otros tipos de antenas adecuadas para transmisión de señales de RF. En algunas formas de realización del tipo de múltiple entrada, múltiple salida (MIMO), las antenas 201, 301 se pueden separar, efectivamente, para aprovechar la diversidad espacial y las diferentes características del canal que pueden resultar.

Aunque el equipo de usuario UE 200 y el eNB 300 se ilustran, cada uno, como teniendo varios elementos funcionales separados, uno o más de los elementos funcionales se pueden combinar y pueden ponerse en práctica mediante combinaciones de elementos configurados por software, tales como elementos de procesamiento que incluyen procesadores de señal digital (DSP) y/u otros elementos de hardware. A modo de ejemplo, algunos elementos pueden comprender uno o más microprocesadores, DSPs, puertas matriciales programables en campo (FPGAs), circuitos integrados específicos de la aplicación (ASICs), circuitos integrados de radiofrecuencia (RFICs), y combinaciones de diversos circuitos lógicos y hardware para realizar al menos las funciones aquí descritas. En algunas formas de realización, los elementos funcionales se pueden referir a uno o más procesos que funcionan en uno o más elementos de procesamiento.

Las formas de realización se pueden poner en práctica en una o una combinación de hardware, firmware y software. Formas de realización se pueden poner en práctica, además, como instrucciones memorizadas en un dispositivo de memorización legible por ordenador, que puede leerse y ejecutarse por al menos un procesador para realizar las operaciones descritas en este documento. Un dispositivo de memorización legible por ordenador puede incluir cualquier mecanismo no transitorio para memorizar información, en una forma legible por una máquina (p.ej., un ordenador). A modo de ejemplo, un dispositivo de memorización legible por ordenador puede incluir memoria de solamente lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), soporte de memorización de disco magnético, soportes de almacenamiento óptico, dispositivos de memoria instantánea, y otros dispositivos de memorización y sus soportes. Algunas formas de realización pueden incluir uno o más procesadores y pueden configurarse con instrucciones memorizadas en un dispositivo de memorización legible por ordenador.

De conformidad con formas de realización, el equipo de usuario UE 102 puede determinar una categoría de mejora de cobertura (CE) para el equipo de usuario UE 102 basada, al menos en parte, en estadísticas de canal de enlace descendente relacionadas con la recepción de una o más señales de enlace descendente desde el eNB 104. La categoría CE puede reflejar uno de entre un nivel de margen de enlace adicional y un nivel de recursos del sistema para un rendimiento igual o superior a un umbral de rendimiento. El equipo de usuario UE 102 puede transmitir, además, en recursos de frecuencia de canal de acceso aleatorio físico (PRACH), un preámbulo de PRACH de conformidad con un número de repetición de acceso de enlace ascendente. Los recursos de frecuencia PRACH y el número de repetición de acceso de enlace ascendente pueden estar basados, al menos en parte, en la categoría CE para el equipo de usuario UE 102. Estas formas de realización se describen con más detalle a continuación.

En algunos escenarios operativos, el equipo de usuario UE 102 que funciona en una red de comunicación celular (tal como 100), puede perder conectividad con la red, o puede tener dificultades para permanecer conectado a la red por varias razones. A modo de un ejemplo, el equipo de usuario UE 102 puede desplazarse hacia una zona con cobertura reducida, tal como el borde de un sector o célula. A modo de otro ejemplo, el equipo de usuario UE 102 puede funcionar en una zona que está prácticamente fuera de la cobertura normal de la red, tal como en un sótano de un edificio. Como otro ejemplo, el equipo de usuario UE 102, u otro dispositivo, puede soportar una Comunicación de Tipo Máquina (MTC). Se puede esperar que dispositivos MTC o dispositivos que operan en un modo MTC, funcionen en escenarios operativos de asignación de enlace con alta dificultad mientras intercambian pequeñas cantidades de datos a una tasa de transmisión infrecuente.

Haciendo referencia a la Figura 4, se ilustra un ejemplo de un escenario operativo de conexión 400, en el que un eNB de torre 405 (que puede ser el eNB 104) y tres UEs 410, 415, 420 (que pueden ser el equipo de usuario UE 102), situados a varias distancias del eNB 405 están funcionando, o intentando funcionar, como parte de una 3GPP u otra red. Conviene señalar que el eNB 405 no está limitado a la configuración de torre y que los escenarios aquí descritos no están limitados al número o distribución de eNBs 405 o UEs 410, 415, 420, tal como se ilustra en la Figura 4. El primer UE 410 está en comunicación con el eNB 405 a través del enlace 430, y está cómodamente situado dentro de la zona de cobertura 450 del eNB 405. En consecuencia, está previsto que el primer UE 410 no esté implicado en un procedimiento de reconexión. El segundo UE 415 está situado fuera de la zona de cobertura 450, en una zona delimitada 460, y puede estar intentando un procedimiento de reconexión a través del enlace 435 (ha de observarse que el enlace puede no estar todavía realmente establecido o estable). De modo similar, el tercer UE 420 está situado, también, fuera de la zona de cobertura 450 en otra zona delimitada 470 que está más alejada del eNB 405 que la primera zona delimitada 460. El tercer UE 420 puede estar, además, intentando un procedimiento de reconexión a través del enlace 440 (que puede no estar todavía realmente establecido o estable).

El segundo UE 415 y el tercer UE 420 pueden describirse como que necesitan una "mejora de cobertura" o funcionar en un "modo de mejora de cobertura", ya que están fuera de la zona de cobertura 450. Además, mientras que ambos UEs 415, 420 están fuera de la zona de cobertura 450, el tercer UE 420 puede tener más problemas o dificultades para reconectarse que el segundo UE 415, puesto que el tercer UE 420 está más alejado del eNB 405.

En consecuencia, puede ser posible formular diferentes categorías de mejora de cobertura para UEs, dependiendo de lo lejos que estén situados de la cobertura u otros factores. En algunas formas de realización, se pueden utilizar descripciones en las categorías. Por ejemplo, el tercer UE 420 se puede considerar en una categoría "alta" del modo de mejora de cobertura, mientras que el segundo UE 415 se puede considerar en una categoría "baja" del modo de mejora de cobertura. En algunas formas de realización, las categorías pueden ser numéricas, tales como 5 dB, 10 dB y 15 dB, que pueden representar una cantidad adicional de asignación de enlace que se puede añadir a los UEs 415, 420 con el fin de realizar un "funcionamiento normal". El funcionamiento normal puede estar caracterizado por cualquier criterio adecuado, tal como una tasa de error de paquete objetivo, tiempo de adquisición, rendimiento de datos o similar.

Conviene señalar que el examen anterior está centrado en la pérdida de ruta debida únicamente a la distancia, para fines de ilustración, pero dicha circunstancia no es limitadora. Es conocido en la técnica que la pérdida de ruta, la pérdida de señal, los agujeros de cobertura, o similares, pueden ser el resultado de efectos distintos de la distancia, tales como obstáculos o localización en el interior. A modo de ejemplo, un dispositivo situado en un sótano de un edificio cercano al eNB 405 puede necesitar realmente una mejora de cobertura, mientras que otro dispositivo situado mucho más alejado, pero en el exterior, puede tener una conexión más fuerte con el eNB 405 y puede necesitar una menor mejora de cobertura, o ninguna mejora de cobertura.

Haciendo referencia a la Figura 5, se muestra un método 500 de funcionamiento de conformidad con un modo de mejora de cobertura. Es importante señalar que formas de realización del método 500 pueden incluir operaciones o procesos adicionales, o incluso menos, en comparación con lo ilustrado en la Figura 5. Además, formas de realización del método 500 no están necesariamente limitadas al orden cronológico que se ilustra en la Figura 5. En la descripción del método 500, se puede hacer referencia a las Figuras 1-4 y 6-9, aunque se entiende que el método 500 se puede practicar con cualesquiera otros sistemas, interfaces y componentes adecuados. A modo de ejemplo, se puede hacer referencia al escenario operativo 400 de la Figura 4, descrito anteriormente para fines ilustrativos, pero las técnicas y operaciones del método 500 no están limitadas de este respecto.

Además, mientras que el método 500 y otros métodos descritos en este documento pueden referirse a eNBs 104, o UEs 102, que funcionan de conformidad con 3GPP u otras normas; formas de realización de estos métodos no estamos limitados a solamente estos eNBs 104, o UEs 102, y se puede practicar, además, en otros dispositivos móviles, tal como un punto de acceso de Wi-Fi (AP), o una estación de usuario (STA). Además, el método 500 y otros métodos descritos en el presente documento se pueden poner en práctica mediante dispositivos inalámbricos configurados para funcionar en otros tipos adecuados de sistemas de comunicación inalámbrica, que incluyen sistemas configurados para funcionar de conformidad con diversas normas IEEE, tales como IEEE 802.11. Además, el método 500 y otros métodos aquí descritos, se pueden poner en práctica por UEs u otros dispositivos que soportan, o están configurados para soportar, el funcionamiento de Comunicación de Tipo Máquina (MTC).

En la operación 505 del método 500, se puede determinar una categoría de mejora de cobertura (CE) para el equipo de usuario UE 102. La categoría CE, para el equipo de usuario UE 102, puede reflejar uno de entre un nivel de margen de enlace adicional y un nivel de recursos del sistema para rendimiento en, o por encima, de un umbral de rendimiento asociado con un modo de funcionamiento normal para el equipo de usuario UE 102. En algunas formas de realización, la categoría CE se puede determinar a partir de un grupo de categorías CE candidatas. A modo de ejemplo, las categorías CE candidatas pueden incluir 5, 10 o 15 dB, que pueden referirse a una adición de asignación de enlace que puede permitir un nivel de rendimiento para el equipo de usuario UE 102 en términos de tasa de error, rendimiento u otra medida de eficiencia. Una categoría CE adicional puede incluir "sin CE" o similar, lo que puede reflejar que el equipo de usuario UE 102 no está funcionando en un modo CE. Además, ejemplos descritos anteriormente, relacionados con categorías CE, se pueden utilizar, además, como "alto" y "bajo".

La determinación de la categoría CE puede estar basada, al menos en parte, en estadísticas de canal de enlace descendente relacionadas con la recepción de una o más señales de enlace descendente en el UE procedentes de un nodo Node-B Evolucionado (eNB). En algunas formas de realización, las estadísticas de canal de enlace descendente pueden incluir una potencia recibida de señal de referencia (RSRP) u otras mediciones de pérdida de ruta en el UE. A modo de ejemplo, una pérdida de ruta determinada en el equipo de usuario UE 102 se puede comparar con una pérdida de ruta objetivo de enlace predeterminado para determinar la categoría CE para el equipo de usuario UE 102. La pérdida de ruta objetivo de enlace predeterminado puede indicar una pérdida de ruta máxima para el funcionamiento "normal" en términos de tasa de error de paquete u otra medida. Las estadísticas se pueden basar, o recogerse en cualquier período de tiempo adecuado, que puede ser en el orden de períodos de símbolo, sub-tramas, segundos, minutos o más largo. Las mediciones pueden incluir promedios, promedios de desplazamiento, promedios ponderados u otras estadísticas adecuadas, y pueden referirse a magnitudes escalares o logarítmicas (dB).

En la operación 510, se puede transmitir un preámbulo de PRACH en recursos de frecuencia PRACH, de

conformidad con un número de repetición de acceso de enlace ascendente. Los recursos de frecuencia PRACH pueden estar basados, al menos en parte, en la categoría CE para el equipo de usuario UE 102. En algunas formas de realización, el grupo de categorías CE candidatas puede incluir una primera y una segunda categoría CE candidata, en donde los recursos de frecuencia PRACH para la primera categoría CE son exclusivos de los recursos de frecuencia PRACH para la segunda categoría CE. Además, el grupo de categorías CE candidatas puede incluir más que la primera y segunda categorías CE candidatas, y algunas o la totalidad de las categorías CE candidatas pueden estar asociadas con diferentes recursos de frecuencia PRACH, que pueden ser exclusivos entre sí. En consecuencia, los recursos de frecuencia utilizados para la transmisión del preámbulo de PRACH pueden indicar, o reflejar, la categoría CE determinada para el equipo de usuario UE 102. Los mapeados o asignaciones de recursos de frecuencia PRACH para categorías CE candidatas pueden estar previamente determinados, pueden ser parte de 3GPP u otras normas o se pueden determinar por la red. Además, los recursos de frecuencia PRACH, utilizados por el equipo de usuario UE 102, cuando funciona en el modo CE, pueden desvincularse de los recursos de frecuencia PRACH utilizados por UEs que no funcionan en el modo CE.

En algunas formas de realización, un identificador temporal de red de radio de acceso aleatorio (RA-RNTI), calculado para la transmisión del preámbulo de PRACH, puede depender de si el equipo de usuario UE 102 está, o no, en el modo CE. A modo de un ejemplo, el RA-RNTI se puede calcular como $(1 + t_id + 10 * f_id + c * MTC_id)$, en donde t_id es el índice de la primera sub-trama del preámbulo de PRACH especificado, f_id es el índice del preámbulo de PRACH especificado dentro de esa sub-trama, el valor de "c" puede ser 60, y el MTC_id es 0 o 1 cuando el equipo de usuario UE 102 no está, o está, en el modo CE.

El número de repetición de acceso de enlace ascendente puede estar basado, al menos en parte, en la categoría CE para el equipo de usuario UE 102. En algunas formas de realización, el grupo de categorías CE candidatas puede incluir una primera y una segunda categoría CE candidata para la que un número de repetición de acceso de enlace ascendente para la primera categoría de CE es diferente de un número de repetición de acceso de enlace ascendente para la segunda categoría CE. El número de repetición de acceso de enlace ascendente se puede referir a un número de repeticiones del preámbulo de PRACH que ha de transmitirse por el equipo de usuario UE 102. Además, el grupo de categorías CE candidatas puede incluir a más de la primera y segunda categorías CE candidatas, y algunas o la totalidad de las categorías CE candidatas pueden estar asociadas con números de repetición de acceso de enlace ascendente que pueden ser diferentes. En algunas formas de realización, un número de repetición de acceso de enlace ascendente (u otros números o niveles de repetición aquí descritos), para una categoría CE considerada "alta" puede ser mayor que un número de repetición de acceso de enlace ascendente para una categoría CE considerada "baja". Por ejemplo, el equipo de usuario UE 102 puede repetir el preámbulo de PRACH 100 veces cuando está funcionando en la categoría CE de 15 dB y puede repetir el preámbulo de PRACH solamente 20 veces cuando está funcionando en la categoría CE de 5 dB. En consecuencia, el mayor número de repeticiones puede proporcionar diversidad adicional o ganancia energética para el equipo de usuario UE 102 cuando funciona en una categoría CE más alta. El número de repeticiones para las categorías CE candidatas puede estar previamente determinado mediante simulación o análisis, u otras técnicas. En algunas formas de realización, las repeticiones del preámbulo de PRACH se pueden transmitir durante diferentes períodos de tiempo.

En la operación 515 del método 500, se puede recibir una Respuesta de Acceso Aleatorio (RAR) a partir del eNB 104, en función del número de repetición de enlace descendente. Tal como se describió previamente, los recursos de frecuencia PRACH, utilizados por el equipo de usuario UE 102, pueden indicar la categoría CE determinada para el equipo de usuario UE 102, que puede determinarse por el eNB 104 utilizando el conocimiento de mapeados y asignaciones, previamente descritos, entre recursos de frecuencia PRACH y categorías CE. El número de repetición de enlace descendente se puede referir a un número de repeticiones de la RAR que ha de transmitirse por el eNB 104, y el número de repeticiones para algunas, o la totalidad, de las categorías CE candidatas puede ser diferente. En consecuencia, el número de repetición de enlace descendente puede estar basado, al menos en parte, en la categoría CE para el equipo de usuario UE 102, y puede determinarse previamente mediante simulación o análisis, u otras técnicas.

En algunas formas de realización, el número de repetición de enlace descendente puede incluirse en un PDCCH. Un nuevo formato de información de control de enlace descendente (DCI), o un formato DCI existente, tal como "1A", u otro en normas de 3GPP, puede incluir el número de repetición de enlace descendente o un indicador del mismo. A modo de un ejemplo, el número de repetición de enlace descendente puede incluir un campo binario de dos bits correspondiente a "no repetición" y niveles de repetición de 0, 1 y 2, en los que el número de repeticiones asociadas con cada nivel de repetición se puede predefinir o señalar en otros mensajes. A modo de otro ejemplo, el número de repetición de enlace descendente puede ser un único bit correspondiente a "no repetición" o repetición, de conformidad con un número de repetición previamente definido o señalado previamente. Como otro ejemplo, el número de repetición de enlace descendente puede ser un campo binario que indica explícitamente un número de repeticiones que han de utilizarse. Sin embargo, las formas de realización no están limitadas al número de bits o niveles descritos en los ejemplos anteriores, puesto que el número de repetición de enlace descendente puede describir, o especificar, el número de repetición, de cualquier manera adecuada. En algunas formas de realización, el número de repetición de enlace descendente puede referirse a un "nivel de repetición PDSCH" tal como se describirá más adelante.

En algunas formas de realización, se puede recibir la respuesta RAR en recursos de frecuencia PDSCH, que están basados, al menos en parte, en la categoría CE para el equipo de usuario UE 102. Además, los recursos de frecuencia PDSCH para la RAR pueden desvincularse de los recursos de frecuencia PDSCH utilizados para RARs u otros mensajes para UEs que no operan en el modo CE. En algunas formas de realización, se puede determinar una asignación de frecuencia previamente definida para el PDSCH. En consecuencia, el PDCCH puede no necesitar ser decodificado en el equipo de usuario UE 102, lo que puede ser ventajoso debido al hecho de que puede ser necesario utilizar un gran número de repeticiones del PDCCH cuando el equipo de usuario UE 102 opera en el modo CE. Es decir, el equipo de usuario UE 102 puede abstenerse de decodificar el PDCCH como parte de la recepción de la RAR. Dicha disposición se puede considerar una operación "sin PDCCH".

En algunas formas de realización, recursos de frecuencia de PDSCH dedicados se pueden predefinir y configurar adecuadamente para UEs de MTC con limitación de cobertura. Además, el conocimiento de una relación de temporización fija entre transmisión de PRACH y recepción de RAR, se puede utilizar en el equipo de usuario UE 102. El conocimiento de un formato de transporte para la transmisión de PDSCH se puede utilizar, además, en el equipo de usuario UE 102. En algunas formas de realización, un mensaje de control, tal como un SIB-2 u otro mensaje de Bloque de Información del Sistema (SIB), pueden incluir información tal como la relación de temporización, o el formato de transporte que se acaba de describir. El mensaje de control puede ser transmitido al UE 102 por el eNB 104, ya sea como un mensaje dedicado o de difusión. Además, información tal como la relación de temporización o el formato de transporte, que se acaban de describir, pueden estar, además, previamente definidos en algunas formas de realización.

En la operación 520, se puede transmitir un mensaje de control de enlace ascendente en recursos PUSCH de conformidad con un número de repetición de control de enlace ascendente. La transmisión puede ser en respuesta a la recepción de la RAR en el equipo de usuario UE 102. En algunas formas de realización, el mensaje de control de enlace ascendente puede ser un mensaje "L2/L3", o puede incluir o estar incluido, en uno o más mensajes L2/L3.

El número de repetición de control de enlace ascendente puede referirse a un número de repeticiones del mensaje de control de enlace ascendente que ha de transmitirse por el equipo de usuario UE 102, y el número de repeticiones puede ser diferente para algunas, o la totalidad, de las categorías CE candidatas. En algunas formas de realización, el número de repetición de control de enlace ascendente puede basarse, al menos en parte, en la categoría CE para el equipo de usuario UE 102, y puede estar predeterminado mediante simulación o análisis, u otras técnicas. En algunas formas de realización, el número de repetición de control de enlace ascendente puede incluirse en el mensaje RAR recibido en el equipo de usuario UE 102 en la operación 515. En algunas formas de realización, el número de repetición de control de enlace ascendente puede incluirse en el contenido de RAR, del mensaje RAR, o puede incluirse en una concesión de enlace ascendente incluida en el mensaje RAR, tal como se describirá con más detalle con respecto al método 600 y la Figura 7. Además, el número de repetición de control de enlace ascendente puede ser un "nivel de repetición de canal PUSCH" que se refiere a un número de repetición que ha de utilizarse para la transmisión PUSCH.

El mensaje de control de enlace ascendente puede transmitirse en recursos de frecuencia PUSCH que están basados, al menos parcialmente, en la categoría CE para el equipo de usuario UE 102. Además, los recursos de frecuencia PUSCH para el mensaje de control de enlace ascendente pueden desvincularse de los recursos de frecuencia PUSCH utilizados para control de enlace ascendente, u otros mensajes para UEs que no operan en el modo CE.

En algunas formas de realización, el mensaje de control de enlace ascendente puede incluir una segunda categoría CE para el equipo de usuario UE 102, que se puede determinar en el equipo de usuario UE 102 sobre la base, al menos en parte, en la recepción de la RAR en la operación 515. Por ejemplo, sobre la base de una calidad de señal, nivel de señal u otra medición para la recepción de la RAR, el equipo de usuario UE 102 puede seleccionar una segunda categoría CE para el equipo de usuario UE 102. La segunda categoría se puede seleccionar a partir de un segundo grupo de categorías CE candidatas que puede, o no, ser diferente del grupo de categorías CE candidatas utilizadas en otras operaciones, tales como 505-520. A modo de ejemplo, el segundo grupo de categorías CE candidatas puede cubrir un mayor alcance, o proporcionar una granularidad más fina. En consecuencia, la segunda categoría CE puede ser un valor nuevo o refinado que puede proporcionar más información al eNB 104 sobre la mejora de cobertura para el equipo de usuario UE 102.

En la operación 525, se puede recibir un mensaje de resolución de contención procedente del eNB de conformidad con el número de repetición de enlace descendente. En algunas formas de realización, los números de repetición de enlace descendente, para operaciones 515 y 525, pueden ser los mismos. Sin embargo, esta disposición no es limitadora, y los dos números pueden ser diferentes en algunas formas de realización. Tal como se describió previamente, el número de repetición de enlace descendente utilizado en la operación 525 se puede referir a un número de repeticiones del mensaje de resolución de contención transmitido por el eNB 104, y el número de repeticiones para algunas, o la totalidad, de las categorías CE candidatas, puede ser diferente. En algunas formas de realización, el número de repetición de enlace descendente, utilizado en la operación 525, puede estar basado, al menos en parte, en la categoría CE para el equipo de usuario UE 102, y puede determinarse previamente mediante simulación o análisis u otras técnicas.

Haciendo referencia a la Figura 6, se ilustra un método 600 de funcionamiento en un modo de mejora de cobertura. Tal como se mencionó anteriormente con respecto al método 500, formas de realización del método 600 pueden incluir operaciones o procesos adicionales, o incluso menos, en comparación con lo ilustrado en la Figura 6, y formas de realización del método 600 no están necesariamente limitadas al orden cronológico que se muestra en la Figura 6. En la descripción del método 600, se puede hacer referencia a las Figuras 1-5 y 7-9, aunque ha de entenderse que el método 600 se puede poner en práctica con cualesquiera otros sistemas, interfaces y componentes adecuados. A modo de ejemplo, se puede hacer referencia al escenario operativo 400 en la Figura 4, descrito anteriormente con fines ilustrativos, pero las técnicas y operaciones del método 600 no están así limitadas. Además, formas de realización del método 600 se pueden referir a eNBs 104, UEs 102, APs, STAs u otros dispositivos móviles o inalámbricos.

Conviene señalar que el método 600 se puede poner en práctica en el eNB 104, y puede incluir el intercambio de señales o mensajes con el equipo de usuario UE 102. De modo similar, el método 500 puede ponerse en práctica en el equipo de usuario UE 102, y puede incluir el intercambio de señales o mensajes con el eNB 104. En algunos casos, operaciones y técnicas descritas como parte del método 500 pueden ser pertinentes para el método 600. Por ejemplo, una operación del método 500 puede incluir la transmisión de un mensaje por el equipo de usuario UE 102 mientras una operación del método 600 puede incluir la recepción del mismo mensaje en el eNB 104.

En la operación 605 del método 600, se puede recibir un preámbulo de PRACH en el eNB 104 procedente del equipo de usuario UE 102 que funciona en un modo de mejora de cobertura (CE) en recursos de frecuencia PRACH. El preámbulo de PRACH se puede recibir de conformidad con un número de repetición de acceso de enlace ascendente, que puede referirse a una cantidad de repeticiones del preámbulo de PRACH transmitido por el equipo de usuario UE 102. En algunas formas de realización, los números de repetición de acceso de enlace ascendente pueden estar basados, al menos en parte, en una categoría CE para el UE, que se puede seleccionar a partir de un grupo de categorías CE candidatas, tal como se describió con anterioridad. Los números de repetición de acceso de enlace ascendente para las categorías CE pueden ser diferentes y pueden, además, ser conocidos en el eNB 104 para su uso en la recepción del PRACH en la operación 605.

En la operación 610, se puede determinar una categoría CE para el equipo de usuario UE 102 a partir de un grupo de categorías CE candidatas, y la determinación puede basarse, al menos en parte, en los recursos de frecuencia PRACH utilizados para el preámbulo de PRACH. Tal como se describió previamente, algunas, o la totalidad, de las categorías CE candidatas pueden estar asociadas con diferentes recursos de frecuencia PRACH que pueden ser exclusivos entre sí. Mapeados o asignaciones de recursos de frecuencia PRACH para categorías CE candidatas se pueden conocer en el eNB 104. Por consiguiente, el eNB 104 puede determinar la categoría CE para el equipo de usuario UE 102 en función de qué recursos de frecuencia PRACH se utilizan. En algunas formas de realización, los recursos de frecuencia PRACH utilizados por el equipo de usuario UE 102 cuando funciona en el modo CE pueden desvincularse de los recursos de frecuencia PRACH utilizados por los UEs que no operan en el modo CE.

En la operación 615, se puede transmitir una Respuesta de Acceso Aleatorio (RAR) de conformidad con un número de repetición de enlace descendente, que puede basarse, al menos parcialmente, en la categoría CE para el equipo de usuario UE 102. En algunas formas de realización, los recursos de frecuencia PDSCH que se basan, al menos parcialmente en la categoría CE para el equipo de usuario UE 102 se puede utilizar para la transmisión de la RAR, y los recursos de frecuencia PDSCH pueden desvincularse de los segundos recursos de frecuencia PDSCH para los UEs que no operan en un modo CE. En algunas formas de realización, el mensaje RAR se puede transmitir en respuesta a la recepción del preámbulo de PRACH en la operación 605.

Se puede transmitir un bloque de datos de canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) que incluye asignaciones de recursos PDSCH para UE que no operan en el modo CE. Además, el eNB 104 puede abstenerse de la transmisión de bloques de datos PDCCH para los UEs que operan en el modo CE. En consecuencia, los UEs que operan en el modo CE pueden recibir la RAR en recursos de frecuencia PDSCH predeterminados. Dicha disposición se puede considerar operación "sin PDCCH", puesto que los UEs que funcionan en el modo CE pueden recibir la RAR (u otros mensajes) en recursos PDSCH sin decodificar un bloque de datos PDCCH.

Además, un mensaje de control se puede transmitir, además, por el eNB 104 para su recepción en el equipo de usuario UE 102 que puede incluir una asignación para los recursos de frecuencia PDSCH. El mensaje de control puede incluir, además, otra información, tal como un indicador de esquema de codificación y modulación (MCS) para la transmisión RAR. El indicador de MCS puede ser un índice que se refiere a un MCS de un grupo de MCSs candidatos predeterminados, y cada MCS candidato se puede referir a un tipo de modulación (tal como BPSK, QPSK, QAM u otros), y una tasa de codificación de corrección de errores hacia delante (FEC). Una relación de temporización entre la transmisión de PRACH en el equipo de usuario UE 102, y la transmisión de RAR, se puede incluir, además, en el mensaje de control. En algunas formas de realización, la relación de temporización puede ser fija. En algunas formas de realización, el mensaje de control puede ser un mensaje SIB-2 u otro mensaje de Bloque de Información del Sistema (SIB) de 3GPP u otras normas.

En la operación 620, se puede recibir un mensaje de control de enlace ascendente procedente del equipo de usuario

- 5 UE 102, en recursos de PUSCH, de conformidad con un número de repetición de control de enlace ascendente. En algunas formas de realización, el número de repetición de control de enlace ascendente puede estar basado, al menos en parte, en la categoría CE para el equipo de usuario UE 102 y, además, puede estar predeterminado. En algunas formas de realización, la RAR transmitida en la operación 615 (u otro mensaje desde el eNB 104) puede incluir el número de repetición de control de enlace ascendente para su uso por el equipo de usuario UE 102. El valor transmitido en la RAR puede anular o sustituir, en algunos casos, un valor predeterminado para el número de repetición de control de enlace ascendente que el UE puede utilizar de otro modo, tal como un valor basado en la categoría CE, tal como se describió anteriormente.
- 10 Recursos de frecuencia PUSCH que están basados, al menos parcialmente, en la categoría CE para el equipo de usuario UE 102, se pueden utilizar para la recepción del mensaje de control de enlace ascendente en el eNB 104, y los recursos de frecuencia PUSCH pueden desvincularse de los segundos recursos de frecuencia PUSCH para UEs que no operan en un modo CE.
- 15 En la operación 625, se puede transmitir un mensaje de resolución de contención de conformidad con el número de repetición de enlace descendente. Tal como se describió previamente, el número de repetición de enlace descendente puede estar basado, al menos en parte, en la categoría CE para el equipo de usuario UE 102. Además, el número de repetición de enlace descendente, utilizado en la operación 625, puede ser el mismo que el número de repetición de enlace descendente utilizado en la operación 615, pero está limitado de este modo. En algunas formas de realización, los recursos de frecuencia PDSCH, que están basados, al menos en parte, en la categoría CE para el equipo de usuario UE 102, se pueden utilizar para la transmisión del mensaje de resolución de contención. Los recursos de frecuencia PDSCH pueden, o no, estar solapados con los recursos de frecuencia PDSCH, utilizados en la operación 615 para la transmisión de la RAR.
- 20
- 25 En la operación 630 del método 600, se puede recibir un segundo preámbulo de PRACH procedente de un segundo UE que no está funcionando en el modo CE. El segundo preámbulo de PRACH se puede recibir en segundos recursos de frecuencia PRACH asignados para UEs que no están funcionando en el modo CE. En algunas formas de realización, los segundos recursos de frecuencia PRACH pueden ser exclusivos de los recursos de frecuencia PRACH asignados para UEs que operan en el modo CE. Conviene señalar, además, que los UEs que no funcionan en el modo CE, pueden incluir UEs de legado que no soportan la mejora de cobertura.
- 30
- Haciendo referencia a la Figura 7, ejemplos de mensajes RAR, o mensajes MAC RAR, se ilustran de conformidad con algunas formas de realización. El mensaje de RAR 705 puede incluir otros parámetros, o información 710, que pueden estar relacionados, o no, con la mejora de cobertura o con operaciones de conexión o reconexión. El mensaje de RAR 705 puede incluir, además, una concesión de enlace ascendente 715, que puede incluir un nivel de repetición de canal PUSCH 725 y otros parámetros o información 720, que pueden estar relacionados, o no, con operaciones de mejora de cobertura o de conexión o reconexión. Tal como se explicará a continuación, el nivel de repetición de canal PUSCH 725 puede ser el mismo, o puede desempeñar la misma función, que el nivel de repetición de control de enlace ascendente, anteriormente descrito en relación con los métodos 500 y 600.
- 35
- 40 Otro ejemplo de RAR 755 puede incluir otros parámetros o información 760, que pueden estar relacionados, o no, con mejoras de cobertura u operaciones de conexión o reconexión. La RAR 755 puede incluir, además, una concesión de enlace ascendente 765 y un nivel de repetición de canal PUSCH 770. Por consiguiente, el nivel de repetición de canal PUSCH 770 puede ser externo a la concesión de enlace ascendente 765, en contraste con el nivel de repetición de canal PUSCH 725 que puede incluirse en la concesión de enlace ascendente 715.
- 45
- En algunas formas de realización, el nivel de repetición de PUSCH 725 puede incluirse como parte de la RAR 705 que se transmite por el eNB 104, en la operación 615, o puede incluirse como parte de la RAR 705 que se recibe en el equipo de usuario UE 102 en la operación 515. En algunas formas de realización, el nivel de repetición de canal PUSCH 770 puede incluirse como parte de la RAR 755 transmitida por el eNB 104 en la operación 615, o puede incluirse como parte de la RAR 755 recibida en el equipo de usuario UE 102 en la operación 515. Hay que tener en cuenta que las RARs 705, 755 sirven para ilustrar el concepto de una respuesta RAR, pero no son limitadoras, y se pueden utilizar otras disposiciones adecuadas para la RAR.
- 50
- 55 Haciendo referencia a la Figura 8, un diagrama de flujo de señal ilustra un ejemplo de un método 800 para conexión, o reconexión, entre el equipo de usuario UE 102 y el eNB 104. Ha de observarse que algunas de las operaciones del método 800 pueden ser similares a las operaciones incluidas en los métodos 500 o 600. En tales casos, las descripciones de dichas operaciones en los métodos 500 o 600 pueden ser aplicables a operaciones correspondientes, incluidas en el método 800. Además, el método 800 ilustrado en la Figura 8 puede servir para ilustrar el concepto de un procedimiento de conexión o reconexión, pero no es limitador. Pueden incluirse operaciones adicionales, o menos operaciones, en otras formas de realización de los métodos de conexión o reconexión, y el orden cronológico de las operaciones no se limita al que se muestra en la Figura 8.
- 60
- 65 En la operación 805, se puede transmitir un preámbulo de PRACH procedente del equipo de usuario UE 102 hacia el eNB 104, de conformidad con un número de repetición de acceso de enlace ascendente. En la operación 810, el eNB 104 puede transmitir una respuesta de acceso aleatorio (RAR), al UE 102, de conformidad con un número de

repetición de enlace descendente. En la operación 815, el equipo de usuario UE 102 puede ajustar su temporización de enlace ascendente. Ha de observarse que el equipo de usuario UE 102 puede realizar las operaciones 805 sin sincronización de temporización con el eNB 104, y puede adquirir, o refinar, su temporización durante la recepción de la RAR en la operación 810. En la operación 820, el equipo de usuario UE 102 puede transmitir un mensaje de control de enlace ascendente (tal como un mensaje L2/L3) al eNB 104, de conformidad con un número de repetición de control de enlace ascendente. En la operación 825, el eNB 104 puede transmitir un mensaje de resolución de contención al UE 102, de conformidad con el mismo número de repetición de enlace descendente utilizado en la operación 810.

Según se describió con anterioridad, números de repetición pueden cuantificar cuántas repeticiones de un mensaje, tal como el preámbulo de PRACH o RAR, se pueden transmitir, y pueden depender de la categoría CE del equipo de usuario UE 102. Por ejemplo, el número de repetición de acceso de enlace ascendente se puede referir a un número de repeticiones del preámbulo de PRACH. Para un procedimiento de conexión o reconexión, se pueden repetir mensajes intercambiados entre el equipo de usuario UE 102 y el eNB 104, de conformidad con valores predeterminados, que se pueden determinar mediante simulación o análisis. En algunas formas de realización, una tabla puede incluir valores de repetición para diferentes categorías de CE, y se puede utilizar en operaciones descritas previamente.

Un ejemplo de dicha tabla 900 se ilustra en la Figura 9. La columna 910 incluye tres categorías CE 912, 914, 916, que corresponden a 5, 10 y 15 dB en este ejemplo. La fila asociada con cada una de las tres categorías CE 912, 914, 916 puede incluir valores de repetición para su uso cuando el equipo de usuario UE 102 funciona en esa categoría CE particular. Los valores para las columnas 920, 930, 940, 950 pueden corresponder al nivel de repetición de PRACH 920, nivel de repetición (E) PDCCH 930, nivel de repetición PDSCH 940 y nivel de repetición de canal PUSCH 950. Estas etiquetas en las columnas 920, 930, 940, 950 pueden ser las mismas o estar relacionadas con valores de repetición descritos anteriormente. A modo de un ejemplo, el nivel de repetición PRACH 920 puede ser el mismo, o estar relacionado con el número de repetición de acceso de enlace ascendente. A modo de otro ejemplo, el nivel de repetición PDCCH 930, o el nivel de repetición PDSCH 940, pueden ser los mismos o estar relacionados con el número de repetición de enlace descendente. A modo de otro ejemplo, el nivel de repetición de canal PUSCH 950 puede ser el mismo, o estar relacionado, con el número de repetición de control de enlace ascendente.

A continuación, se describe un Equipo de Usuario (UE) para funcionar de conformidad con un modo de mejora de cobertura (CE). El UE puede incluir circuitos de procesamiento de hardware configurados para determinar, a partir de un grupo de categorías CE candidatas, una categoría CE para el UE, sobre la base, al menos en parte, en estadísticas de canal de enlace descendente, relacionadas con la recepción de una o más señales de enlace descendente en el UE, desde un nodo Node-B Evolucionado (eNB). Los circuitos de procesamiento de hardware pueden estar configurados, además, para transmitir, en recursos de frecuencia de canal de acceso aleatorio físico (PRACH), un preámbulo de PRACH de conformidad con un número de repetición de acceso de enlace ascendente. En algunas formas de realización, los recursos de frecuencia PRACH, y el número de repetición de acceso de enlace ascendente pueden basarse, al menos en parte, en la categoría CE para el UE. En algunas formas de realización, la categoría CE para el UE puede reflejar uno de entre un nivel de margen de enlace adicional y un nivel de recursos del sistema para el rendimiento en, o por encima de un umbral de rendimiento asociado con un modo de funcionamiento normal para el UE. En algunas formas de realización, las estadísticas de canal de enlace descendente pueden incluir la potencia recibida de señal de referencia (RSRP) o mediciones de pérdida de ruta en el UE.

En algunas formas de realización, el grupo de categorías CE candidatas puede incluir una primera y una segunda categoría CE candidata, para las que un número de repetición de acceso de enlace ascendente para la primera categoría CE, es diferente de un número de repetición de acceso de enlace ascendente para la segunda categoría CE. En algunas formas de realización, el grupo de categorías CE candidatas puede incluir una primera y una segunda categoría CE candidata para la cual los recursos de frecuencia PRACH, para la primera categoría CE, son exclusivos de los recursos de frecuencia PRACH, para la segunda categoría CE.

Los circuitos de procesamiento de hardware pueden estar configurados, además, para recibir, a partir del eNB, una Respuesta de Acceso Aleatorio (RAR) de conformidad con un número de repetición de enlace descendente que está basado, al menos en parte, en la categoría CE para el UE. En algunas formas de realización, la RAR se puede recibir en recursos de frecuencia de canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH), que pueden estar basados, al menos parcialmente, en la categoría CE para el UE, y los recursos de frecuencia PDSCH pueden desvincularse de los segundos recursos de frecuencia PDSCH para UEs que no funcionan en el modo CE. Los circuitos de procesamiento de hardware pueden estar configurados, además, para recibir, desde el eNB, un bloque de datos de canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) en recursos de frecuencia PDCCH para UEs que operan en el modo CE. En algunas formas de realización, el bloque de datos PDCCH puede incluir un bloque de información de control de enlace descendente (DCI) que incluye el número de repetición de enlace descendente. Los circuitos de procesamiento de hardware pueden estar configurados, además, para abstenerse de decodificar bloques de datos de canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) como parte de la recepción de la RAR.

Los circuitos de procesamiento de hardware pueden estar configurados, además, para transmitir, en respuesta a la recepción de la RAR, un mensaje de control de enlace ascendente sobre recursos de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH), de conformidad con un número de repetición de control de enlace ascendente. En algunas formas de realización, la RAR puede incluir el número de repetición de control de enlace ascendente. En algunas formas de realización, la RAR puede incluir una concesión de enlace ascendente para el UE, y la concesión de enlace ascendente puede incluir el número de repetición de control de enlace ascendente. En algunas formas de realización, el mensaje de control de enlace ascendente puede incluir una segunda categoría CE para el UE, la segunda categoría CE se puede seleccionar de un segundo grupo de categorías CE candidatas, y la segunda categoría CE puede determinarse, al menos en parte, desde la recepción de la RAR. Los circuitos de procesamiento de hardware pueden estar configurados, además, para recibir, a partir del eNB, un mensaje de resolución de contención de conformidad con el número de repetición de enlace descendente. En algunas formas de realización, el UE puede soportar, además, una Comunicación de Tipo Máquina (MTC). En algunas formas de realización, el UE puede funcionar de conformidad con un protocolo 3GPP.

A continuación, se describe un soporte de memorización legible por ordenador no transitorio, que memoriza instrucciones para su ejecución por uno o más procesadores para realizar operaciones para la comunicación por un Equipo de Usuario (UE) en un modo de mejora de cobertura. Las operaciones pueden configurar los uno o más procesadores para determinar, a partir de un grupo de categorías CE candidatas, una categoría CE para el UE basada, al menos en parte, en estadísticas de canal de enlace descendente relacionadas con la recepción de una o más señales de enlace descendente en el UE desde un nodo Node-B Evolucionado (eNB) y transmitir, en recursos de frecuencia de canal de acceso aleatorio físico (PRACH), un preámbulo de PRACH de conformidad con un número de repetición de acceso de enlace ascendente. En algunas formas de realización, los recursos de frecuencia PRACH y el número de repetición de acceso de enlace ascendente pueden estar basados, al menos en parte, en la categoría CE para el UE. Las operaciones pueden configurar, además, los uno o más procesadores para recibir, a partir del eNB, una Respuesta de Acceso Aleatorio (RAR), de conformidad con un número de repetición de enlace descendente que está basado, al menos parcialmente, en la categoría CE para el UE. Las operaciones pueden configurar, además, los uno o más procesadores para transmitir, en respuesta a la recepción de la RAR, un mensaje de control de enlace ascendente, en recursos de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH), de conformidad con un número de repetición de control de enlace ascendente, que está basado, al menos en parte, en la categoría CE para el UE.

A continuación, se describe un método para comunicaciones en un modo de mejora de cobertura, puesto en práctica por un Equipo de Usuario (UE). El método puede incluir la determinación, a partir de un grupo de categorías CE candidatas, una categoría CE para el UE basada, al menos parcialmente, en estadísticas de canal de enlace descendente relacionadas con la recepción de una o más señales de enlace descendente, en el UE, a partir de un nodo Node-B Evolucionado (eNB). El método puede incluir, además, la transmisión, en recursos de frecuencia de canal de acceso aleatorio físico (PRACH), de un preámbulo de PRACH de conformidad con un número de repetición de acceso de enlace ascendente. En algunas formas de realización, los recursos de frecuencia PRACH, y el número de repetición de acceso de enlace ascendente están basados, al menos en parte, en la categoría CE para el UE. El método puede incluir, además, la recepción, desde el eNB, de una Respuesta de Acceso Aleatorio (RAR) de conformidad con un número de repetición de enlace descendente que está basado, al menos parcialmente, en la categoría CE para el UE. El método puede incluir, además, la transmisión, en respuesta a la recepción de la RAR, de un mensaje de control de enlace ascendente sobre recursos de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH), de conformidad con un número de repetición de control de enlace ascendente que está basado, al menos en parte, en la categoría CE para el UE.

Se describe ahora un nodo Node-B Evolucionado (eNB) para funcionar de conformidad con un modo de mejora de cobertura (CE). El eNB puede incluir circuitos de procesamiento de hardware configurados para recibir, a partir de un Equipo de Usuario (UE) que funciona en el modo CE, un preámbulo de canal de acceso aleatorio físico (PRACH) sobre recursos de frecuencia PRACH, asignados para UEs que funcionan en el modo CE. Los circuitos de procesamiento de hardware pueden configurarse, además, para determinar, sobre la base, al menos en parte, en los recursos de frecuencia PRACH utilizados para la recepción del preámbulo de PRACH, una categoría CE para el UE de un grupo de categorías CE candidatas, y transmitir una Respuesta de Acceso Aleatorio (RAR) de conformidad con un número de repetición de enlace descendente que se basa, al menos parcialmente, en la categoría CE para el UE. En algunas formas de realización, el grupo de categorías CE candidatas puede incluir una primera y una segunda categoría CE candidata, para la que los recursos de frecuencia PRACH para la primera y segunda categorías CE son exclusivas. En algunas formas de realización, la RAR se puede transmitir en recursos de frecuencia de canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH), que están basados, al menos en parte, en la categoría CE para el UE, y los recursos de frecuencia PDSCH pueden desvincularse de los segundos recursos de frecuencia PDSCH para UEs que no funcionan en un modo CE.

Los circuitos de procesamiento de hardware pueden estar configurados, además, para transmitir un bloque de datos de canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) que incluye asignaciones de recursos PDSCH para UEs que no funcionan en el modo CE y para evitar la transmisión de bloques de datos PDCCH para UEs que funcionan en el modo CE. Los circuitos de procesamiento de hardware pueden configurarse, además, para transmitir un mensaje de control que incluye una asignación para los recursos de frecuencia PDSCH, un indicador de esquema

de codificación y modulación (MCS) para la transmisión RAR y una relación de temporización entre la transmisión de PRACH en el UE y la transmisión de RAR.

5 Los circuitos de procesamiento de hardware pueden estar configurados, además, para recibir, a partir del UE, un mensaje de control de enlace ascendente en recursos de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH), de conformidad con un número de repetición de control de enlace ascendente. En algunas formas de realización, el número de repetición de control de enlace ascendente puede estar basado, al menos en parte, en la categoría CE para el UE. En algunas formas de realización, la RAR puede incluir el número de repetición de control de enlace ascendente. Los circuitos de procesamiento de hardware pueden estar configurados, además, para transmitir, en
10 respuesta a la recepción del mensaje de control de enlace ascendente, un mensaje de resolución de contención de conformidad con el número de repetición de enlace descendente. Los circuitos de procesamiento de hardware pueden estar configurados, además, para recibir, a partir de un segundo UE que no está funcionando en el modo CE, un segundo preámbulo de PRACH en segundos recursos de frecuencia PRACH, asignados para UEs que no están funcionando en el modo CE. En algunas formas de realización, los segundos recursos de frecuencia PRACH pueden ser exclusivos de los recursos de frecuencia PRACH asignados para los UEs que funcionan en el modo CE.
15 En algunas formas de realización, el eNB puede operar de conformidad con un protocolo 3GPP.

El resumen se proporciona para cumplir con 37 C.F.R. Sección 1.72 (b), que requiere un resumen que permita al lector determinar la naturaleza y esencia de la invención técnica. Se presenta con el entendimiento de que no se
20 utilizará para limitar o interpretar el alcance o significado de las reivindicaciones. Las siguientes reivindicaciones se incorporan en la presente en la descripción detallada, con cada reivindicación independiente siendo, por sí misma, una forma de realización separada.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un Equipo de Usuario, UE, (102), con Comunicación de Tipo Máquina, MTC, para funcionar de conformidad con un modo de mejora de cobertura, CE, comprendiendo el equipo UE (102), circuitos de procesamiento de hardware configurados para:
- la determinación de una categoría CE para el equipo UE (102), sobre la base, al menos en parte, de la pérdida de ruta entre el equipo UE (102) y un nodo Node-B Evolucionado, eNB (104); y
- 10 la transmisión, en recursos de frecuencia de un canal de acceso aleatorio físico, PRACH, de un preámbulo de PRACH de conformidad con un número de repetición de acceso de enlace ascendente, en donde se calcula un identificador temporal de red de radio de acceso aleatorio, RA-RNTI, para la transmisión de preámbulo de PRACH como $1 + t_{id} + 10 \cdot f_{id} + c \cdot MTC_{id}$, en donde t_{id} es el índice de la primera sub-trama del preámbulo de PRACH, f_{id} es el índice de PRACH dentro de dicha sub-trama, c es una constante y MTC_{id} es 0 o 1 dependiendo de si el UE está, o
- 15 no, en el modo CE;
- en donde el número de repetición de acceso de enlace ascendente se basa, al menos en parte, en la categoría CE para el equipo UE (102).
- 20 2. El equipo UE (102) según la reivindicación 1, estando los circuitos de procesamiento de hardware configurados, además, para recibir a partir del eNB (104), una Respuesta de Acceso Aleatorio, RAR, de conformidad con un número de repetición de enlace descendente, que está basado, al menos en parte, en la categoría CE para el UE.
- 25 3. El equipo UE (102) según la reivindicación 2, estando los circuitos de procesamiento de hardware configurados, además, para transmitir, en respuesta a la recepción de la RAR, un mensaje de control de enlace ascendente sobre recursos de canal compartido de enlace ascendente físico, PUSCH, de conformidad con un número de repetición de control de enlace ascendente.
- 30 4. El equipo UE (102) según la reivindicación 3, en donde la respuesta RAR incluye el número de repetición de control de enlace ascendente.
5. El equipo UE (102) según la reivindicación 10, en donde la RAR incluye una concesión de enlace ascendente para el UE, y la concesión de enlace ascendente incluye el número de repetición de control de enlace ascendente.
- 35 6. Un soporte de memorización legible por ordenador, no transitorio, que memoriza instrucciones para su ejecución por uno o más procesadores para realizar operaciones para la comunicación de un Equipo de Usuario, UE, mediante Comunicación de Tipo Máquina, MTC, en un modo de mejora de cobertura, CE, de las operaciones para configurar los uno o más procesadores para:
- 40 la determinación de una categoría CE para el equipo UE (102) sobre la base, al menos en parte, en la pérdida de ruta entre el equipo UE (102) y un nodo Node-B Evolucionado, eNB (104); y
- la transmisión, en recursos de frecuencia de un canal de acceso aleatorio físico, PRACH, de un preámbulo de PRACH de conformidad con un número de repetición de acceso de enlace ascendente, en donde se calcula un identificador temporal de red de radio de acceso aleatorio, RA-RNTI, para la transmisión de preámbulo de PRACH como $1 + t_{id} + 10 \cdot f_{id} + c \cdot MTC_{id}$, en donde t_{id} es el índice de la primera sub-trama del preámbulo de PRACH, f_{id} es el índice de PRACH dentro de dicha sub-trama, c es una constante y MTC_{id} es 0 o 1, dependiendo de si el equipo UE está, o no, en el modo CE;
- 45 en donde el número de repetición de acceso de enlace ascendente se basa, al menos en parte, en la categoría CE para el equipo UE (102).
- 50 7. Un método para la comunicación en un modo de mejora de cobertura, CE, realizado por un Equipo de Usuario UE, en el modo de Comunicación de Tipo Máquina, MTC, comprendiendo el método:
- 55 la determinación de una categoría CE para el equipo UE (102) sobre la base, al menos en parte, en la pérdida de ruta entre el equipo UE (102) y un nodo Node-B Evolucionado, eNB (104); y
- 60 la transmisión, en recursos de frecuencia de un canal de acceso aleatorio físico, PRACH, de un preámbulo de PRACH de conformidad con un número de repetición de acceso de enlace ascendente, en donde se calcula un identificador temporal de red de radio de acceso aleatorio, RA-RNTI, para la transmisión de preámbulo de PRACH como $1 + t_{id} + 10 \cdot f_{id} + c \cdot MTC_{id}$, en donde t_{id} es el índice de la primera sub-trama del preámbulo de PRACH, f_{id} es el índice de PRACH dentro de dicha sub-trama, c es una constante y MTC_{id} es 0 o 1, dependiendo de si el UE está, o
- 65 no, en el modo CE;

en donde el número de repetición de acceso de enlace ascendente se basa, al menos en parte, en la categoría CE para el equipo UE (102).

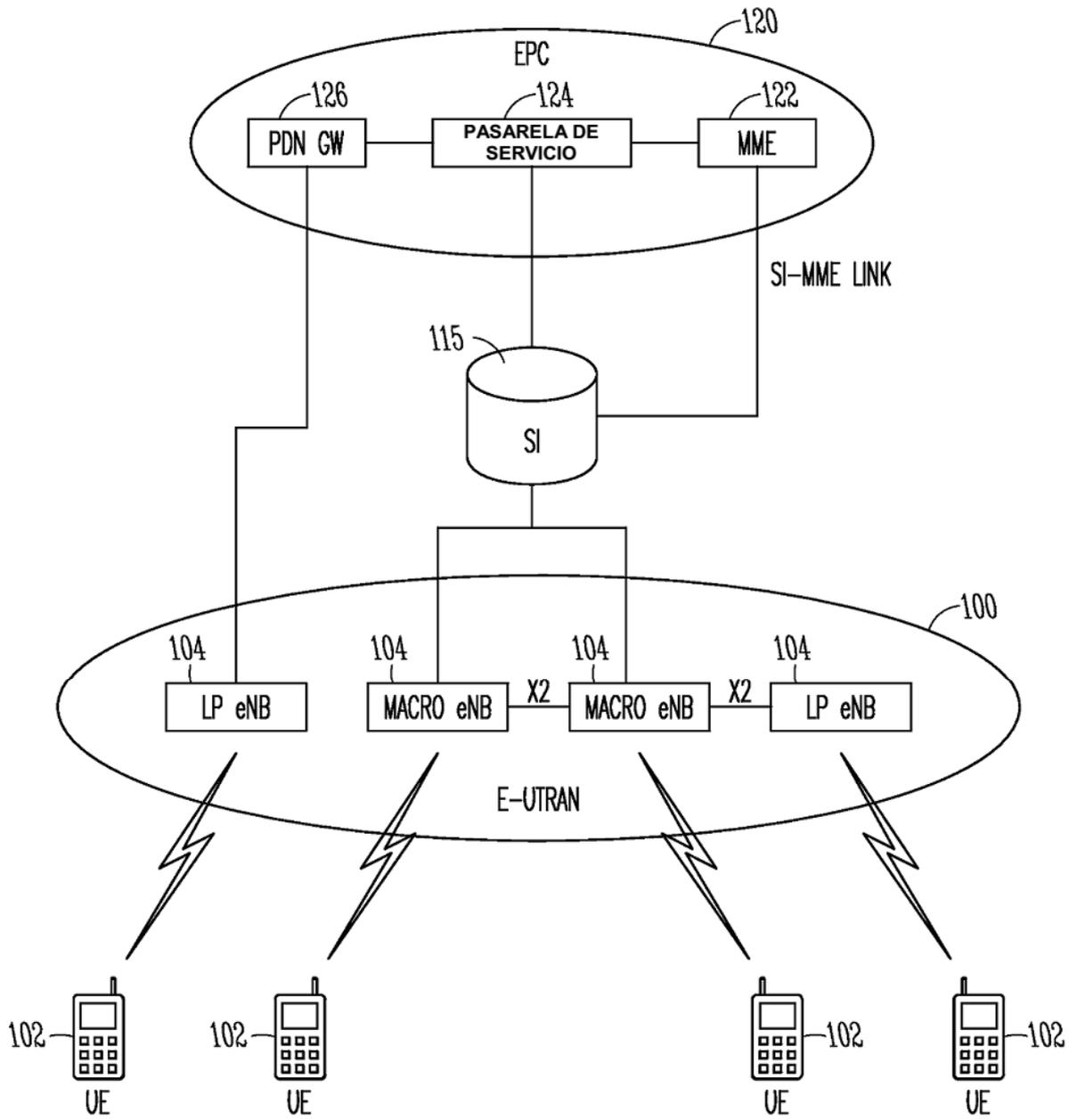


FIG. 1

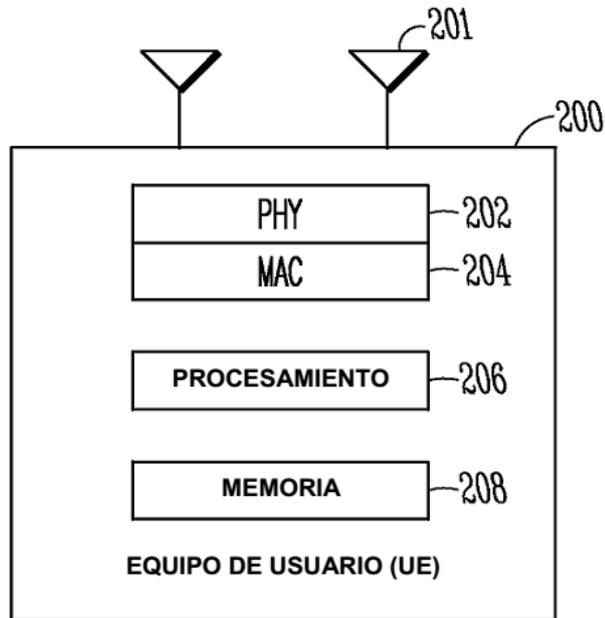


FIG. 2

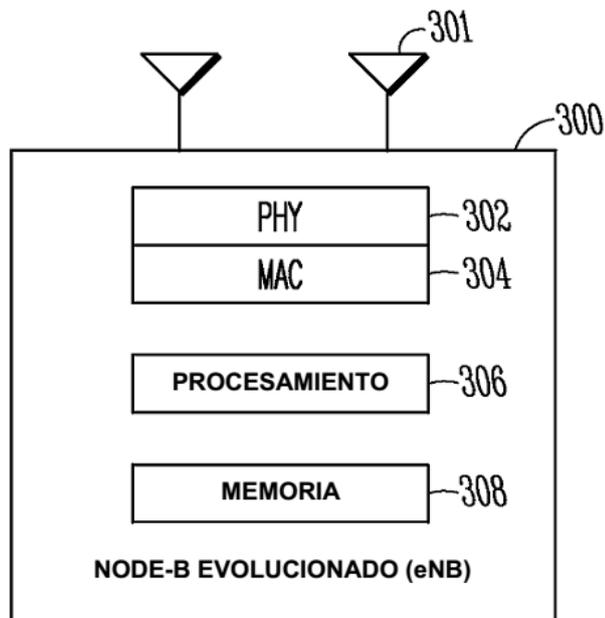


FIG. 3

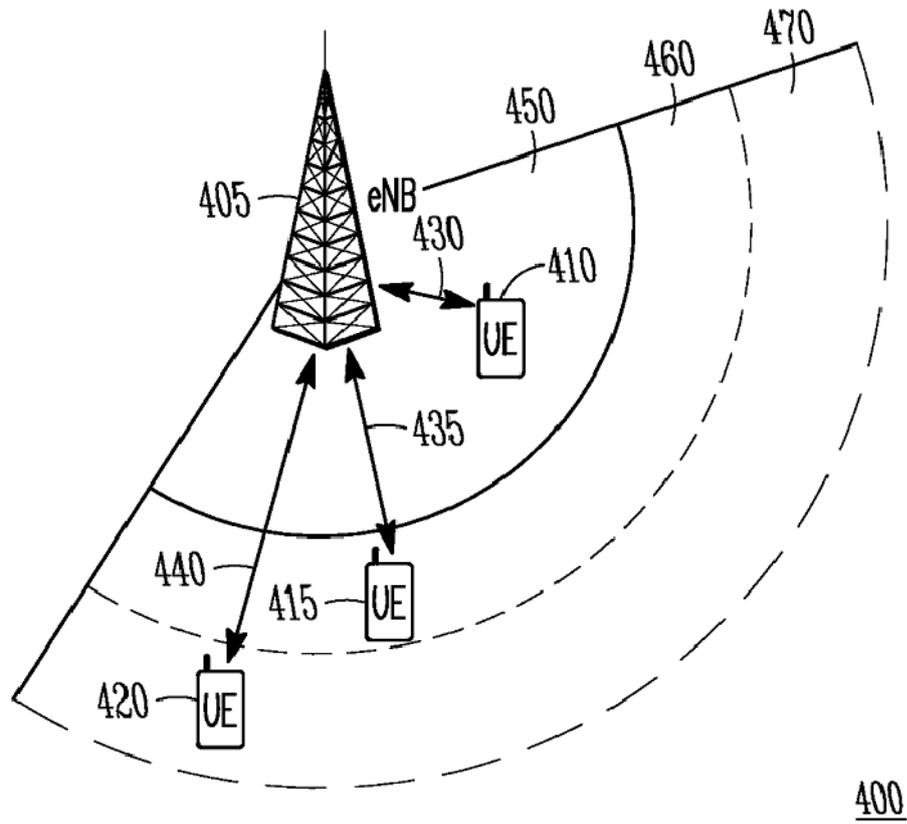
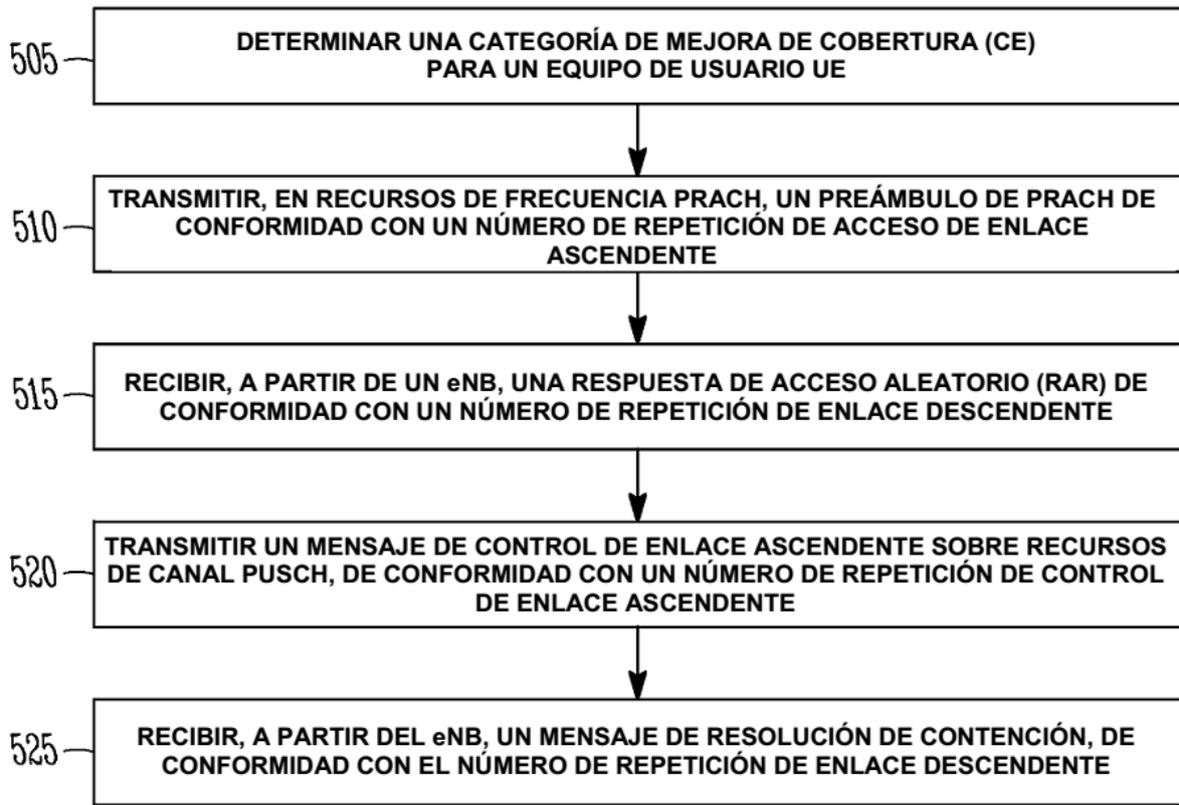
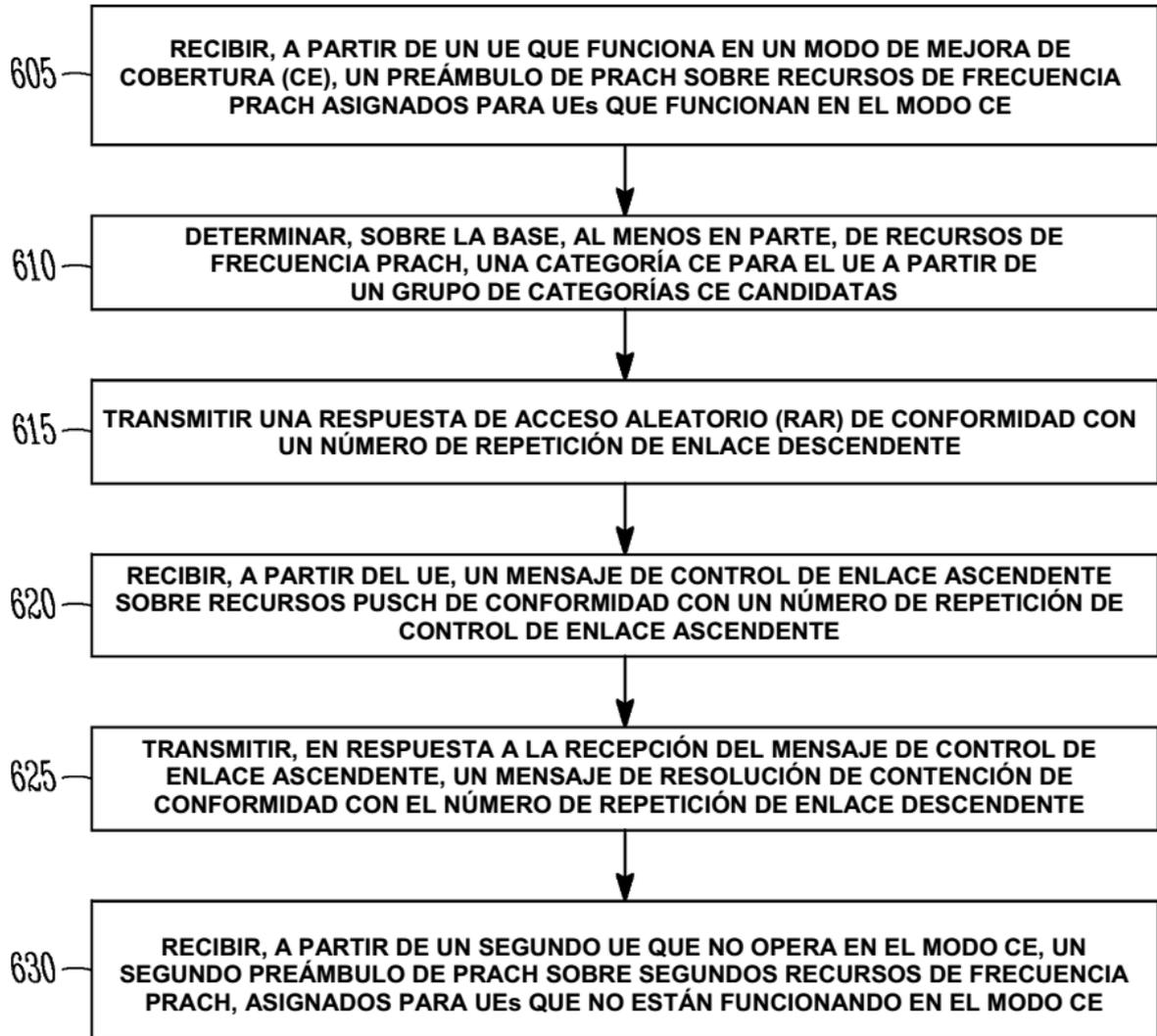


FIG. 4



500

FIG. 5



600

FIG. 6

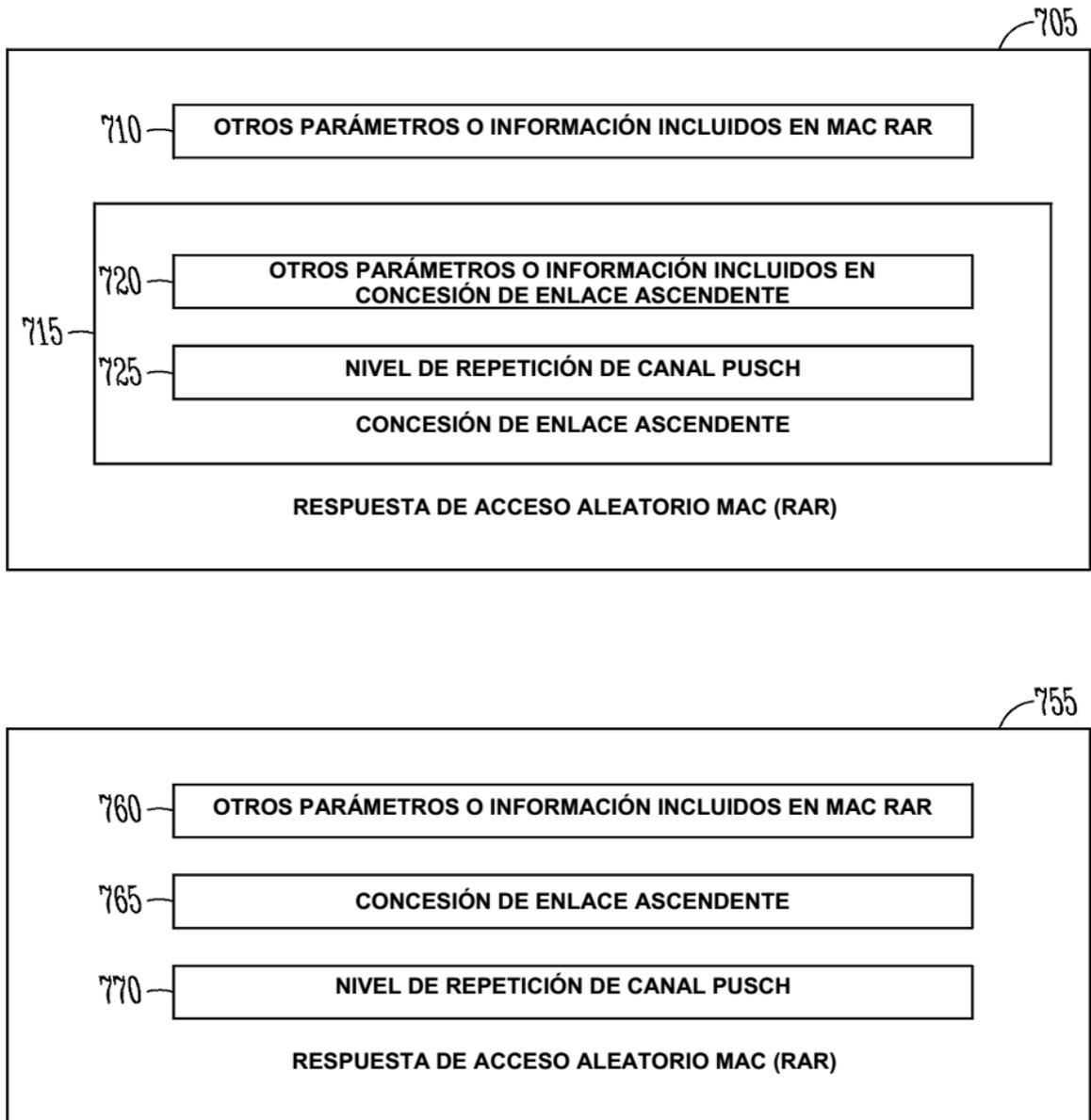


FIG. 7

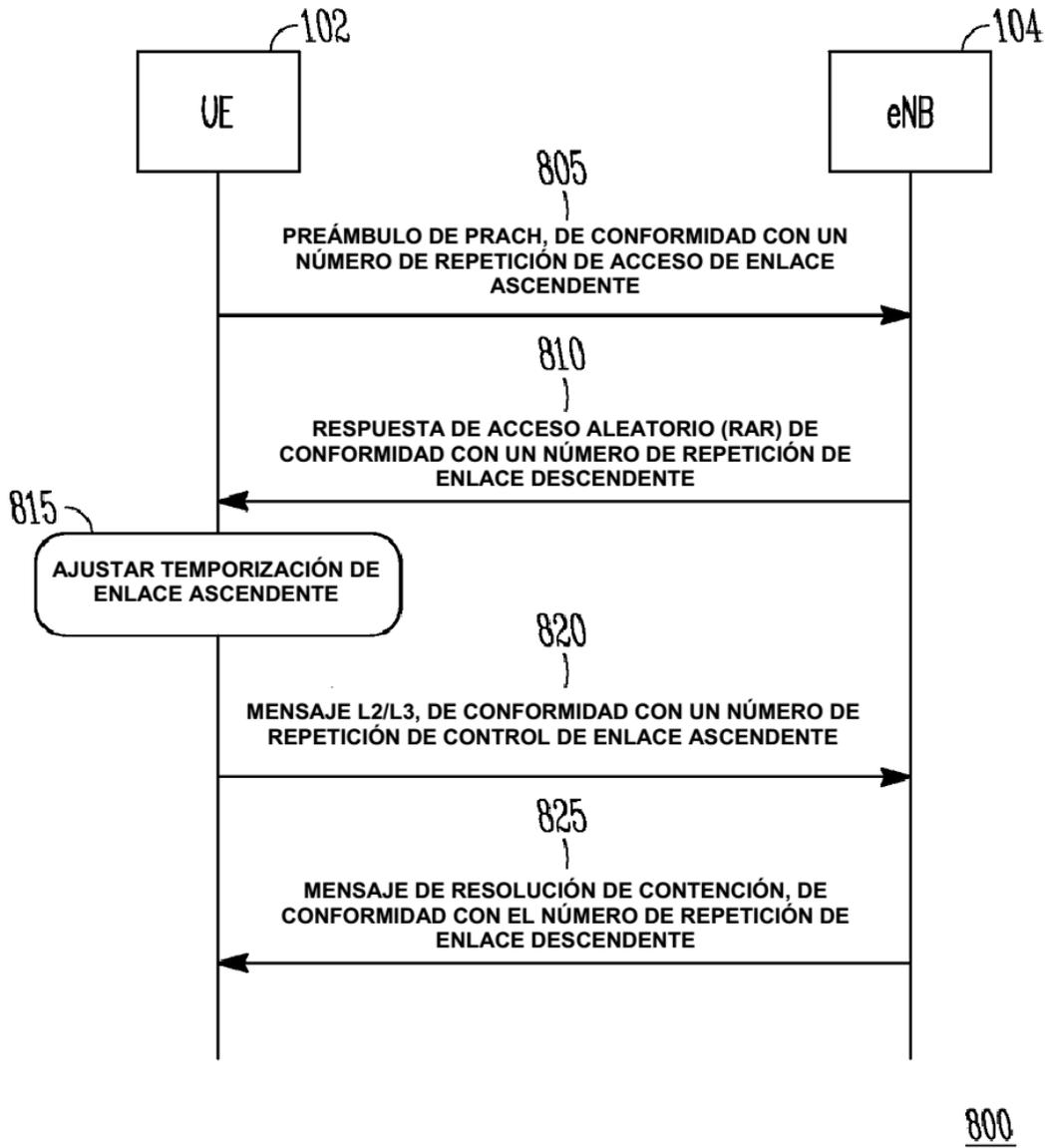


FIG. 8

	910	920	930	940	950
	CATEGORÍA DE MEJORA DE COBERTURA	NIVEL DE REPETICIÓN PRACH	NIVEL DE REPETICIÓN PDCCH (E)	NIVEL DE REPETICIÓN PDSCH	NIVEL DE REPETICIÓN DE CANAL PUSCH
912	NIVEL EXTENSIÓN 0,5 dB	PRACH_RL_1	PDCCH_RL_1	PDSCH_RL_1	PUSCH_RL_1
914	NIVEL EXTENSIÓN 1,10 dB	PRACH_RL_2	PDCCH_RL_2	PDSCH_RL_2	PUSCH_RL_2
916	NIVEL EXTENSIÓN 2,15 dB	PRACH_RL_3	PDCCH_RL_3	PDSCH_RL_3	PUSCH_RL_3

900

FIG. 9