

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 084**

51 Int. Cl.:

**H04W 74/08** (2009.01)

**H04W 4/70** (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.04.2016 PCT/EP2016/059218**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2016 WO16174001**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2016 E 16718664 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019 EP 3289822**

54 Título: **Selección robusta del nivel de repetición del PRACH para una cobertura potenciada de MTC**

30 Prioridad:

**27.04.2015 US 201562153339 P**  
**21.04.2016 US 201615134861**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.04.2020**

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)**  
**(100.0%)**  
**164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**AXMON, JOAKIM;**  
**LINDOFF, BENGT;**  
**WALLÉN, ANDERS y**  
**THANGARASA, SANTHAN**

74 Agente/Representante:

**MARTÍN BADAJOZ, Irene**

ES 2 754 084 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

Selección robusta del nivel de repetición del PRACH para una cobertura potenciada de MTC

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere a una red de comunicaciones celulares y, más en particular, se refiere a la selección de un nivel de repetición del canal físico de acceso aleatorio (PRACH) para un dispositivo inalámbrico que funciona en la red de comunicaciones celulares.

10

Antecedentes*Equipo de usuario (UE) de baja complejidad*

15 Existe la necesidad de dispositivos o terminales eficaces y rentables en las redes de comunicaciones celulares, especialmente en las comunicaciones máquina a máquina (M2M). En las comunicaciones M2M se espera que un dispositivo de comunicación de tipo máquina (MTC) (por ejemplo, un medidor inteligente, una valla publicitaria, una cámara, un sensor remoto, un ordenador portátil, un electrodoméstico, etc.) sea de bajo coste y baja complejidad. Un UE de baja complejidad (que también se denomina en el presente documento dispositivo de equipo de usuario (UE) o, más en general, dispositivo inalámbrico) que se prevé para la operación M2M (es decir, que se prevé como un dispositivo MTC) puede implementar una o más características de bajo coste como un tamaño de bloque de transporte máximo de enlace descendente y enlace ascendente más pequeño (por ejemplo, 1000 bits) y/o un ancho de banda de canal de enlace descendente reducido de 1,4 megahercios (MHz) para el canal de datos (por ejemplo, para el canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH)). Con respecto al ancho de banda reducido del canal de enlace descendente, el ancho de banda se puede reducir a 1,4 MHz para el canal de datos en la versión 12 de la Evolución a largo plazo (LTE) del Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP) o reducirse a 1,4 MHz para todos los canales de enlace ascendente y enlace descendente en la versión 13 de LTE de 3GPP. Esto significa que el ancho de banda de radiofrecuencia (RF) del UE de baja complejidad se puede establecer en aproximadamente 1,4 MHz. Un UE de baja complejidad también puede comprender duplexación por división de frecuencia semidúplex (HD-FDD) y una o más de las siguientes características adicionales: receptor único (un receptor) en el UE. El UE de baja complejidad también se puede denominar UE de bajo coste.

20

25

30

*Potenciación de cobertura en MTC*

35 La pérdida de trayecto entre un dispositivo MTC, que también se denomina en el presente documento dispositivo M2M, y una estación base puede ser muy grande en algunos escenarios, tal como cuando se usa como un sensor o dispositivo de medición ubicado en una ubicación remota, tal como en un sótano de un edificio. En dichos escenarios, la recepción de una señal desde la estación base es muy difícil. Por ejemplo, la pérdida de trayecto puede ser peor que 20 decibelios (dB) en comparación con la operación normal. Para hacer frente a dichos desafíos, la cobertura en el enlace ascendente y/o en el enlace descendente se debe potenciar sustancialmente. Esto se logra empleando una o una pluralidad de técnicas avanzadas en el UE y/o en el nodo de red de radio (por ejemplo, la estación base) para potenciar la cobertura. Algunos ejemplos no limitantes de dichas técnicas avanzadas son (pero no se limitan a) el incremento de la potencia de transmisión, repetición de la señal transmitida, aplicación de redundancia adicional a la señal transmitida, uso de un receptor avanzado/potenciado, etc. En general, cuando se emplean dichas técnicas de potenciación de cobertura, se considera que el dispositivo M2M funciona en modo de potenciación de cobertura.

40

45

Un UE de baja complejidad (por ejemplo, un UE con un receptor) también puede admitir un modo de operación de cobertura potenciada, como se divulga en "SHARP: "Consideration on coverage enhanced RACH for Rel-13 MTC UEs", 08/02/2015". Este documento divulga un procedimiento que usa la medición de RSRP de enlace descendente y PSS/SSS en el UE para estimar su nivel de potenciación de cobertura.

50

*Adquisición de información de sistema (SI) relacionada*

55 Se requiere que los UE detecten la SI de las células vecinas en el Acceso por Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA). Ejemplos de esta SI son el bloque de información principal (MIB) y los bloques de información de sistema (SIB), donde existen diferentes tipos de SIB, por ejemplo, SIB1 y SIB2. El MIB se transmite en el canal físico de radiodifusión (PBCH) mientras que los SIB se multiplexan en el canal PDSCH. El MIB se transmite en la subtrama n.º 0 con una periodicidad de 40 milisegundos (ms) y se transmiten cuatro versiones de redundancia dentro de este período. El SIB1 se transmite en la subtrama n.º 5 y tiene una periodicidad de 80 ms.

60

El MIB, que se transmite en el canal físico de radiodifusión (PBCH), contiene una cantidad limitada de SI que es necesaria para que el UE lea la SI. El MIB se transmite en la subtrama n.º 0 cada 10 subtramas. El MIB puede incluir los siguientes tipos de información:

65

- información relacionada con el ancho de banda del enlace descendente;

- información relacionada con el canal físico de indicación de solicitud híbrida de repetición automática (HARQ) (PHICH), donde es necesario que PHICH pueda leer el canal físico de control de enlace descendente (PDCCH); y/o

5

- número de trama del sistema (SFN).

El SIB1, por otra parte, contiene la parte grande de la SI y se transmite en la subtrama n.º 5 cada 80 ms. En LTE, existen numerosos tipos de SIB que contienen diferentes tipos de información. La SI recibida es válida durante un tiempo determinado y el nodo de red notifica al UE sobre el cambio de la SI mediante radiolocalización. Al leer los mensajes de radiolocalización, el UE conoce exactamente cuándo se espera que cambie la SI y también conoce sobre el límite del período de modificación especificado usando los valores SFN. Los SIB se transmiten en el canal compartido de enlace descendente (DL-SCH) y se indican al UE usando el PDCCH y la etiqueta de identificador temporal de red de radio SI (SI-RNTI). Ejemplos de SIB son SIB1, SIB2 y SIB3-SIB8, y su contenido es como sigue:

- SIB1 contiene información relacionada con el operador e información sobre si el UE tiene permitido acampar en él, y configuraciones de subtrama, así como información sobre la planificación de otros SIB;

- SIB2 contiene información necesaria para que el UE acceda a la célula, por ejemplo, el ancho de banda de la célula del enlace ascendente, los parámetros necesarios para el acceso aleatorio y los parámetros relacionados con el control de potencia del enlace ascendente; y

- SIB3-SIB8 contienen información relacionada con la movilidad para, por ejemplo, la reelección de célula.

Se desean sistemas y procedimientos de mejora del rendimiento de los UE de baja complejidad, tales como los dispositivos MTC.

### Sumario

En el presente documento se divulgan los sistemas y procedimientos que se relacionan con la determinación de un escenario de cobertura de un dispositivo inalámbrico y la determinación de una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico para la transmisión de una señal de acceso aleatorio basándose en el escenario de cobertura del dispositivo inalámbrico. En algunos modos de realización, un procedimiento de funcionamiento de un dispositivo inalámbrico para acceso aleatorio a una red de comunicaciones celulares comprende determinar un número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito un bloque de información recibido desde un nodo de acceso por radio de la red de comunicaciones celulares. El procedimiento comprende además, determinar al menos uno de: (a) una velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y (b) una potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información. El procedimiento comprende además, determinar una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en: (i) el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el bloque de información y (ii) el al menos uno de: (a) la velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y (b) la potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información. De esta manera, el número de recursos usados para la transmisión de la señal de acceso aleatorio se determina basándose en una indicación fiable del escenario de cobertura del dispositivo inalámbrico.

En algunos ejemplos, determinar el al menos uno de: (a) la velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y (b) la potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información comprende determinar la velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio. Además, determinar la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio comprende determinar la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio basándose en: (i) el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el bloque de información y (ii) la velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio.

En algunos ejemplos, determinar el al menos uno de: (a) la velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y (b) la potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información comprende determinar la potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información. Además, determinar la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio comprende determinar la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio basándose en: (i) el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el

bloque de información y (ii) la potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información.

5 En algunos ejemplos, determinar el al menos uno de: (a) la velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y (b) la potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información comprende determinar la velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y determinar la potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información. Además, determinar la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio comprende determinar la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio basándose en: (i) el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el bloque de información y (ii) tanto (a) la velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio como (b) la potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información.

20 En algunos modos de realización, la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico comprende un número de bloques de recursos físicos (PRB) que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio. En algunos modos de realización, la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico comprende un número de repeticiones que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio.

25 En algunos modos de realización, el bloque de información es un bloque de información principal (MIB). En algunos modos de realización, el bloque de información es un bloque de información que comprende información de sistema (SI).

30 En algunos modos de realización, el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el bloque de información comprende un número de repeticiones del bloque de información necesarias para decodificar con éxito el bloque de información. En algunos ejemplos, el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el bloque de información comprende un número de bloques del canal físico de radiodifusión (PBCH) necesarios para decodificar con éxito el bloque de información. En algunos modos de realización, el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el bloque de información comprende un número de repeticiones del bloque de información y un número de bloques del PBCH necesarios para decodificar con éxito el bloque de información.

40 En algunos modos de realización, el procedimiento comprende además, realizar el procedimiento de acceso aleatorio, en el que realizar el procedimiento de acceso aleatorio comprende transmitir la señal de acceso aleatorio usando la cantidad de recursos determinados que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio.

45 En algunos modos de realización, la cantidad de recursos determinados que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio comprende un número de repeticiones, y el procedimiento comprende además, aplicar el número de repeticiones para transmitir de este modo la señal de acceso aleatorio en un nivel de repetición correspondiente y continuar el procedimiento de acceso aleatorio hasta que se reciba una respuesta de acceso aleatorio.

50 En algunos modos de realización, determinar la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio comprende determinar la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio basándose en una correlación de (I) el número de recursos necesarios para decodificar con éxito el bloque de información y el al menos uno de la velocidad de código y la potencia de transmisión a (II) la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio. En algunos modos de realización, el procedimiento comprende además, realizar un procedimiento de adaptación que adapta la correlación basándose en un resultado de una o más instancias del procedimiento de acceso aleatorio. Además, en algunos modos de realización, realizar el procedimiento de adaptación comprende aumentar el número de recursos para la correlación tras determinar que un número promedio de retransmisiones necesarias para recibir una respuesta de acceso aleatorio es mayor que un primer umbral predefinido. En algunos modos de realización, realizar el procedimiento de adaptación comprende disminuir el número de recursos para la correlación tras determinar que un número promedio de retransmisiones necesarias para recibir una respuesta de acceso aleatorio es menor que un segundo umbral predefinido.

65 En algunos modos de realización, el dispositivo inalámbrico es un dispositivo de equipo de usuario (UE). En otros modos de realización, el dispositivo inalámbrico es un dispositivo de comunicación de tipo máquina (MTC).

También se divulgan modos de realización de un dispositivo inalámbrico. En algunos modos de realización, un dispositivo inalámbrico para una red de comunicaciones celulares comprende un transceptor, uno o más procesadores y una memoria que almacena el software ejecutable por el uno o más procesadores con lo que el dispositivo inalámbrico funciona como sigue. El dispositivo inalámbrico determina un número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito un bloque de información recibido desde un nodo de acceso por radio de la red de comunicaciones celulares por medio del transceptor. El dispositivo inalámbrico también determina al menos uno de: (a) una velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y (b) una potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información. El dispositivo inalámbrico determina una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en: (i) el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el bloque de información y (ii) el al menos uno de: (a) la velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y (b) la potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información.

En algunos ejemplos, mediante la ejecución del software por el uno o más procesadores, el dispositivo inalámbrico puede funcionar adicionalmente para transmitir, por medio del transceptor, la señal de acceso aleatorio usando la cantidad de recursos determinados que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso para el procedimiento de acceso aleatorio.

En algunos ejemplos, el dispositivo inalámbrico determina la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio basándose en una correlación de (I) el número de recursos necesarios para decodificar con éxito el bloque de información y el al menos uno de la velocidad de código y la potencia de transmisión con (II) la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio. En algunos ejemplos, mediante la ejecución del software por el uno o más procesadores, el dispositivo inalámbrico puede funcionar adicionalmente para realizar un procedimiento de adaptación que adapta la correlación basándose en un resultado de una o más instancias del procedimiento de acceso aleatorio.

En algunos ejemplos, un dispositivo inalámbrico para una red de comunicaciones celulares está adaptado para determinar un número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito un bloque de información recibido desde un nodo de acceso por radio de la red de comunicaciones celulares. El dispositivo inalámbrico está adaptado además, para determinar al menos uno de: (a) una velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y (b) una potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información. El dispositivo inalámbrico está adaptado además, para determinar una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en: (i) el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el bloque de información y (ii) el al menos uno de: (a) la velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y (b) la potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información. En algunos ejemplos, el dispositivo inalámbrico está adaptado además para realizar el procedimiento de funcionamiento de un dispositivo inalámbrico de acuerdo con cualquiera de los modos de realización descritos en el presente documento.

En algunos ejemplos, un dispositivo inalámbrico para una red de comunicaciones celulares comprende medios para determinar un número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito un bloque de información recibido desde un nodo de acceso por radio de la red de comunicaciones celulares. El dispositivo inalámbrico comprende además, medios para determinar al menos uno de: (a) una velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y (b) una potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información. El dispositivo inalámbrico comprende además, medios para determinar una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en: (i) el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el bloque de información y (ii) el al menos uno de: (a) la velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y (b) la potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información.

En algunos ejemplos, un dispositivo inalámbrico para una red de comunicaciones celulares comprende un primer módulo que puede funcionar para determinar un número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito un bloque de información recibido desde un nodo de acceso por radio de la red de comunicaciones celulares. El dispositivo inalámbrico comprende además, un segundo módulo que puede funcionar para determinar una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en: (i) el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el bloque de información y (ii) al menos uno de: (a) una velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y

(b) una potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información.

5 También se divulgan ejemplos de un medio legible por ordenador no transitorio. En algunos ejemplos, se proporciona un medio legible por ordenador no transitorio, en el que el medio legible por ordenador no transitorio almacena instrucciones de software que, cuando se ejecutan por uno o más procesadores de un dispositivo inalámbrico para una red de comunicaciones celulares, le indican al dispositivo inalámbrico que determine un número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito un bloque de información recibido desde un nodo de acceso por radio de la red de comunicaciones celulares; determine al menos uno de: (a) 10 una velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y (b) una potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información; y determine una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en: (i) el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el bloque de información y (ii) el al menos uno de: (a) la 15 velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio y (b) la potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información.

En algunos ejemplos, un procedimiento de funcionamiento de un dispositivo inalámbrico para acceso aleatorio a una red de comunicaciones celulares comprende determinar una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en una correlación entre uno o más parámetros y la cantidad de recursos. El procedimiento comprende además realizar el procedimiento de acceso aleatorio, en el que realizar el procedimiento de acceso aleatorio comprende transmitir la señal de acceso aleatorio usando la cantidad de recursos determinados que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio. El procedimiento comprende además realizar un procedimiento de adaptación que adapta la correlación basándose en los resultados de una o más instancias del procedimiento de acceso aleatorio realizado por el dispositivo inalámbrico.

En algunos ejemplos, la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico comprende un número de PRB que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio. En algunos ejemplos, la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico comprende un número de repeticiones que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio.

En algunos ejemplos, el uno o más parámetros comprenden un número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito un bloque de información recibido desde un nodo de acceso por radio de la red de comunicaciones celulares. En algunos ejemplos, el bloque de información es un MIB. En algunos modos de realización, el bloque de información es un bloque de información que comprende SI. En algunos ejemplos, el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el bloque de información comprende un número de repeticiones del bloque de información necesario para decodificar con éxito el bloque de información. En algunos ejemplos, el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el bloque de información comprende un número de bloques del PBCH necesarios para decodificar con éxito el bloque de información. En algunos ejemplos, el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico decodifique con éxito el bloque de información comprende un número de repeticiones del bloque de información y un número de bloques del PBCH necesarios para decodificar con éxito el bloque de información.

En algunos ejemplos, el uno o más parámetros comprenden una velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio. En algunos ejemplos, el uno o más parámetros comprenden una potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio para la transmisión del bloque de información.

En algunos ejemplos, realizar el procedimiento de adaptación comprende aumentar el número de recursos para la correlación tras determinar que un número promedio de retransmisiones necesarias para recibir una respuesta de acceso aleatorio es mayor que un primer umbral predefinido. En algunos ejemplos, realizar el procedimiento de adaptación comprende disminuir el número de recursos para la correlación tras determinar que un número promedio de retransmisiones necesarias para recibir una respuesta de acceso aleatorio es menor que un segundo umbral predefinido.

En algunos ejemplos, un dispositivo inalámbrico para una red de comunicaciones celulares comprende un transceptor, uno o más procesadores y una memoria que almacena el software ejecutable por el uno o más procesadores con lo que el dispositivo inalámbrico funciona como sigue. El dispositivo inalámbrico determina una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en una correlación entre uno o más parámetros y la cantidad de recursos. El dispositivo inalámbrico también realiza el procedimiento de acceso aleatorio, en el que realizar el procedimiento de acceso aleatorio comprende transmitir, por medio del transceptor, la señal de acceso aleatorio usando la cantidad de recursos determinados que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio. El dispositivo inalámbrico también

realiza un procedimiento de adaptación que adapta la correlación basándose en los resultados de una o más instancias del procedimiento de acceso aleatorio realizado por el dispositivo inalámbrico.

5 En algunos ejemplos, un dispositivo inalámbrico para una red de comunicaciones celulares está adaptado para determinar una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en una correlación entre uno o más parámetros y la cantidad de recursos. El dispositivo inalámbrico está adaptado además para realizar el procedimiento de acceso aleatorio, en el que realizar el procedimiento de acceso aleatorio comprende transmitir la señal de acceso aleatorio usando la cantidad de recursos determinados que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio. El dispositivo inalámbrico está adaptado además para realizar un procedimiento de adaptación que adapta la correlación basándose en los resultados de una o más instancias del procedimiento de acceso aleatorio realizado por el dispositivo inalámbrico. En algunos ejemplos, el dispositivo inalámbrico está adaptado además para realizar el procedimiento de funcionamiento de un dispositivo inalámbrico de acuerdo con cualquiera de los modos de realización descritos en el presente documento.

20 En algunos ejemplos, un dispositivo inalámbrico para una red de comunicaciones celulares comprende medios para determinar una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en una correlación entre uno o más parámetros y la cantidad de recursos. El dispositivo inalámbrico comprende además medios para realizar el procedimiento de acceso aleatorio, en el que realizar el procedimiento de acceso aleatorio comprende transmitir la señal de acceso aleatorio usando la cantidad de recursos determinados que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio. El dispositivo inalámbrico comprende además medios para realizar un procedimiento de adaptación que adapta la correlación basándose en los resultados de una o más instancias del procedimiento de acceso aleatorio realizado por el dispositivo inalámbrico.

30 En algunos ejemplos, un dispositivo inalámbrico para una red de comunicaciones celulares comprende un primer módulo que puede funcionar para determinar una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en una correlación entre uno o más parámetros y la cantidad de recursos. El dispositivo inalámbrico comprende además un segundo módulo que puede funcionar para realizar el procedimiento de acceso aleatorio, en el que realizar el procedimiento de acceso aleatorio comprende transmitir la señal de acceso aleatorio usando la cantidad de recursos determinados que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio. El dispositivo inalámbrico comprende además un tercer módulo que puede funcionar para realizar un procedimiento de adaptación que adapta la correlación basándose en los resultados de una o más instancias del procedimiento de acceso aleatorio realizado por el dispositivo inalámbrico.

40 También se divulgan ejemplos de un medio legible por ordenador no transitorio. En algunos modos de realización se proporciona un medio legible por ordenador no transitorio, en el que el medio legible por ordenador no transitorio almacena instrucciones de software que, cuando se ejecutan por uno o más procesadores de un dispositivo inalámbrico para una red de comunicaciones celulares, le indican al dispositivo inalámbrico que: determine una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en una correlación entre uno o más parámetros y la cantidad de recursos; realice el procedimiento de acceso aleatorio, en el que realizar el procedimiento de acceso aleatorio comprende transmitir la señal de acceso aleatorio usando la cantidad de recursos determinados que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio; y realice un procedimiento de adaptación que adapte la correlación basándose en los resultados de una o más instancias del procedimiento de acceso aleatorio realizado por el dispositivo inalámbrico.

55 También se divulgan ejemplos de un programa informático. En algunos modos de realización, se proporciona un programa informático, en el que el programa informático comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en al menos un procesador, hacen que el al menos un procesador lleve a cabo el procedimiento de funcionamiento de un dispositivo inalámbrico de acuerdo con cualquiera de los modos de realización o el ejemplo descrito en el presente documento. En algunos ejemplos, se proporciona un soporte que contiene el programa informático mencionado anteriormente, en el que el soporte es uno de una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por ordenador.

60 Los expertos en la técnica apreciarán el alcance de la presente divulgación y advertirán aspectos adicionales de la misma después de leer la siguiente descripción detallada de los modos de realización en relación a las figuras de dibujos adjuntas.

65 Breve descripción de los dibujos

Las figuras de dibujos adjuntas incorporadas en y que forman parte de la presente memoria descriptiva, ilustran

varios aspectos de la divulgación, y conjuntamente con la descripción sirven para exponer los principios de la divulgación.

5 La figura 1 ilustra el procedimiento de acceso aleatorio convencional en una red de Evolución a Largo Plazo (LTE) del Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP);

la figura 2 ilustra un ejemplo de una red de comunicaciones celulares en la cual se pueden implementar los modos de realización de la presente divulgación;

10 la figura 3 ilustra el funcionamiento de un dispositivo inalámbrico y un nodo de acceso por radio para realizar un procedimiento de acceso aleatorio en el que el dispositivo inalámbrico selecciona una estrategia de repetición para la transmisión de una señal de acceso aleatorio basándose en un número de valores de parámetros que son indicativos de un escenario de cobertura o condiciones de radio para el dispositivo inalámbrico de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación;

15 la figura 4A es un diagrama de flujo que ilustra cómo un dispositivo inalámbrico evalúa las condiciones de radio y/o cobertura de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación;

20 la figura 4B es un diagrama de flujo que ilustra cómo un dispositivo inalámbrico lleva a cabo el acceso aleatorio con robustez de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación;

la figura 4C es un diagrama de flujo que ilustra cómo un dispositivo inalámbrico evalúa y ajusta la robustez de las transmisiones de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación;

25 la figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo inalámbrico de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación;

la figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo inalámbrico de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación;

30 la figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra un nodo de red en una red de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación; y

35 la figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra un nodo de red en una red de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación.

#### Descripción detallada

40 Los modos de realización expuestos a continuación representan la información para permitir a los expertos en la técnica poner en práctica los modos de realización e ilustran el mejor modo de poner en práctica los modos de realización. Tras la lectura de la siguiente descripción a la luz de las figuras de dibujos adjuntas, los expertos en la técnica entenderán los conceptos de la divulgación y reconocerán aplicaciones de estos conceptos no abordados en particular en el presente documento. Se ha de entender que estos conceptos y aplicaciones están dentro del alcance de la divulgación y las reivindicaciones adjuntas.

45 **Nodo de radio:** como se usa en el presente documento, un "nodo de radio" es un nodo de acceso por radio o bien un dispositivo inalámbrico.

50 **Nodo de acceso por radio:** como se usa en el presente documento, un "nodo de acceso por radio" es cualquier nodo en una red de acceso por radio de una red de comunicaciones celulares que funciona para transmitir y/o recibir señales de forma inalámbrica. Algunos ejemplos de un nodo de acceso por radio incluyen, pero no se limitan a, una estación base (por ejemplo, un nodo B potenciado o evolucionado (eNB) en una red de Evolución a Largo Plazo (LTE) del Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP)), una estación base de alta potencia o macro, una estación base de baja potencia (por ejemplo, una microestación base, una picoestación base, un eNB local o similares) y un nodo de retransmisión.

55 **Nodo de red central:** como se usa en el presente documento, un "nodo de red central" es cualquier tipo de nodo en una red central (CN). Algunos ejemplos de un nodo de red central incluyen, por ejemplo, una entidad de gestión de movilidad (MME), una pasarela de red de datos por paquetes (PDN) (P-GW), una función de exposición de capacidad de servicio (SCEF) o similares.

60 **Dispositivo inalámbrico:** como se usa en el presente documento, un "dispositivo inalámbrico" es cualquier tipo de dispositivo que tiene acceso a (es decir, es servido por) una red de comunicaciones celulares mediante la transmisión y/o recepción inalámbrica de señales a un(os) nodo(s) de acceso por radio. Algunos ejemplos de un dispositivo inalámbrico incluyen, pero no se limitan a, un dispositivo de equipo de usuario (UE) en una red 3GPP, un UE de baja complejidad (por ejemplo, un dispositivo de comunicación de tipo máquina (MTC)) o similares.



**Nodo de red:** como se usa en el presente documento, un "nodo de red" es cualquier nodo que es parte de la red de acceso por radio o bien la CN de una red/sistema de comunicaciones celulares.

5 **Dispositivo MTC:** como se usa en el presente documento, un dispositivo MTC es un tipo de dispositivo inalámbrico y, en particular, un tipo de UE de baja complejidad que realiza la MTC. Los dispositivos MTC también se denominan en el presente documento dispositivos de máquina a máquina (M2M).

10 Se debe tener en cuenta que la descripción dada en el presente documento se centra en un sistema de comunicaciones celulares de LTE de 3GPP y, como tal, a menudo se usa la terminología de LTE de 3GPP o terminología similar a la terminología de LTE de 3GPP. Sin embargo, los conceptos divulgados en el presente documento no se limitan a LTE o a un sistema 3GPP.

15 Se debe tener en cuenta que, en la descripción en el presente documento, se puede hacer referencia al término "célula"; sin embargo, en particular con respecto a los conceptos de la quinta generación (5G), se pueden usar haces en lugar de células y, como tal, es importante tener en cuenta que los conceptos descritos en el presente documento son igualmente aplicables tanto a las células como a los haces.

20 En la versión 13 de la norma de acceso por radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA) del 3GPP, se ha definido una clase de dispositivos MTC que pueden funcionar fuera de la cobertura normal, en el llamado modo de cobertura potenciada (EC). En algunas especificaciones técnicas, la cobertura normal también se puede denominar de manera intercambiable modo A de potenciación de la cobertura (CE) y el modo EC también se puede denominar de manera intercambiable modo B de la CE. Los dispositivos que funcionan en modo de EC podrán recibir y decodificar con éxito radiodifusiones y transmisiones de unidifusión a una proporción de señal a ruido (SNR) menor de 15-20 decibelios (dB) que la especificada actualmente para dispositivos heredados (es decir, dispositivos UE y MTC que cumplen con la norma hasta e incluyendo la versión 12 de E-UTRA de 3GPP). Los dispositivos UE y MTC también podrán medir la potencia recibida de la señal de referencia (RSRP) de una célula de servicio y de células vecinas según los requisitos de exactitud de la medición. La tolerancia aceptable está, dependiendo de la banda de frecuencia, bajo consideración, pero lo más probable es que esté a la par o más amplia que las tolerancias para la categoría 0 de los UE introducidas en la versión 12 de E-UTRA del 3GPP; por ejemplo, la tolerancia RSRP de  $\pm 7$  dB para  $\bar{E}_s/\text{lot} \geq -6$  dB a niveles de potencia bajos (de hasta -70 decibelios-milivatios (dBm) sobre el ancho de banda recibido) y  $\pm 9$  dB a niveles de potencia altos (entre -70 y - 50 dBm sobre el ancho de banda recibido); véase la tabla 9.1.13-1.1 de la Especificación técnica (TS) de 3GPP 36.133 V12.4.0 a continuación.

35 Tabla 9.1.13.1-1: exactitud absoluta de intrafrecuencia de RSRP para categoría 0 del UE

Exactitud		Condiciones				
Condición normal	Condición extrema	$\bar{E}_s/\text{lot}$	Intervalo $l_0$ <sup>Nota 1</sup>			
			Grupos de bandas de funcionamiento E-UTRA <sup>Nota 3</sup>	lo mínimo		lo máximo
dB	dB	dB	dBm/15 kHz <sup>Nota 2</sup>	dBm/BW <sub>canal</sub>	dBm/BW <sub>canal</sub>	
$\pm 7$	$\pm 10$	$\geq -6$ dB	FDD_A, TDD_A	-121	N/A	-70
			FDD_C, TDD_C	-120	N/A	-70
			FDD_D	-119,5	N/A	-70
			FDD_E, TDD_E	-119	N/A	-70
			FDD_F	-118,5	N/A	-70
			FDD_G	-118	N/A	-70
			FDD_H	-117,5	N/A	-70
			FDD_N	-114,5	N/A	-70
$\pm 9$	$\pm 12$	$\geq -6$ dB	FDD_A, TDD_A, FDD_C, TDD_C, FDD_D, FDD_E, TDD_E, FDD_F, FDD_G, FDD_H, FDD_N	N/A	-70	-50

NOTA 1: Se supone que  $l_0$  tiene EPRE constante en todo el ancho de banda.  
 NOTA 2: El nivel de condición aumenta en  $\Delta > 0$ , cuando corresponde, como se describe en las Secciones B.4.2 y B.4.3.  
 NOTA 3: Los grupos de banda de funcionamiento E-UTRA son como se definen en la Sección 3.5.

40 Los requisitos se establecen basándose en la suposición de que los dispositivos de la clase UE de categoría 0 están usando una antena receptora única, y la misma suposición se aplica a los dispositivos MTC de bajo coste en cobertura potenciada; sin embargo, ya que un dispositivo MTC - EC (MTC-EC) debe funcionar a una proporción de

señal a interferencia más ruido (SINR) aún menor que la especificada para un UE de categoría 0, la tolerancia, para algunas bandas de frecuencia, será aún mayor que  $\pm 7$  dB para  $\hat{E}_s/\text{lot} < -6$  dB, no para la no linealidad como en el caso de alta potencia sino para el nivel de ruido relativamente aumentado.

5 La cobertura potenciada también pone énfasis en la comunicación de enlace ascendente ya que las transmisiones por el dispositivo UE o MTC serán igualmente difíciles de recibir y decodificar con éxito para el nodo de red. El nodo de red tiene una ventaja ya que está planificando el dispositivo MTC y, por lo tanto, sabe cuándo se esperan las transmisiones de MTC, pero existe una excepción: el acceso aleatorio.

10 A este respecto, el documento WO 2015/116732 (a continuación en el presente documento "la publicación '732") describe la potenciación de la cobertura de canales en un sistema de comunicación inalámbrica tal como LTE y LTE avanzada (LTE-A). Entre otras cosas, la publicación '732 enseña que, si una unidad de transmisión/recepción inalámbrica (WTRU) recibe con éxito el bloque de información principal (MIB) usando al menos una repetición del canal físico de radiodifusiones (PBCH) en una trama de radio, la WTRU puede transmitir un preámbulo del canal físico de acceso aleatorio (PRACH) usando un modo de funcionamiento CE. El modo de funcionamiento CE puede ser un modo de funcionamiento que usa repeticiones. Sin embargo, usar el hecho de que la WTRU requirió repeticiones para recibir con éxito el MIB como lo enseña la publicación '732 no siempre es una indicación confiable del escenario de cobertura de la WTRU.

20 A este respecto, la figura 1 ilustra el procedimiento de acceso aleatorio convencional en LTE de 3GPP. Como se ilustra, después de sincronizar con la temporización del enlace descendente, el UE transmite un preámbulo de acceso aleatorio (etapa 100). La transmisión del preámbulo de acceso aleatorio permite al eNB conocer el intento de acceso aleatorio y estimar el retardo entre el eNB y el UE. El recurso de tiempo-frecuencia en el que se transmite el preámbulo de acceso aleatorio se denomina PRACH. Los recursos del PRACH que están disponibles para su uso para el acceso aleatorio en la célula se radiodifunden por el eNB como parte del bloque de información del sistema (SIB) SIB2. El UE selecciona el preámbulo de acceso aleatorio para transmitir en la etapa 100. Para el acceso aleatorio basado en contienda, el UE selecciona aleatoriamente un preámbulo de acceso aleatorio de uno de los dos conjuntos de preámbulos. Para el acceso aleatorio sin contienda, el preámbulo de acceso aleatorio transmitido por el UE se indica explícitamente desde el eNB.

30 Después de transmitir el preámbulo de acceso aleatorio, el UE espera para recibir una respuesta de acceso aleatorio. Si el UE determina que no ha recibido una respuesta de acceso aleatorio dentro de una ventana de tiempo predefinida (etapa 102), el UE opcionalmente retransmite el preámbulo de acceso aleatorio (etapa 104). Esta retransmisión puede usar, por ejemplo, una mayor potencia de transmisión. Tras la detección del preámbulo de acceso aleatorio transmitido por el UE, el eNB estima el retardo entre el eNB y el UE y transmite una respuesta de acceso aleatorio al UE (etapa 106). La respuesta de acceso aleatorio incluye un comando de avance de temporización para el UE para ajustar la temporización de transmisión para el enlace ascendente desde el UE. El UE y el eNB a continuación usan la señalización de Control de Recursos de Radio (RRC) para completar el procedimiento de acceso aleatorio (por ejemplo, para enviar una identidad del UE al eNB y para enviar un mensaje de resolución de contienda desde el eNB al UE) (etapas 110 y 112).

45 Con respecto a los dispositivos MTC, para facilitar una comunicación confiable en un modo de funcionamiento de cobertura potenciada, se planifican repeticiones de transmisiones, mejorando de este modo la probabilidad de decodificación exitosa. Por ejemplo, el procedimiento de acceso aleatorio está destinado a fundamentarse en repeticiones, donde el dispositivo MTC debe transmitir el preámbulo de acceso aleatorio (es decir, el preámbulo del PRACH) múltiples veces (por ejemplo, en la etapa 100 de la figura 1, el preámbulo de acceso aleatorio se repite múltiples veces), donde el número de repeticiones depende de la cobertura experimentada. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la presente divulgación no se limita al uso del preámbulo del PRACH convencional para las repeticiones múltiples; más bien, se puede usar un preámbulo del PRACH nuevo o modificado (por ejemplo, un preámbulo del PRACH más largo que ocupa más recursos de tiempo/frecuencia que el preámbulo del PRACH convencional). El dispositivo MTC debe determinar si está en cobertura normal o EC donde, para este último, se deben distinguir hasta tres zonas diferentes con respecto a la SNR. El objetivo es mejorar el procedimiento de acceso aleatorio sin agotar la batería del dispositivo inalámbrico o la capacidad de acceso aleatorio al tener más repeticiones de las necesarias.

55 En el acceso inicial, un dispositivo inalámbrico en primer lugar detecta la célula y a continuación lee el MIB y dos SIB (SIB1 y SIB2) para adquirir la información necesaria para ejecutar el procedimiento de acceso aleatorio.

60 Con respecto a la clasificación del escenario de cobertura de un dispositivo MTC o, más en general, de un UE, se han considerado dos propuestas para la estandarización:

- clasificación basada en RSRP del escenario de cobertura, y
- clasificación basada en la detección de células del escenario de cobertura.

65 Existen problemas con ambas propuestas relacionadas con las tolerancias y la diversidad de implementaciones de

la MTC. Para la detección basada en RSRP, la tolerancia de (al menos)  $\pm 7$  dB causa una incertidumbre idéntica en la clasificación del escenario de cobertura, incluso dificultando que el dispositivo inalámbrico determine si debe funcionar en modo normal o EC. Por lo tanto, es difícil deducir robustamente la zona de cobertura apropiada únicamente basándose en las mediciones de RSRP. Además, no existe incentivo para asegurar un rendimiento de medición tan bueno como sea posible; siempre que el dispositivo inalámbrico cumpla con la norma y los requisitos del cliente y operador potenciales, se favorecerá la baja complejidad antes de realizar mediciones más exactas. Para un enfoque basado en el tiempo de detección de la célula, el problema principal es que tradicionalmente existen dos estrategias principales adoptadas por los proveedores de UE: buscar a menudo y de forma superficial y de esa forma identificar una nueva célula cuando se vuelva lo suficientemente fuerte como para informar o realizar un seguimiento de un potencial traspaso, o bien buscar escasa pero profundamente para detectar la misma célula vecina de antes, en un nivel inferior, mucho antes de que entre en el alcance de SINR cuando se debe informar o realizar un seguimiento para el traspaso. El tiempo de detección de la célula se vuelve muy diferente para los dos enfoques y, de ahí que, no sea adecuado para usar para la clasificación del escenario de cobertura. Otra complicación es que la exactitud y las tolerancias de la medición solo se aplican para el funcionamiento en modo conectado, pero cuando el dispositivo MTC está llevando a cabo el acceso inicial, está en modo inactivo. Por lo tanto, puede ser beneficioso usar otros medios para determinar robustamente el número de repeticiones de preámbulos del PRACH para usar en el procedimiento de acceso aleatorio. Incluso si la norma de comunicación postula que se use un procedimiento particular, puede ser beneficioso usar adicionalmente o de forma alternativa otros procedimientos que proporcionen una mayor exactitud, dado que estos procedimientos no tienen un resultado que no sería posible lograr con los procedimientos postulados. Una mejor exactitud aumenta la probabilidad de que se use directamente el número apropiado de repeticiones, tanto ahorrando recursos de red, por tanto, como reduciendo el consumo de energía en el dispositivo inalámbrico.

En el presente documento se divulgan los sistemas y procedimientos que se relacionan con la determinación de un escenario de cobertura de un dispositivo inalámbrico y la determinación de una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico para la transmisión de una señal de acceso aleatorio basándose en el escenario de cobertura del dispositivo inalámbrico. En particular, en algunos modos de realización, para determinar su escenario de cobertura, el dispositivo inalámbrico determina un número de recursos necesarios para decodificar con éxito un bloque de información recibido por el dispositivo inalámbrico desde un nodo de acceso por radio de una red de comunicaciones celulares, así como, en algunos modos de realización, una velocidad de código usada por el nodo de acceso por radio cuando transmite el bloque de información y/o una potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio cuando transmite el bloque de información. Basándose en esta información determinada, el dispositivo inalámbrico determina la cantidad de recursos (por ejemplo, número o repeticiones) que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio. De esta manera, la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico cuando se transmite la señal de acceso aleatorio se determina basándose en un indicador confiable del escenario de cobertura del dispositivo inalámbrico.

En general, para LTE de 3GPP, se requiere que un UE lea el MIB, SIB1 y SIB2 para adquirir la información necesaria para ejecutar un procedimiento de acceso aleatorio. Se puede usar un MTC-SIB dedicado para dispositivos MTC, mediante el cual el dispositivo MTC solo tendrá que leer el MIB y el MTC-SIB. Por ejemplo, la versión 13 de LTE incluye dicho nuevo MTC-SIB, indicado como *SystemInformationBlockType1-BR* que es posible recibir por un dispositivo de ancho de banda reducido (MTC), y cuya planificación en el tiempo y la frecuencia se pueden determinar decodificando el MIB. De acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación, en lugar de usar métricas basadas en la detección de células o en RSRP que son difusas, el número de bloques del PBCH y/o las versiones de redundancia MTC-SIB/SIB1 necesarias para la decodificación exitosa de la información esencial para el procedimiento de acceso aleatorio se pueden usar como un proxy de las condiciones de radio en las que funciona el UE. De ahí que, si se necesita una decodificación más compleja para detectar los MTC-SIB, esto es una indicación de que la señal recibida está en un nivel de señal recibida bajo y, de ahí que, es una indicación de una pérdida de trayecto mayor. De esta manera, el número de recursos (por ejemplo, bloques del PBCH y/o versiones de redundancia) necesarios para decodificar con éxito el MTC-SIB es un indicador bueno y confiable del escenario de cobertura y, por tanto, el número de repeticiones del PRACH que se necesitan. Como diferentes operadores de red están usando diferentes velocidades de código para las radiodifusiones (excepción: MIB), y diferentes nodos de red pueden pertenecer a diferentes clases de potencia, el dispositivo inalámbrico puede o debe tener en cuenta la velocidad de código y la potencia de transmisión del enlace descendente.

Los proveedores de UE y los proveedores de dispositivos MTC tienen un incentivo natural para mantener un buen rendimiento del decodificador, ya que de otro modo:

- el rendimiento de la decodificación (por ejemplo, Viterbi para PBCH y el canal físico de control del enlace descendente (PDCCCH), y el decodificador turbo para el canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) no serían suficientes para cumplir con los requisitos de rendimiento que, en general, son mucho más estrictos que los requisitos de la gestión de recursos de radio (RRM).
- El rendimiento deficiente del decodificador significa que se necesita más tiempo de radio (más bloques, más versiones de redundancia), y la actividad de radio es la mayor fuente individual de agotamiento de potencia en un

módem. El consumo de potencia es un indicador clave de rendimiento (KPI) muy importante y, de ahí que, los proveedores de UE y MTC optimizarán el decodificador para un buen rendimiento usando un tiempo de radio mínimo.

5 Esto significa que al usar el número de bloques del PBCH y/o versiones de redundancia de SIB como un proxy para el punto de funcionamiento con respecto a la cobertura, se obtiene una clasificación mucho más confiable que, adicionalmente, es comparable entre dispositivos independientemente de la implementación real del UE.

10 En algunos modos de realización, el nodo de red está usando un Esquema de modulación y codificación (MCS) particular para proporcionar una robustez suficiente de información radiodifundida para dispositivos inalámbricos en su área de cobertura prevista para poder recibir y decodificar la información. La velocidad de código es la proporción neta entre los bits de información real y el número total de bits que comprende tanto los bits de información (bits sistemáticos) como los bits redundantes (bits de paridad) después de la coincidencia de la velocidad, que puede comprender la perforación y/o repetición de la información codificada. La modulación determina el número de bits transportados por un elemento de recurso individual, donde, por ejemplo, se transportan 2, 4 y 6 bits por elemento de recurso cuando se usa la codificación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK), la modulación de amplitud en cuadratura 16 (16QAM) y 64QAM, respectivamente. Cuantos más bits se transportan por un elemento de recurso, más sensible se vuelve a la interferencia y al ruido.

20 Los MIB y SIB se radiodifunden usando esquemas de repetición donde, para el primero, se transmiten un mínimo de cuatro bloques del PBCH durante un intervalo de tiempo de transmisión (TTI) de 40 milisegundos (ms) y, para el último, cuatro versiones de redundancia se transmiten durante un TTI de 80 ms. El MIB cambia cada TTI debido a los incrementos de un valor de contador de número de trama del sistema (SFN), de ahí que, los decodificadores MIB convencionales (por ejemplo, un decodificador circular Viterbi) solo pueden combinar información del mismo TTI. Los decodificadores MIB más nuevos pueden combinar información también en todos los TTI y, por tanto, no tienen restricciones sobre cuántos bloques combinar, o pueden admitir esquemas de repetición más densos que los usados para PBCH hasta e incluyendo la versión 12 de la red E-UTRA (E-UTRAN) de 3GPP.

30 Ni la otra información transportada en el MIB ni la información transportada en SIB1 y SIB2 tienen permitido cambiar, excepto en los límites de un período de modificación de la llamada información de sistema (SI) que, como mínimo, es de 640 ms. De ahí que, SIB1 y SIB2 se pueden combinar en varios TTI siempre que uno no pase una ventana de modificación de SI. E incluso al hacerlo, existe una gran probabilidad de que no haya habido ningún cambio, y el dispositivo inalámbrico puede intentar combinar esa información con la información adquirida previamente.

35 En condiciones favorables, puede ser suficiente usar solo unas pocas repeticiones para decodificar con éxito la información radiodifundida, mientras que en peores condiciones, pueden ser necesarias más repeticiones.

40 Los nodos de red pueden pertenecer a diferentes clases de potencia, donde los nodos con cobertura macro (radio de célula de varios kilómetros) normalmente tienen una potencia de transmisión mucho mayor que, por ejemplo, un nodo que proporciona una picocélula (decenas a cientos de metros). De ahí que, un dispositivo inalámbrico que recibe una señal débil de un piconodo podría tener más éxito en la comunicación con el piconodo que si se hubiera recibido la misma señal débil de un macronodo, ya que en este último caso la baja potencia de la señal recibida es debido a la atenuación (pérdida de trayecto, pérdida de acoplamiento) de la propagación de radio (la potencia recibida, en general, disminuye entre  $r^{-2}$  y  $r^{-3}$  con la distancia  $r$  desde la fuente debido a la dispersión) y no debido al uso de una potencia de transmisión del enlace descendente menor.

50 Algunos modos de realización de la presente divulgación están relacionados con la búsqueda de la robustez (por ejemplo, repeticiones, recursos) necesaria cuando un dispositivo inalámbrico debe realizar un acceso aleatorio hacia un nodo de red. Como se desprende de la descripción anterior, puede que no sea o no es suficiente observar solo el número de versiones de redundancia/repeticiones necesarias para la decodificación exitosa para determinar las condiciones de radio de enlace ascendente; también puede ser necesario observar la velocidad de código y la potencia de transmisión del enlace descendente.

55 Además, un objetivo de algunos modos de realización divulgados es encontrar un equilibrio donde el dispositivo inalámbrico no desperdicie potencia, ya que, en particular para la MTC, se prevé que un gran número de dispositivos funcionen con batería. De ahí que, algunos modos de realización divulgados también se refieren al ajuste autónomo de la robustez usada por el dispositivo inalámbrico cuando se lleva a cabo un acceso aleatorio. En particular, el dispositivo inalámbrico está acumulando estadísticas sobre el número de procedimientos de acceso aleatorio repetidos necesarios para llegar al nodo de red y puede aplicar dos umbrales en las estadísticas:

- 60 • un umbral superior 1, que cuando se excede indica que el dispositivo inalámbrico aumentará la robustez del preámbulo de PRACH, por ejemplo, aumentando las repeticiones o usando de otro modo más recursos (y/o aumentando la potencia de transmisión del enlace ascendente); y/o
- 65 • un umbral inferior 2, que cuando está por debajo de él, el dispositivo inalámbrico reducirá la robustez del preámbulo de PRACH, por ejemplo, disminuyendo las repeticiones (y/o disminuyendo la potencia de transmisión del

enlace ascendente).

De ahí que, el dispositivo inalámbrico está usando una histéresis de modo que se vuelve más conservador para reducir la robustez que para aumentarla.

Algunos modos de realización de la presente divulgación se pueden extender fácilmente para manejar la densificación de transmisiones del PBCH, nuevos MTC-SIB (reemplazando, por ejemplo, SIB1 y SIB2), nuevos esquemas de repetición, etc., y de ahí que no se limitan a las revisiones actuales de E-UTRAN de 3GPP, aunque los modos de realización a continuación se describen en un contexto de la versión 12 de E-UTRA de 3GPP y MTC de bajo coste en EC introducida para la versión 13.

Los modos de realización detallados en el presente documento describen mecanismos para la selección de un nivel de repetición de acceso aleatorio (por ejemplo, PRACH) para un dispositivo inalámbrico que funciona en una red de comunicaciones. Como tal, los modos de realización detallados anteriormente proporcionan procedimientos, dispositivos y sistemas que funcionan para potenciar la cobertura en una red de comunicaciones.

La figura 2 ilustra una red de comunicaciones celulares 10 de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación. En algunos modos de realización, la red de comunicaciones celulares 10 es una red de comunicaciones celulares LTE (es decir, LTE o LTE-A). Como tal, la terminología LTE a menudo se usa a lo largo de la presente divulgación. Sin embargo, los conceptos y modos de realización divulgados en el presente documento no están limitados a LTE y se pueden utilizar en cualquier tipo adecuado de red celular o inalámbrica.

Como se ilustra, la red de comunicaciones celulares 10 incluye una red de acceso por radio (RAN) 12 que incluye un número de estaciones base 14-1 y 14-2 (en general denominadas en el presente documento conjuntamente estaciones base 14 e individualmente estación base 14), que, más en general, se denominan en el presente documento nodos de acceso por radio. Las estaciones base 14 proporcionan acceso inalámbrico a dispositivos inalámbricos 16-1 a 16-3 (en general denominados en el presente documento conjuntamente dispositivos inalámbricos 16 e individualmente dispositivo inalámbrico 16) dentro de las áreas de cobertura (por ejemplo, células) de las estaciones base 14. Las estaciones base 14 están conectadas a una red central 18. Se debe tener en cuenta que mientras que solo dos estaciones base 14 y tres dispositivos inalámbricos 16 se ilustran en este ejemplo para claridad y facilidad de análisis, la red de comunicaciones celulares 10 puede incluir muchas estaciones base 14 que dan servicio a muchos dispositivos inalámbricos 16. En la terminología de LTE, los dispositivos inalámbricos 16 se denominan UE y las estaciones base 14 se denominan eNB. Mientras que en este modo de realización las estaciones base 14 son macroestaciones base, la RAN 12 puede incluir una mezcla de macroestaciones base y estaciones base de menor potencia (es decir, picoestaciones base, femtoestaciones base, eNB locales, etc.). Los dispositivos inalámbricos 16 se pueden comunicar directamente con la estación base 14 como se muestra en la figura 2, o por medio de un nodo intermedio, tal como un relé, un repetidor u otro dispositivo inalámbrico que funciona en un modo de comunicación dispositivo a dispositivo (D2D). En algunos modos de realización, al menos algunos de los dispositivos inalámbricos 16 son dispositivos MTC que realizan comunicación M2M. Algunos ejemplos de dispositivos MTC son medidores inteligentes, vallas publicitarias, cámaras, sensores remotos, ordenadores portátiles y electrodomésticos. En este ejemplo, el dispositivo inalámbrico 16-2 es un dispositivo MTC.

Los dispositivos inalámbricos 16, o al menos los dispositivos inalámbricos 16 que se pueden comunicar de M2M (es decir, los dispositivos MTC), están configurados para funcionar en un modo de funcionamiento normal o bien en un modo de funcionamiento EC. En algunos modos de realización, el modo normal y el modo EC son dos modos diferentes donde, en el modo EC, el dispositivo inalámbrico 16 está configurado para mantener la comunicación (es decir, enlace ascendente y/o enlace descendente) con la red de comunicaciones celulares 10 (por medio de una de las estaciones base 14) de manera potenciada (por ejemplo, en un alcance extendido) en comparación con la del modo normal. El alcance extendido es un alcance más allá del cual la comunicación entre el dispositivo inalámbrico 16 y una estación base 14 correspondiente normalmente sería difícil o imposible. Notablemente, mientras que el presente documento se refiere a los dispositivos MTC, los conceptos divulgados en el presente documento son aplicables a dispositivos inalámbricos de baja complejidad (por ejemplo, UE de baja complejidad) o, más en general, a dispositivos inalámbricos (por ejemplo, los UE).

La figura 3 ilustra el funcionamiento de un dispositivo inalámbrico 16 (por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 16-2 que realiza la MTC) y una estación base 14 de la figura 2 de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación. Como se ilustra, la estación base 14 radiodifunde uno o más bloques de información (etapa 200). Como se analiza anteriormente, el/los bloque(s) de información puede(n) incluir un MIB, un(os) SIB (por ejemplo, SIB1 y/o SIB2), y/o un MTC-SIB. El dispositivo inalámbrico 16 decodifica un bloque de información (es decir, uno (o posiblemente más) de los bloques de información recibidos desde la estación base 14) (etapa 202). El dispositivo inalámbrico 16 determina a continuación una cantidad de recursos (por ejemplo, número de bloques de recursos físicos (PRB) o número de repeticiones) que se van a usar por el dispositivo inalámbrico 16 cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en un escenario de cobertura determinado del dispositivo inalámbrico (etapa 203). En algunos modos de realización, esta determinación se realiza basándose en una correlación entre uno o más parámetros y la cantidad de recursos que se van a usar. Como se analiza en el presente documento, el uno o más parámetros incluyen un número de recursos (por ejemplo,

número de bloques del PBCH y/o número de repeticiones) que se necesitan por el dispositivo inalámbrico 16 para decodificar con éxito el bloque de información. Aún más, en algunos modos de realización, el uno o más parámetros incluyen adicionalmente una velocidad de código usada por la estación base 14 cuando transmite el bloque de información y/o una potencia de transmisión usada por la estación base 14 cuando transmite el bloque de información.

Más específicamente, en algunos modos de realización, para determinar la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico 16 cuando se transmite la señal de acceso aleatorio, el dispositivo inalámbrico 16 determina el número de recursos que se necesitan por el dispositivo inalámbrico 16 para decodificar con éxito el bloque de información) (etapa 204). El número de recursos que se necesitan por el dispositivo inalámbrico 16 para decodificar con éxito la información puede ser un número de PRB, un número de bloques del PBCH (que se puede expresar como, por ejemplo, un número entero o no entero), y/o un número de repeticiones. El número de repeticiones puede ser el número de repeticiones necesarias para decodificar con éxito el bloque de información, por ejemplo, independientemente de cuál versión de redundancia se usa para cada una de esas repeticiones. Se debe tener en cuenta que una "versión de redundancia" es un número seleccionado de bits de sistema y de paridad, y las versiones de redundancia usadas para múltiples repeticiones pueden o no variar. El número de repeticiones necesarias para decodificar con éxito el bloque de información también se puede denominar el número de versiones de redundancia necesarias; sin embargo, en este contexto, el número de versiones de redundancia es equivalente al número de repeticiones y la versión de redundancia particular usada para cada repetición puede o no variar.

El dispositivo inalámbrico 16 también determina la velocidad de código usada por la estación base 14 cuando transmite el bloque de información (etapa 206) y/o la potencia de transmisión usada por la estación base 14 cuando transmite el bloque de información (etapa 208). Se debe tener en cuenta que, como ejemplo, en el caso donde el bloque de información sea un SIB transportado sobre PDSCH, la velocidad de código se puede deducir del PDCCH que señala la asignación de PDSCH. Como otro ejemplo, en el caso donde el bloque de información es un MIB, la velocidad de código se conoce de antemano. Con respecto a la potencia de transmisión, la potencia de transmisión se puede recuperar de, por ejemplo, el SIB2: configuración de radio RRC común, PDSCH: potencia de señal de referencia, que especifica la potencia de la señal de referencia común (CRS) en el intervalo de -60 a 50 dBm/15 kilohercios (kHz).

El dispositivo inalámbrico 16 determina la cantidad de recursos (por ejemplo, PRB y/o repeticiones) que se van a usar por el dispositivo inalámbrico 16 cuando se transmite la señal de acceso aleatorio (por ejemplo, el preámbulo del PRACH) para el procedimiento de acceso aleatorio (etapa 210). Esta determinación se puede hacer basándose en correlaciones entre diferentes combinaciones de valores de los parámetros en las etapas 204-208 y cantidades correspondientes de recursos (por ejemplo, niveles de repetición definidos) para transmitir la señal de acceso aleatorio. Estas correlaciones, por ejemplo, se pueden proporcionar por la red (por ejemplo, por la estación base 14) y/o configurar de forma adaptativa por el dispositivo inalámbrico 16 basándose en, por ejemplo, los resultados de una o más (por ejemplo, múltiples) instancias del procedimiento de acceso aleatorio con el tiempo (por ejemplo, basándose en estadísticas). Además, la correlación puede ser por medio de, por ejemplo, una tabla (por ejemplo, una tabla de consulta) o puede ser por medio de una función (por ejemplo, una función que define la cantidad de recursos que se van a usar como función de un número de parámetros que incluyen, por ejemplo, los parámetros determinados en las etapas 204-208). El dispositivo inalámbrico 16 realiza el procedimiento de acceso aleatorio usando la cantidad determinada de recursos (etapa 212). La realización del procedimiento de acceso aleatorio incluye la transmisión de la señal de acceso aleatorio usando la cantidad determinada de recursos. Por ejemplo, volviendo a la figura 1, el preámbulo del PRACH se transmite usando la cantidad determinada de recursos (por ejemplo, repeticiones) en la etapa 100 en lugar de transmitirse solo una vez.

Opcionalmente (como se indica mediante la línea discontinua), el dispositivo inalámbrico 16 realiza un procedimiento de adaptación (etapa 214), en algunos modos de realización. En general, el procedimiento de adaptación adapta la manera en que se determina la cantidad de recursos en la etapa 210 en futuras iteraciones del procedimiento basándose en el resultado del procedimiento de acceso aleatorio realizado en la etapa 212. Por ejemplo, si con el tiempo el número promedio de ráfagas necesarias para completar con éxito el procedimiento de acceso aleatorio para una combinación particular de valores de parámetros (es decir, los valores determinados para los parámetros en las etapas 204-208) es mayor que un primer umbral, entonces la correlación entre la cantidad de recursos usados para transmitir la señal de acceso aleatorio y esa combinación de valores de parámetros se actualiza para aumentar la cantidad de recursos para esa combinación de valores de parámetros. Del mismo modo, si con el tiempo el número promedio de ráfagas necesarias para completar con éxito el procedimiento de acceso aleatorio para una combinación particular de valores de parámetros (es decir, los valores determinados para los parámetros en las etapas 204-208) es menor que un segundo umbral que es en sí mismo menor que el primer umbral, entonces la correlación entre la cantidad de recursos usados para transmitir la señal de acceso aleatorio y esa combinación de valores de parámetros se actualiza para disminuir la cantidad de recursos para esa combinación de valores de parámetros. La adaptación se puede realizar, por ejemplo, cambiando valores o relaciones en una tabla (por ejemplo, una tabla de consulta) o cambiando la función o un(os) valor(es) de un parámetro introducido(s) en una función que define la correlación.

Las figuras 4A a 4C ilustran algunos modos de realización de ejemplo de la presente divulgación. Los modos de

realización incluyen un procedimiento implementado en un dispositivo/UE (por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 16) para la determinación de una cantidad de recursos necesarios para la transmisión de una señal de acceso aleatorio (por ejemplo, un preámbulo del PRACH en un canal PRACH) a un primer nodo de red remoto (por ejemplo, la estación base 14).

En particular, la figura 4A es un diagrama de flujo que ilustra la etapa 203 de la figura 3 con más detalle de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación. La figura 4B es un diagrama de flujo que ilustra las etapas 212 y 214 de la figura 3 con más detalle de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación. La figura 4C es un diagrama de flujo que ilustra la etapa 216 de la figura 3 (y, de manera equivalente, la etapa 404 de la figura 4B) con más detalle de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación.

A este respecto, la figura 4A es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 16 para evaluar las condiciones de radio y/o cobertura y para determinar, o seleccionar, la cantidad de recursos que se van a usar para la transmisión de la señal de acceso aleatorio basándose en esta evaluación de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación. Como se ilustra, el dispositivo inalámbrico 16 evalúa las condiciones de radio y/o cobertura observando, por ejemplo, cuántas repeticiones (por ejemplo, cuántas versiones de redundancia) tiene que recibir para decodificar con éxito un bloque de información (por ejemplo, MIB o MTC-SIB) recibido desde un primer nodo de red remoto (por ejemplo, la estación base 14) (etapa 300). En otras palabras, el dispositivo inalámbrico 16 determina el número de repeticiones necesarias para la decodificación exitosa del bloque de información recibido. Como tal, el dispositivo inalámbrico 16 determina la cantidad de información/codificación necesaria para que el dispositivo decodifique con éxito un bloque de información recibido desde el primer nodo de red remoto. En algunos modos de realización, el bloque de información es un MIB y/o un MTC-SIB. En algunos modos de realización, la cantidad de información/codificación necesaria para una decodificación exitosa es el número de bloques del PBCH y/o repeticiones MTC-SIB/SIB1 necesarias para una decodificación exitosa.

El dispositivo inalámbrico 16 también puede observar (es decir, determinar) la velocidad de código en uso (etapa 302). En el caso de los SIB transportados sobre el PDSCH, la velocidad de código se deduce del PDCCCH que señala la asignación del PDSCH. En el caso de MIB, la velocidad de código se conoce previamente; sin embargo, a partir de la versión 13 de LTE, la red puede optar opcionalmente por introducir repeticiones adicionales del PBCH transmitido desde una estación base 14, reduciendo de este modo la velocidad de código. Estas repeticiones del PBCH en la versión 13 de LTE se basan en fracciones (aproximadamente 1/4) de un bloque del PBCH y, por lo tanto, el número de repeticiones usadas por un dispositivo inalámbrico en la decodificación puede corresponder a un número entero o no entero. Como tal, la velocidad de código se puede tener en cuenta por el dispositivo inalámbrico 16.

El dispositivo inalámbrico 16 también puede observar (es decir, determinar) la potencia de transmisión del enlace descendente (etapa 304), como se recupera de SIB2: RRC, PDSCH: potencia de la señal de referencia, que especifica la potencia de la CRS en el intervalo de -60 a 50 dBm/15 kHz. Como tal, la potencia de transmisión del enlace descendente se puede tener en cuenta por el dispositivo inalámbrico 16.

Usando la información adquirida, el dispositivo inalámbrico 16 determina las condiciones aplicables y la robustez necesaria para la comunicación de enlace ascendente (es decir, la transmisión de la señal de acceso aleatorio) (etapa 306). En particular, en el ejemplo ilustrado, el dispositivo inalámbrico 16 correlaciona los valores determinados de los parámetros (es decir, el número determinado de recursos (por ejemplo, repeticiones) necesarios para decodificar con éxito el bloque de información, la velocidad de código y la potencia de transmisión del enlace descendente) con una estrategia de repetición de acceso aleatorio (por ejemplo, PRACH) (es decir, la cantidad de recursos (por ejemplo, número de repeticiones)) que se van a usar para la transmisión de la señal de acceso aleatorio. Como tal, basándose en la cantidad de información/codificación necesaria para decodificar con éxito el bloque de información, así como la velocidad de código y la potencia de transmisión del enlace descendente usada para la transmisión del bloque de información, el dispositivo inalámbrico 16 puede determinar la cantidad de recursos necesarios para la transmisión de la señal de acceso aleatorio (canal de enlace ascendente). En algunos modos de realización, la cantidad de recursos es un factor de repetición y/o un número de PRB necesarios para la señal de acceso aleatorio (enlace ascendente) (una generalización).

Cuando se determinan las condiciones, el dispositivo inalámbrico 16 puede, por ejemplo, normalizar la robustez en el enlace descendente calculando la potencia de transmisión del enlace descendente acumulada por bit de información recibido necesario para una decodificación exitosa. Dichas métricas incorporan velocidad de código, orden de modulación y número de repeticiones usadas. El cálculo puede comprender multiplicar la potencia de transmisión del enlace descendente señalizada por el número total de elementos de recursos recibidos para el canal particular (por ejemplo, PBCH, SIB1 y SIB2 en PDSCH, o cualquier combinación de estos), dando una energía total para todas las repeticiones/versiones de redundancia, y a continuación dividiendo esta cantidad total de energía por el número neto de bits de información recibidos. Existen varias formas posibles en las que se puede llevar a cabo este cálculo. Como un ejemplo no limitante, el número de repeticiones del PRACH  $N_{PRACH}$  a usar para la transmisión inicial del preámbulo de acceso aleatorio se calcula, en algunos modos de realización, como

$$N_{PRACH} \left[ N_{RE,SIB1} / TBS_{SIB1} \cdot 10^{E_{PRE}/10} \cdot k_0 \right]$$

donde  $N_{RE,SIB1}$  es el número total de elementos de recursos usados cuando se recibe SIB1 en PDSCH,  $TBS_{SIB1}$  es el número de bits de información en SIB1, y  $EPRE$  es la energía por elemento de recurso (EPRE) de PDSCH en dBm, correspondiente a la potencia de la señal de referencia, que se transmite al dispositivo inalámbrico 16 como parte de la SI.  $k_0$  es una constante de normalización que se puede señalar al dispositivo inalámbrico 16 como parte de la SI, o se puede derivar de un documento de estandarización.  $k_0$  puede comprender además cálculos adicionales, por ejemplo, incluyendo un desplazamiento (conocido, señalado, supuesto o estimado) entre la potencia usada para la señal de datos (por ejemplo, en PDSCH) y la potencia de la señal de referencia señalizada. De forma alternativa o adicionalmente puede incluir la potencia de transmisión del dispositivo inalámbrico usado. Típicamente, esto se debería establecer al máximo en un escenario EC, pero esto puede ser diferente para diferentes dispositivos inalámbricos 16, por ejemplo, dispositivos inalámbricos 16 que pertenecen a diferentes clases de potencia, o dispositivos inalámbricos 16 con una potencia de salida restringida de otro modo.

En lugar de una fórmula explícita, el número de repeticiones puede, en algunos modos de realización, deducirse u obtenerse de una tabla de consulta. La potencia de transmisión del nodo de red se puede clasificar en un modo de realización de este tipo de acuerdo con la clase de estación base empleada. Por ejemplo, una picoestación base transmite con una potencia de salida menor, lo que implica que para un número dado de repeticiones requeridas de un mensaje de enlace descendente, se requerirían menos repeticiones en las transmisiones de enlace ascendente, tal como el preámbulo de acceso aleatorio.

Puede ser ventajoso para el receptor del nodo de red (por ejemplo, el receptor de la estación base 14) si no se puede usar ningún número arbitrario de repeticiones de preámbulo, pero el número de repeticiones está restringido a un conjunto de valores permitidos. En consecuencia, el número de repeticiones de preámbulo a usar por un dispositivo inalámbrico 16 se puede seleccionar de este conjunto de valores permitidos, por ejemplo, eligiendo el número más pequeño mayor que  $N_{PRACH}$ , o el número más grande menor que  $N_{PRACH}$ , o el que es más cercano a  $N_{PRACH}$  en términos absolutos o relativos.

La figura 4B es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 16 para realizar el procedimiento de acceso aleatorio usando la cantidad determinada de recursos y realizar la adaptación de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación. Como se muestra, las etapas 400-408 ilustran cómo el dispositivo inalámbrico 16 lleva a cabo el acceso aleatorio con una robustez determinada a partir de las condiciones de propagación detectadas, evalúa el éxito del procedimiento y, si es necesario, ajusta la correlación entre las condiciones de propagación detectadas y la robustez del enlace ascendente y/o el nivel de potencia de transmisión del enlace ascendente. El dispositivo inalámbrico 16 aplica la estrategia de repetición del PRACH determinada (etapa 400). Al hacerlo, en algunos modos de realización, el dispositivo inalámbrico 16 usa, por ejemplo, uno de varios niveles de repetición radiodifundidos o preconfigurados del PRACH en una ráfaga. Notablemente, como se usa en el presente documento, una ráfaga se refiere a la transmisión de la señal de acceso aleatorio (por ejemplo, preámbulo del PRACH) en el nivel de repetición particular. De esta manera, el dispositivo inalámbrico 16 transmite la señal de acceso aleatorio usando la cantidad determinada de recursos (por ejemplo, el número determinado de repeticiones). A continuación, el dispositivo inalámbrico 16 lleva a cabo, o continúa, el procedimiento de acceso aleatorio completo (etapa 402) que puede incluir la repetición de una(s) siguiente(s) ráfaga(s) hasta que el dispositivo inalámbrico 16 reciba una respuesta del nodo de red. El procedimiento de acceso aleatorio puede incluir aumentar el número de repeticiones en una ráfaga y/o incrementar la potencia de transmisión del enlace ascendente u otros medios para aumentar la robustez hasta que el nodo de red lo escuche.

Después de que se completa el procedimiento de acceso aleatorio, el dispositivo inalámbrico 16 realiza opcionalmente un procedimiento de adaptación (etapa 404). En este ejemplo, el dispositivo inalámbrico 16 evalúa si la estrategia de repetición del PRACH determinada en la etapa 306 de la figura 4A y usada cuando se transmite la señal de acceso aleatorio en la etapa 400 de la figura 4B fue suficiente para las condiciones de propagación y/o cobertura detectadas (etapa 406). En otras palabras, el dispositivo inalámbrico 16 determina si el nivel de repetición inicial determinado en la etapa 306 y usado en la etapa 400 y/o el nivel de potencia de transmisión del enlace ascendente, de otro modo la robustez, fue suficiente para las condiciones de propagación y/o cobertura detectadas. Si es necesario, el dispositivo inalámbrico 16 ajusta la correlación entre la estrategia de repetición del PRACH (por ejemplo, cantidad de recursos tales como, por ejemplo, número de repeticiones) para la transmisión de la señal de acceso aleatorio (es decir, la robustez) y los valores de parámetros detectados (es decir, los valores de parámetros detectados en las etapas 300-304 de la figura 4A, que definen las condiciones de propagación y/o cobertura) (etapa 408). En otras palabras, el dispositivo inalámbrico 16 ajusta la correlación entre la estrategia de repetición del PRACH (por ejemplo, el nivel de repetición inicial y/o la potencia de transmisión del enlace ascendente), de otro modo la robustez, y las condiciones de propagación y/o cobertura detectadas. Como tal, tras la transmisión, el dispositivo inalámbrico 16 puede evaluar el éxito de la cantidad determinada de recursos necesarios.

La figura 4C es un diagrama de flujo que ilustra cómo un dispositivo inalámbrico 16 evalúa y ajusta la robustez de las transmisiones de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación. En particular, la figura 4C ilustra la etapa 404 de la figura 4B con más detalle de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación. Como se ilustra, las etapas 500-512 muestran detalles ejemplares de la etapa 404 (que incluye las etapas 406 y 408) de la figura 4B, donde el dispositivo inalámbrico 16 evalúa y ajusta la robustez de las



transmisiones de enlace ascendente (es decir, las transmisiones de la señal de acceso aleatorio). Se evalúan el número de ráfagas del PRACH y las repeticiones asociadas que se han usado antes de que se reciba una respuesta del nodo de red (etapa 500), y se generan o actualizan las estadísticas sobre el número de ráfagas del PRACH y las repeticiones asociadas necesarias antes de que se reciba una respuesta de la red (etapa 502). Las estadísticas comprenden, por ejemplo, el número promedio de ráfagas/retransmisiones del PRACH de la señal de acceso aleatorio que se necesitan antes de recibir una respuesta de acceso aleatorio durante los, digamos 20, últimos procedimientos de acceso aleatorio. Aquí, las estadísticas se determinan para una estrategia del PRACH (por ejemplo, para un posible valor para el número de repeticiones usadas para la transmisión de la señal de acceso aleatorio). Se pueden mantener estadísticas separadas para cada una de un número de estrategias del PRACH diferentes o, de forma similar, para cada correlación entre una combinación de valores de parámetros y la estrategia del PRACH.

Para una estrategia del PRACH particular, en caso de que el número promedio de ráfagas sea estrictamente mayor que un umbral 1 ("objetivo 1"), digamos 1,2 (etapa 504; SÍ), el dispositivo inalámbrico 16 actualiza la(s) correlación/correlaciones que correlaciona(n) una(s) combinación/combinaciones particular(es) de valores de parámetros con la estrategia del PRACH para aumentar el número de repeticiones en la estrategia del PRACH para cada ráfaga del PRACH (etapa 506). En algunos modos de realización, el dispositivo inalámbrico 16 aumenta el número inicial de repeticiones para la estrategia del PRACH al siguiente nivel predeterminado o señalado, y/o aumenta la potencia de transmisión del enlace ascendente inicial usada para el preámbulo del PRACH, o aumenta la robustez de la transmisión inicial, para reducir el número de ráfagas necesarias para los próximos intentos de acceso aleatorio para los que se usa la estrategia del PRACH. Si, por otra parte, el número promedio de ráfagas necesarias cuando se usa la estrategia del PRACH es menor que el umbral 1 (etapa 504; NO) pero menor o igual que un umbral 2 ("objetivo 2"), digamos 1,0 (etapa 508; SÍ), el dispositivo inalámbrico 16 en su lugar actualiza la(s) correlación/correlaciones que correlaciona(n) una combinación/combinaciones particular(es) de valores de parámetros con la estrategia del PRACH para disminuir el número de repeticiones en la estrategia del PRACH para cada ráfaga del PRACH (etapa 510). En algunos modos de realización, el dispositivo inalámbrico 16 reduce el número inicial de repeticiones para la estrategia del PRACH al siguiente nivel de repetición menor y/o disminuye la potencia de transmisión del enlace ascendente inicial, o disminuye de otro modo la robustez de la transmisión del preámbulo inicial del PRACH. En caso de que el promedio esté entre los umbrales 1 y 2 (etapa 508; NO), el dispositivo inalámbrico 16 mantiene la correlación actual (etapa 512). Como tal, el dispositivo inalámbrico 16 puede modificar la regla de determinación para determinar la cantidad de recursos a usar cuando se transmite la señal de acceso aleatorio basándose en las estadísticas de modo que la modificación de la regla de determinación se puede basar en dos umbrales donde, si excede el primer umbral, el dispositivo inalámbrico 16 aumenta el número de recursos a usar, y donde, si desciende por debajo del segundo umbral, el dispositivo inalámbrico 16 disminuye el número de recursos a usar. Como se indicó, el primer y el segundo umbrales pueden ser iguales o el primer umbral puede ser mayor que el segundo umbral. En los casos en los que el segundo umbral es mayor que el primer umbral, la etapa 508 se evaluará automáticamente a "SÍ", si la etapa 504 se evalúa a "NO", lo que implica que la correlación siempre se ajusta hacia arriba o hacia abajo como resultado de la comparación con el primer umbral. Se debe tener en cuenta que el proceso de la figura 4C es solo un ejemplo (es decir, no es limitante). El proceso de adaptación puede variar dependiendo de la implementación particular.

La figura 5 es un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico 16, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación. El dispositivo inalámbrico 16 incluye un módulo de información/codificación necesaria 20, un módulo de recursos necesarios 22, un módulo de transmisión 24, y opcionalmente (es decir, en algunos modos de realización) un módulo de adaptación 25, cada uno de los cuales está implementado en un software que está almacenado en un medio legible por ordenador (por ejemplo, una memoria) y ejecutado por un procesador del dispositivo inalámbrico 16. El módulo de información/codificación necesaria 20 funciona para determinar la cantidad de información/codificación necesaria para que el dispositivo inalámbrico 16 decodifique con éxito un bloque de información recibido desde un nodo de red. El módulo de recursos necesarios 22 funciona para, basándose en la cantidad de información/codificación necesaria para decodificar con éxito el bloque de información y, en algunos modos de realización, la velocidad de código y/o la potencia de transmisión del enlace descendente usada para la transmisión del bloque de información, determinar la cantidad de recursos necesarios para la transmisión de la señal de acceso aleatorio (canal de enlace ascendente). El módulo de transmisión 24 funciona para transmitir la señal de acceso aleatorio usando la cantidad determinada de recursos. El módulo de adaptación 25 funciona para, como se describe anteriormente, adaptar la estrategia de repetición de acceso aleatorio basándose en los resultados de acceso aleatorio (por ejemplo, como se refleja en estadísticas tales como el número promedio de ráfagas de acceso aleatorio necesarias para recibir una respuesta de la red).

La figura 6 es un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico 16, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación. Como se ilustra, el dispositivo inalámbrico 16 incluye circuitos que funcionan para hacer que el dispositivo inalámbrico 16 implemente los procedimientos y la funcionalidad descritos en el presente documento. En un ejemplo, los circuitos pueden adoptar la forma de circuitos de procesamiento, que pueden incluir uno o más procesadores 26 (por ejemplo, una o más unidades de procesamiento central (CPU), uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC) y/o una o más matrices de puertas programables *in situ* (FPGA)) y una memoria 28 que contiene instrucciones ejecutables por el uno o más procesadores 26 con lo que el dispositivo inalámbrico 16 funciona de acuerdo con cualquiera de los modos de realización descritos en el presente

documento. El dispositivo inalámbrico 16 también incluye un transceptor 30 y al menos una antena 32. El transceptor 30 incluye uno o más transmisores 34 y uno o más receptores 36. El transceptor 30 incluye diversos tipos de circuitos tales como, por ejemplo, filtros, mezcladores, amplificadores, etc.

5 En algunos modos de realización, se proporciona un programa informático que incluye instrucciones que, cuando se ejecutan por uno o más procesadores 26, hacen que el uno o más procesadores 26 lleven a cabo la funcionalidad del dispositivo inalámbrico 16 de acuerdo con uno cualquiera de los modos de realización descritos en el presente documento. En algunos modos de realización, un soporte que contiene el producto de programa informático mencionado anteriormente. El soporte es uno de una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por ordenador (por ejemplo, un medio legible por ordenador no transitorio tal como la memoria 28).

15 La figura 7 es un diagrama de bloques de un nodo de red 38, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación. El nodo de red 38 puede ser, por ejemplo, la estación base 14. El nodo de red 38 incluye un módulo de transmisión 40, un módulo de acceso aleatorio 42 y un módulo de recepción 44, cada uno de los cuales está implementado en un software que está almacenado en un medio legible por ordenador (por ejemplo, memoria) y ejecutado por un procesador del nodo de red 38. El módulo de transmisión 40 funciona para radiodifundir un(os) bloque(s) de información como se describe anteriormente (por medio de un transmisor asociado del nodo de red 38, que no se muestra en la figura 7). El módulo de acceso aleatorio 42 funciona para realizar los aspectos del lado de la red del procedimiento de acceso aleatorio en respuesta a la recepción de la señal de acceso aleatorio desde el dispositivo inalámbrico 16 por el módulo de recepción 44. Por último, el módulo de recepción 44 funciona para recibir la señal de acceso aleatorio transmitida por el dispositivo inalámbrico 16 de acuerdo con la cantidad determinada de recursos (por medio de un receptor asociado del nodo de red 38, que no se muestra).

25 La figura 8 es un diagrama de bloques de un nodo de red 38, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente divulgación. En algunos modos de realización, el nodo de red 38 es la estación base 14, pero puede ser cualquier tipo de nodo de red (por ejemplo, una MME, una pasarela de servicio (S-GW), una P-GW, etc.). Como se ilustra, el nodo de red 38 incluye circuitos que funcionan para hacer que el nodo de red 38 implemente los procedimientos y la funcionalidad descritos en el presente documento, en particular aquellos descritos con respecto al acceso aleatorio. En un ejemplo, el nodo de red 38 incluye una unidad de banda base 46 que incluye circuitos de procesamiento que pueden incluir uno o más procesadores 48 (por ejemplo, una o más CPU, uno o más ASIC y/o una o más FPGA) y una memoria 50 que contiene instrucciones ejecutables por el uno o más procesadores 48 con lo cual el nodo de red 38 funciona de acuerdo con cualquiera de los modos de realización descritos en el presente documento. Como se ilustra, el nodo de red 38 también incluye una interfaz de red 52, que permite que el nodo de red 38 se comunique con uno o más nodos de red adicionales en una red de comunicaciones inalámbricas. La interfaz de red 52 puede incluir uno o más componentes (por ejemplo, tarjeta(s) de interfaz de red) que conectan el nodo de red 38 a otros sistemas.

40 Si el nodo de red 38 es un nodo de acceso por radio (por ejemplo, una estación base 14), el nodo de red 38 también incluye una unidad de radio 54, que incluye uno o más transmisores 56 y uno o más receptores 58 acoplados a una o más antenas 60. En algunos modos de realización, la funcionalidad del nodo de red 38 se implementa en software almacenado en la memoria 50 para su ejecución por el uno o más procesadores 48. En algunos modos de realización, el nodo de red 38 puede incluir componentes adicionales responsables de proporcionar funcionalidad adicional, incluyendo cualquiera de las funcionalidades identificadas anteriormente y/o cualquier funcionalidad necesaria para admitir las soluciones descritas anteriormente.

50 En algunos modos de realización, se proporciona un programa informático que incluye instrucciones que, cuando se ejecutan por el uno o más procesadores 48, hacen que el uno o más procesadores 48 lleven a cabo la funcionalidad del nodo de red 38 (por ejemplo, la funcionalidad de la estación base 14) de acuerdo con uno cualquiera de los modos de realización descritos en el presente documento. En un modo de realización, se proporciona un soporte que contiene el producto de programa informático mencionado anteriormente. El soporte es uno de una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por ordenador (por ejemplo, un medio legible por ordenador no transitorio tal como la memoria 50).

55 Mientras que se describen diversos modos de realización en el presente documento, algunos modos de realización de ejemplo no limitantes son como sigue.

60 La presente divulgación proporciona procedimientos, dispositivos y sistemas para la selección de un nivel de repetición del PRACH para un dispositivo inalámbrico que funciona en una red de comunicaciones. En algunos modos de realización, un procedimiento implementado en un dispositivo/UE (por ejemplo, un dispositivo inalámbrico) para la determinación de una cantidad de recursos necesarios para la transmisión de una señal de acceso aleatorio (canal de enlace ascendente) a un primer nodo de red remoto, comprende las etapas de (a) determinar la cantidad de información/codificación necesaria para que el dispositivo/UE decodifique con éxito un bloque de información recibido desde el primer nodo de red remoto, (b) basándose en la cantidad de información/codificación necesaria, determinar la cantidad de recursos necesarios para la transmisión de la señal de acceso aleatorio (canal de enlace ascendente) y (c) transmitir la señal de acceso aleatorio usando la cantidad determinada de recursos.

- En algunos modos de realización, la cantidad de recursos es un factor de repetición.
- 5 En algunos modos de realización, la cantidad de recursos es un número de PRB necesarios para la señal de enlace ascendente (una generalización).
- En algunos modos de realización, el bloque de información es un MIB o MTC-SIB.
- 10 En algunos modos de realización, la cantidad de información/codificación necesaria para decodificar con éxito es el número de bloques del PBCH y/o versiones de redundancia de MTC-SIB/SIB1 necesarias para una decodificación exitosa.
- 15 En algunos modos de realización, la potencia de transmisión del enlace descendente se tiene en cuenta por el dispositivo inalámbrico.
- En algunos modos de realización, la potencia de transmisión del enlace ascendente se tiene en cuenta por el dispositivo inalámbrico.
- 20 En algunos modos de realización, la diferencia (en escala logarítmica) o la proporción (en escala lineal) entre la potencia de transmisión del enlace descendente y el enlace ascendente se tiene en cuenta por el dispositivo inalámbrico.
- En algunos modos de realización, la velocidad de código se tiene en cuenta por el dispositivo inalámbrico.
- 25 En algunos modos de realización, tras la transmisión, el dispositivo inalámbrico evalúa el éxito de la cantidad determinada de recursos necesarios.
- En algunos modos de realización, el dispositivo inalámbrico mantiene estadísticas del resultado.
- 30 En algunos modos de realización, el dispositivo inalámbrico modifica la regla de determinación basándose en las estadísticas.
- En algunos modos de realización, las estadísticas expresan el número promedio de retransmisiones/ráfagas necesarias para que responda el nodo de red.
- 35 En algunos modos de realización, la modificación de la regla de determinación se basa en dos umbrales donde, si excede el primer umbral, el dispositivo inalámbrico aumenta el número de recursos a usar y, si desciende por debajo de un segundo umbral, el dispositivo inalámbrico disminuye el número de recursos a usar; siendo el primer y el segundo umbrales iguales o siendo el primer umbral menor que el segundo umbral.
- 40 Los modos de realización también incluyen un dispositivo/UE (por ejemplo, un dispositivo inalámbrico) que comprende procesador(es) y memoria que contiene instrucciones ejecutables por el/los procesador(es), de modo que el dispositivo/UE funciona para determinar una cantidad de recursos necesarios para la transmisión de una señal de acceso aleatorio (canal de enlace ascendente) a un primer nodo de red remoto. El dispositivo/UE funciona para (a) determinar la cantidad de información/codificación necesaria para que el dispositivo/UE decodifique con éxito un bloque de información recibido desde el primer nodo de red remoto, (b) basándose en la cantidad de información/codificación necesaria, determinar la cantidad de recursos necesarios para la transmisión de la señal de acceso aleatorio (canal de enlace ascendente), y (c) transmitir la señal de acceso aleatorio usando la cantidad determinada de recursos.
- 45
- 50 Los modos de realización también incluyen un programa informático que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan por al menos un procesador, hacen que el al menos un procesador lleve a cabo la funcionalidad de un dispositivo/UE (por ejemplo, un dispositivo inalámbrico) para determinar una cantidad de recursos necesarios para la transmisión de una señal de acceso aleatorio (canal de enlace ascendente) a un primer nodo de red remoto. El programa informático comprende instrucciones para realizar las etapas de (a) determinar la cantidad de información/codificación necesaria para que el dispositivo/UE decodifique con éxito un bloque de información recibido desde el primer nodo de red remoto, (b) basándose en la cantidad de información/codificación necesaria, determinar la cantidad de recursos necesarios para la transmisión de la señal de acceso aleatorio (canal de enlace ascendente), y (c) transmitir la señal de acceso aleatorio usando la cantidad determinada de recursos.
- 55
- 60 Se usan los siguientes acrónimos a lo largo de la presente divulgación.

- 3GPP Proyecto de Colaboración de Tercera Generación
- 5G Quinta generación
- ASIC Circuitos integrados específicos de la aplicación
- CE Potenciación de la cobertura

## ES 2 754 084 T3

•	CN	Red central
•	CPU	Unidad de procesamiento central
•	CRS	Señal de referencia común
•	D2D	Dispositivo a dispositivo
•	dB	Decibelio
•	dBm	Decibelio-Milivatios
•	DL-SCH	Canal compartido de enlace descendente
•	EC	Cobertura potenciada
•	eNB	Nodo B evolucionado o potenciado
•	EPRE	Energía por elemento de recurso
•	E-UTRA	Acceso por radio terrestre universal evolucionado
•	Red E-UTRAN	Acceso por radio terrestre universal evolucionado
•	FPGA	Matriz de puertas programables <i>in situ</i>
•	HARQ	Solicitud híbrida de repetición automática
•	HD-FDD	Duplexación por división de frecuencia semidúplex
•	kHz	Kilohercio
•	KPI	Indicador clave de rendimiento
•	LTE	Evolución a largo plazo
•	LTE-A	Evolución a largo plazo avanzada
•	M2M	Máquina a máquina
•	MCS	Esquema de modulación y codificación
•	MHz	Megahercios
•	MIB	Bloque de información principal
•	MME	Entidad de gestión de movilidad
•	ms	Milisegundo
•	MTC	Comunicación de tipo máquina
•	MTC-EC	Comunicación de tipo máquina - cobertura potenciada
•	MTC-SIB	Comunicación de tipo máquina - bloque de información de sistema
•	PBCH	Canal físico de radiodifusión
•	PDCCH	Canal físico de control de enlace descendente
•	PDN	Red de datos en paquetes
•	PDSCH	Canal físico compartido de enlace descendente
•	PHICH	Canal físico de indicación de HARQ
•	P-GW	Pasarela de red de datos en paquetes
•	PRACH	Canal físico de acceso aleatorio
•	PRB	Bloque de recursos físicos
•	QAM	Modulación de amplitud en cuadratura
•	QPSK	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura
•	RAN	Red de acceso por radio
•	RF	Radiofrecuencia
•	RRC	Control de recursos de radio
•	RRM	Gestión de recursos de radio
•	RSRP	Potencia recibida de la señal de referencia
•	SCEF	Función de exposición de capacidad de servicio
•	SFN	Número de trama del sistema
•	S-GW	Pasarela de servicio
•	SI	Información de sistema
•	SIB	Bloque de información de sistema
•	SI-RNTI	Identificador temporal de red de radio de información de sistema
•	SINR	Proporción de señal a interferencia más ruido
•	SNR	Proporción de señal a ruido
•	TS	Especificación técnica
•	TTI	Intervalo de tiempo de transmisión
•	UE	Equipo de usuario
•	WTRU	Unidad de transmisión/recepción inalámbrica

Los expertos en la técnica reconocerán mejoras y modificaciones para los modos de realización de la presente divulgación. Todas estas mejoras y modificaciones se consideran dentro del alcance de los conceptos divulgados en el presente documento y las reivindicaciones que siguen.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de funcionamiento de un dispositivo inalámbrico (16) para acceso aleatorio a una red de comunicaciones celulares (10), que comprende:
  - 5 determinar (204, 300) un número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico (16) decodifique con éxito un bloque de información recibido desde un nodo de acceso por radio (14) de la red de comunicaciones celulares (10);
  - 10 determinar (206/208, 302/304) al menos uno de: (a) una velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio (14) y (b) una potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio (14) para la transmisión del bloque de información; y
  - 15 determinar (210, 306) una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico (16) cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en: (i) el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico (16) decodifique con éxito el bloque de información y (ii) el al menos uno de: (a) la velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio (14) y (b) la potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio (14) para la transmisión del bloque de información.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico (16) comprende un número de bloques de recursos físicos, PRB, que se van a usar por el dispositivo inalámbrico (16) cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio.
- 25 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico (16) comprende un número de repeticiones que se van a usar por el dispositivo inalámbrico (16) cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio.
- 30 4. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el bloque de información es un bloque de información principal, MIB.
5. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el bloque de información es un bloque de información que comprende información de sistema.
- 35 6. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico (16) decodifique con éxito el bloque de información comprende un número de repeticiones del bloque de información necesarias para decodificar con éxito el bloque de información.
- 40 7. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico (16) decodifique con éxito el bloque de información comprende un número de bloques de canal físico de radiodifusión, PBCH, necesarios para decodificar con éxito el bloque de información.
- 45 8. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 que comprende además realizar (212) el procedimiento de acceso aleatorio, en el que realizar (212) el procedimiento de acceso aleatorio comprende transmitir la señal de acceso aleatorio usando la cantidad de recursos determinados que se van a usar por el dispositivo inalámbrico (16) cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio.
- 50 9. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la cantidad de recursos determinados que se van a usar por el dispositivo inalámbrico (16) cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio comprende un número de repeticiones, y el procedimiento comprende además:
  - 55 aplicar (400) el número de repeticiones para transmitir de este modo la señal de acceso aleatorio en un nivel de repetición correspondiente; y
  - continuar (402) el procedimiento de acceso aleatorio hasta que se reciba una respuesta de acceso aleatorio.
- 60 10. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que determinar (210, 306) la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico (16) cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio comprende determinar (210, 306) la cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico (16) cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio basándose en una correlación de (I) el número de recursos necesarios para decodificar con éxito el bloque de información y el al menos uno de la velocidad de código y la potencia de transmisión con (II) la cantidad de
- 65

recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico (16) cuando se transmite la señal de acceso aleatorio para el procedimiento de acceso aleatorio.

5 11. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende además realizar (214, 404) un procedimiento de adaptación que adapta la correlación basándose en un resultado de una o más instancias del procedimiento de acceso aleatorio.

10 12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que realizar (214, 404) el procedimiento de adaptación comprende aumentar (506) el número de recursos para la correlación tras determinar que un número promedio de retransmisiones necesarias para recibir una respuesta de acceso aleatorio es mayor que un primer umbral predefinido.

15 13. El procedimiento de la reivindicación 11 o 12, en el que realizar (214, 404) el procedimiento de adaptación comprende disminuir (510) el número de recursos para la correlación tras determinar que un número promedio de retransmisiones necesarias para recibir una respuesta de acceso aleatorio es menor que un segundo umbral predefinido.

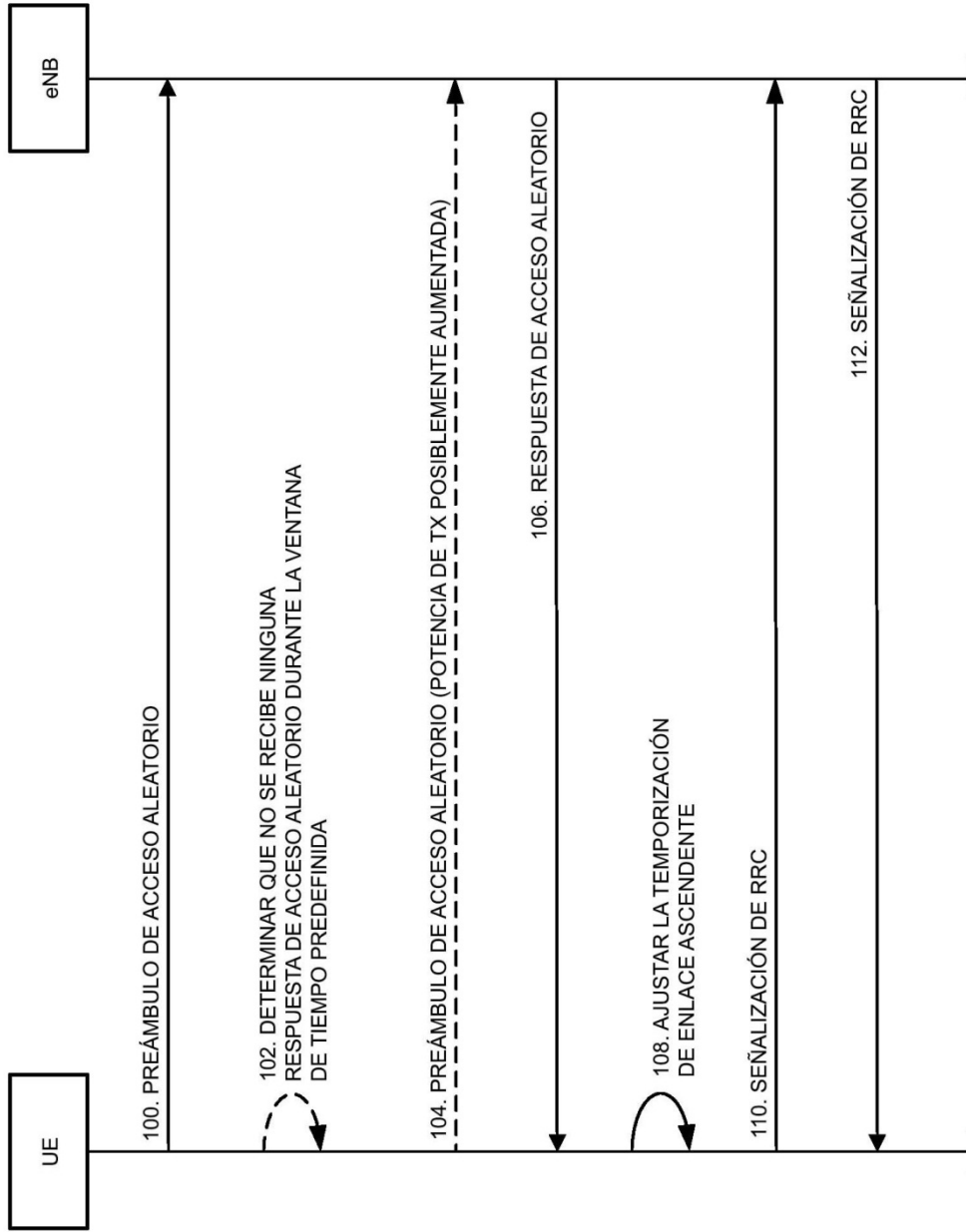
20 14. Un dispositivo inalámbrico (16) para una red de comunicaciones celulares (10), que comprende:  
 un transceptor (30);  
 uno o más procesadores (26); y  
 una memoria (28) que almacena software ejecutable por el uno o más procesadores (26) con lo que el  
 25 dispositivo inalámbrico (16) puede funcionar para:

determinar un número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico (16) decodifique con éxito un bloque de información recibido desde un nodo de acceso por radio (14) de la red de comunicaciones celulares (10) por medio del transceptor (30);

30 determinar al menos uno de: (a) una velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio (14) y (b) una potencia de transmisión usada por el nodo de acceso por radio (14) para la transmisión del bloque de información; y

35 determinar una cantidad de recursos que se van a usar por el dispositivo inalámbrico (16) cuando se transmite una señal de acceso aleatorio para un procedimiento de acceso aleatorio basándose en: (i) el número de recursos necesarios para que el dispositivo inalámbrico (16) decodifique con éxito el bloque de información y (ii) el al menos uno de: (a) la velocidad de código usada para la transmisión del bloque de información por el nodo de acceso por radio (14) y (b) la potencia de transmisión usada por el nodo de  
 40 acceso por radio (14) para la transmisión del bloque de información.

15. El dispositivo inalámbrico (16) de la reivindicación 14, en el que el dispositivo inalámbrico (16) es un dispositivo de equipo de usuario, UE, o un dispositivo de comunicación de tipo máquina, MTC.



**FIG. 1**

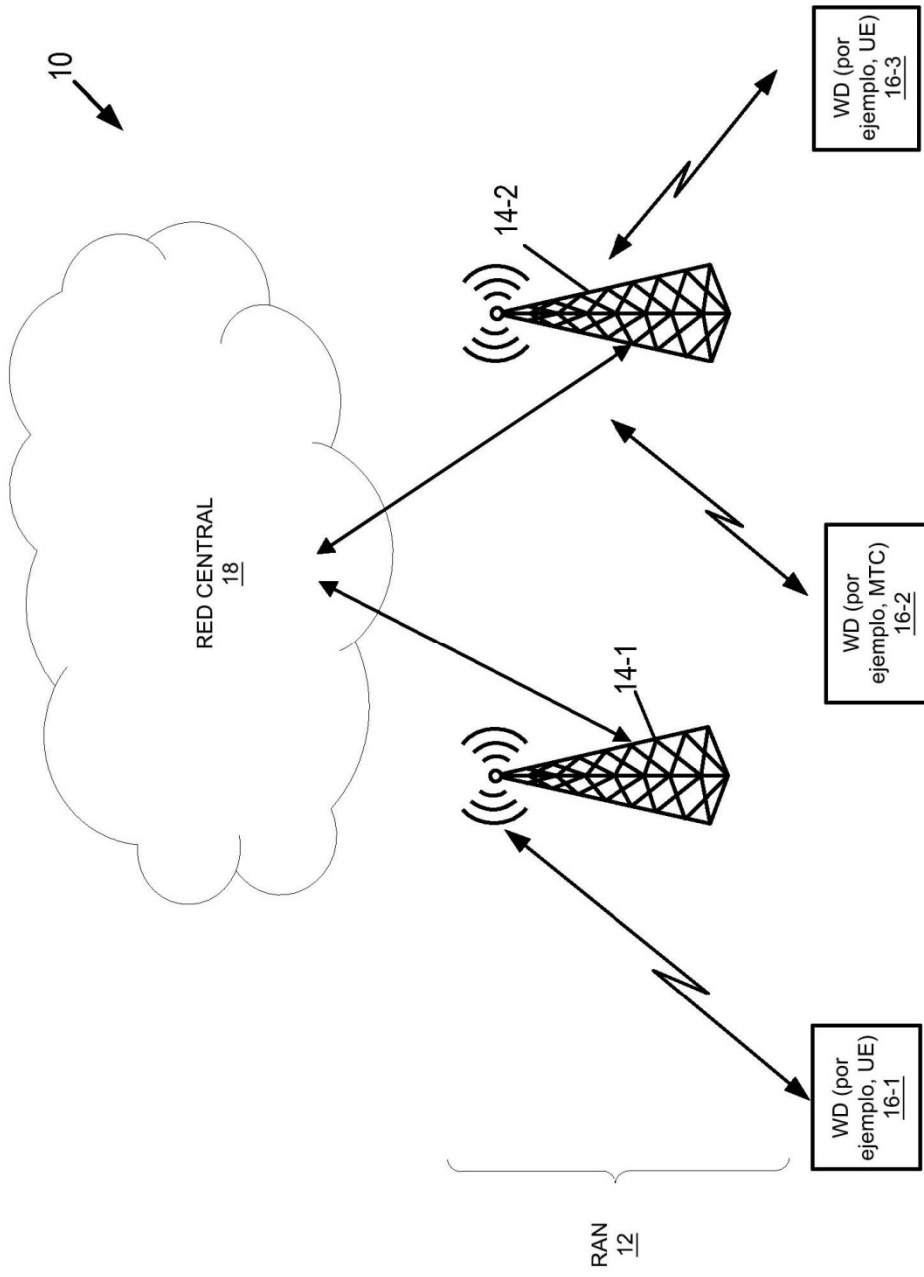


FIG. 2



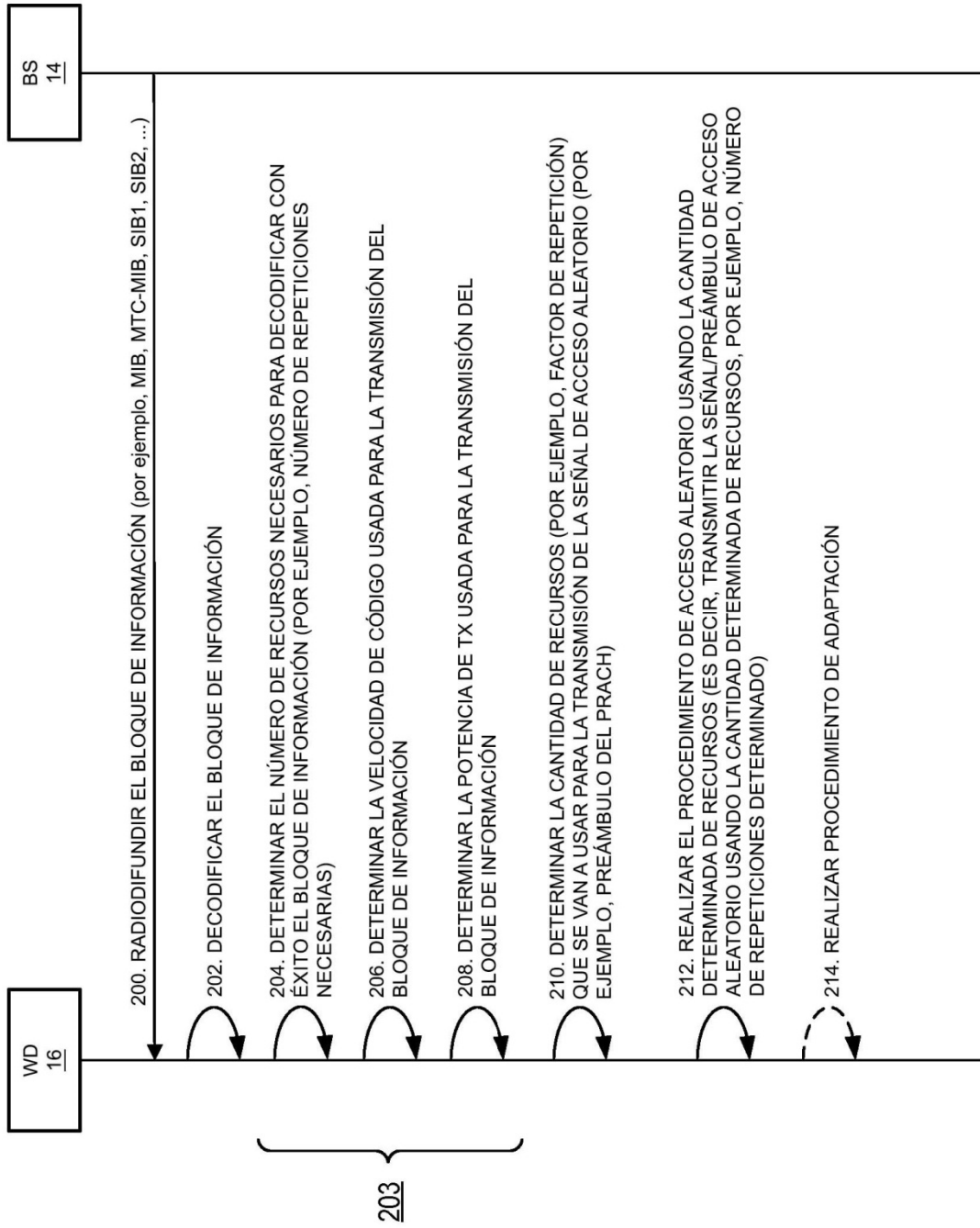
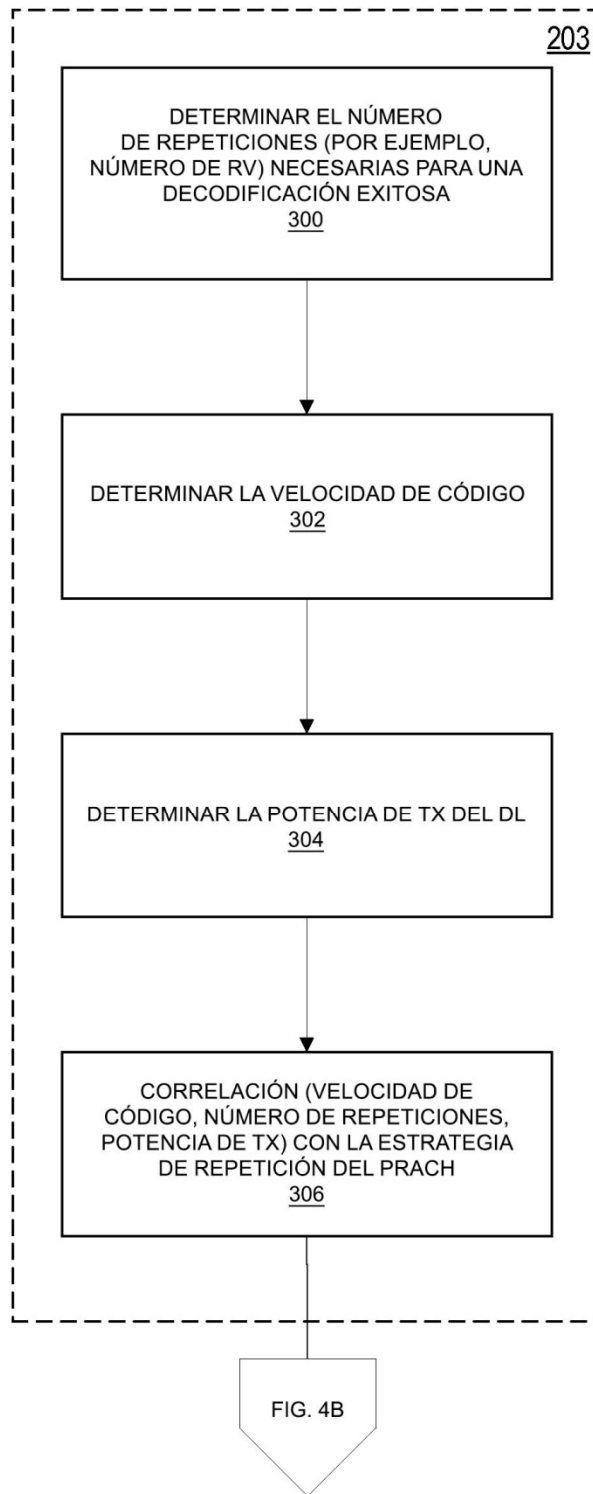
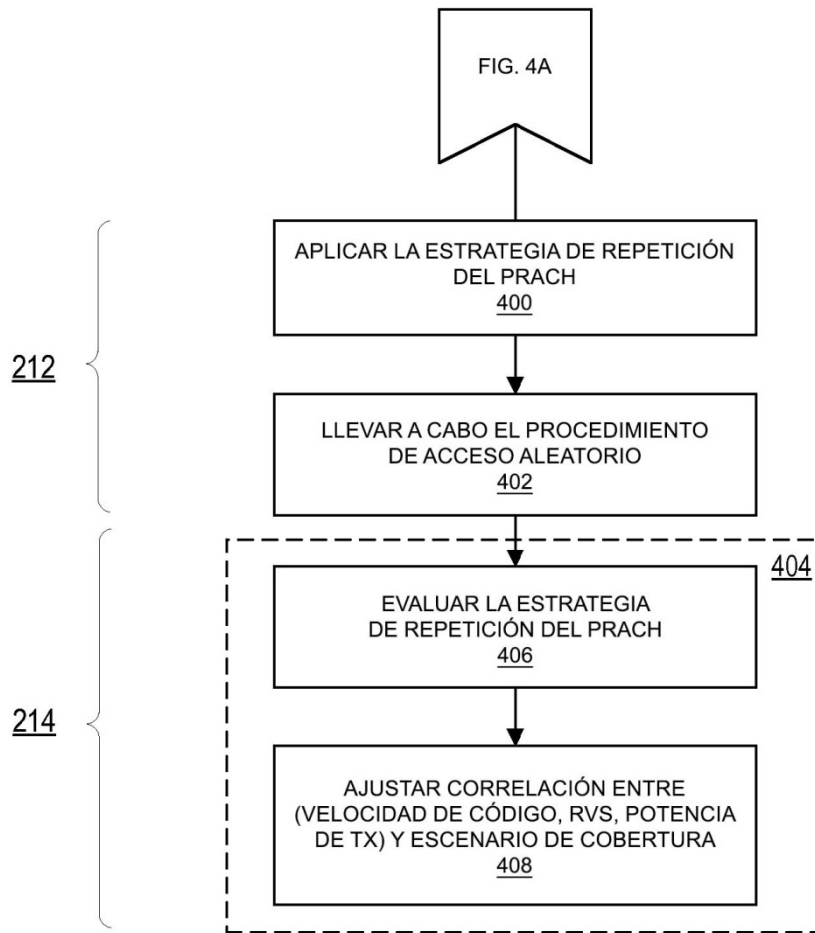


FIG. 3



**FIG. 4A**



**FIG. 4B**

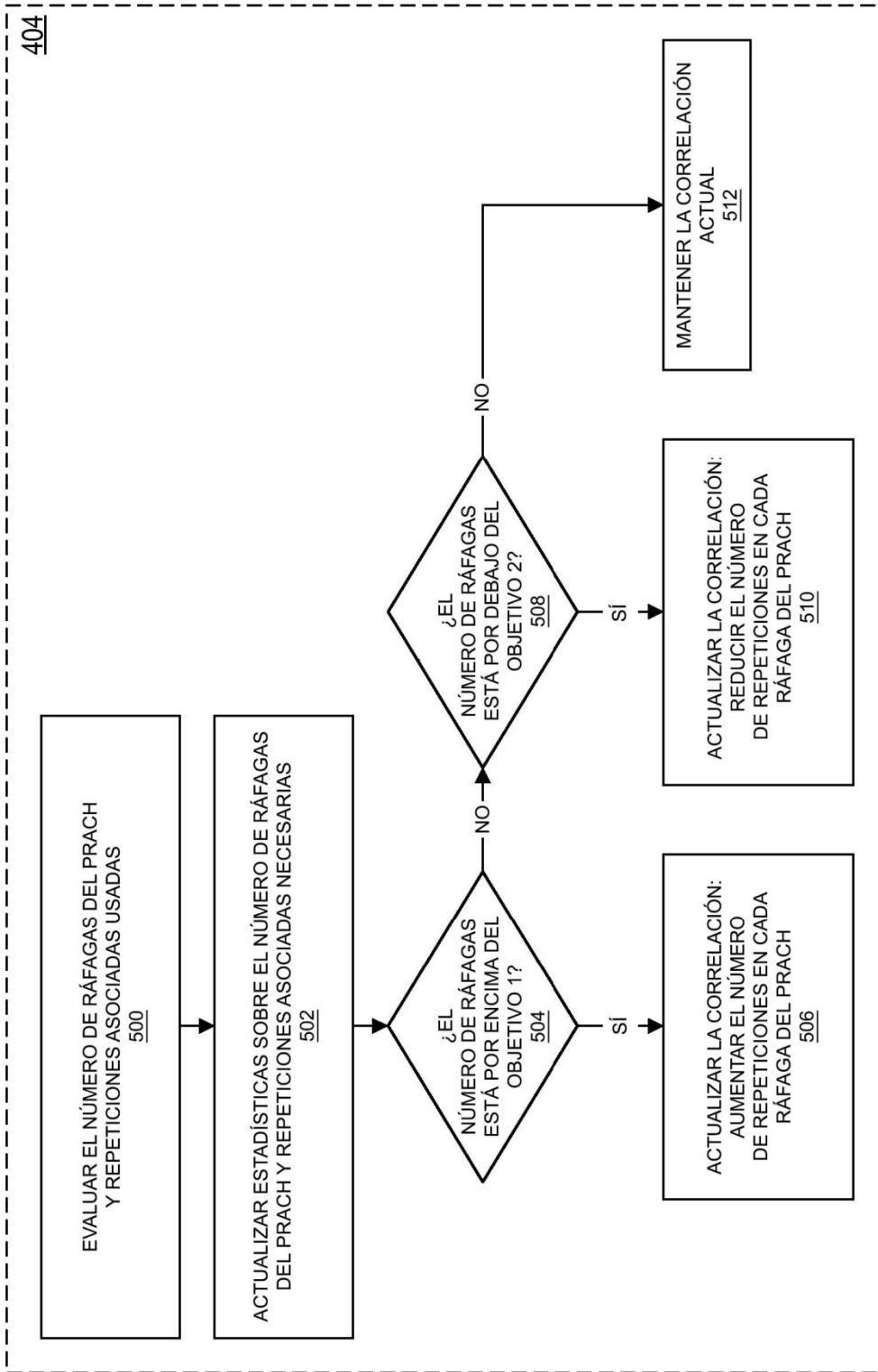
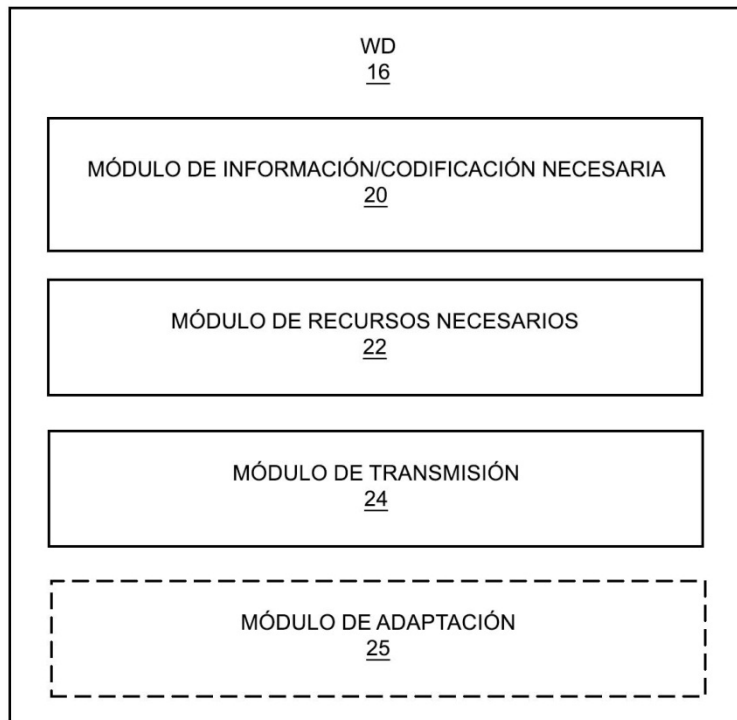
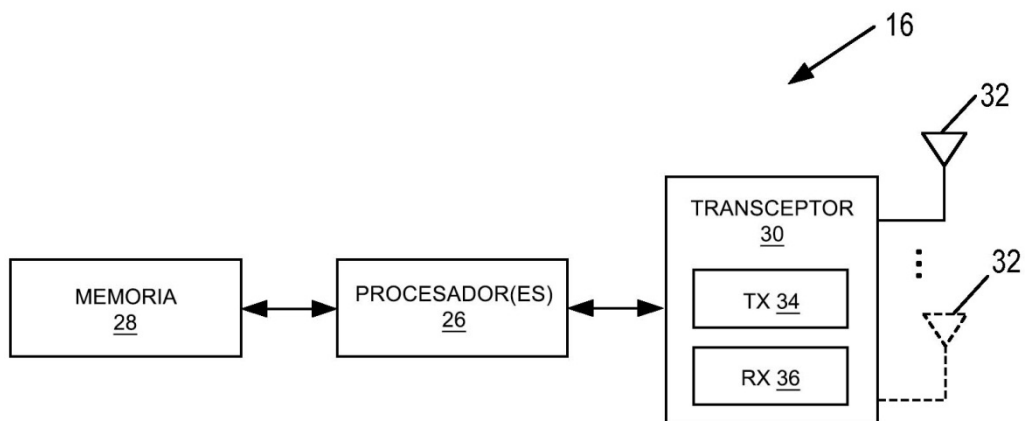


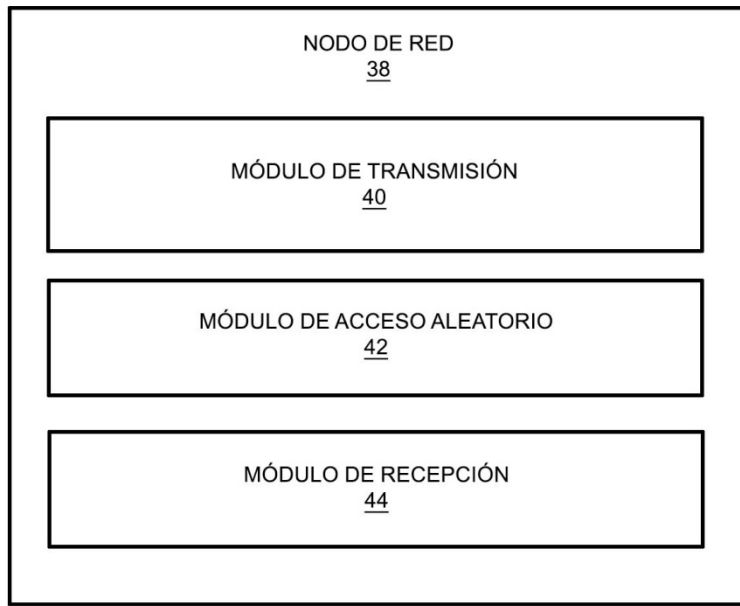
FIG. 4C



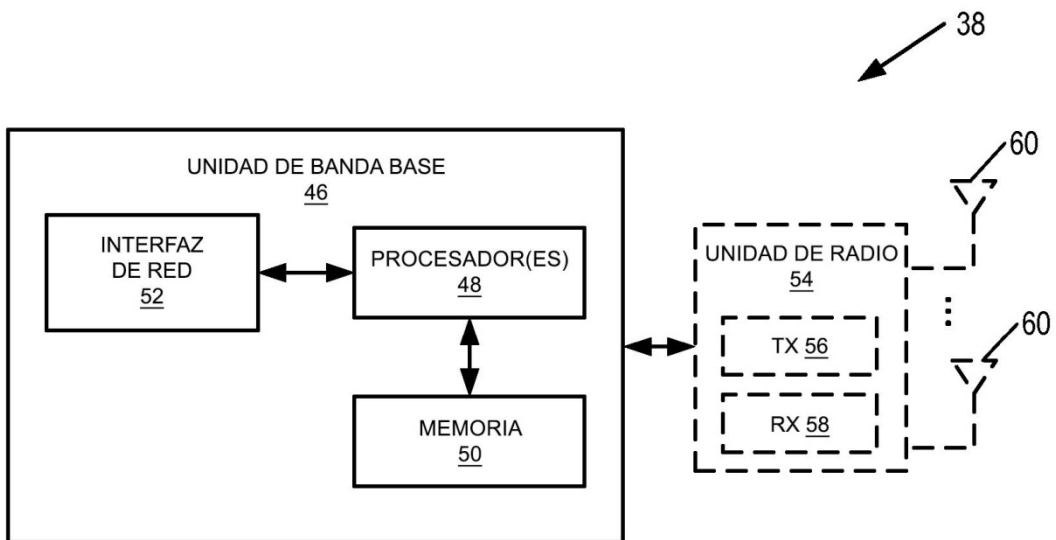
**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 8**