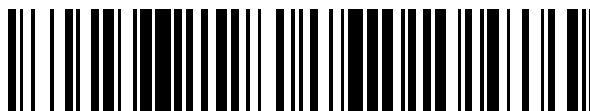


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 079**

51 Int. Cl.:

**H04W 74/08** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.03.2017 PCT/SE2017/050237**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.09.2017 WO17160210**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2017 E 17713486 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020 EP 3378268**

54 Título: **Acceso de red de un dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones**

30 Prioridad:

**16.03.2016 US 201662309389 P**  
**17.10.2016 US 201615295525**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.07.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LIN, XINGQIN;**  
**SHOKRI RAZAGHI, HAZHIR;**  
**BERGMAN, JOHAN MIKAEL;**  
**SUI, YUTAO;**  
**GRÖVLEN, ASBJÖRN;**  
**ADHIKARY, ANSUMAN;**  
**BLANKENSHIP, YUFEI y**  
**WANG, YI-PIN ERIC**

74 Agente/Representante:

**FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás**

**ES 2 774 079 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**

Acceso de red de un dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones

5 **Campo técnico**

Las realizaciones presentadas en el presente documento se refieren a un método, a un dispositivo inalámbrico, a un programa informático y a un producto de programa informático para el acceso de red del dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones. Las realizaciones adicionales presentadas en el presente documento se refieren a un método, a un nodo de red, a un programa informático y a un producto de programa informático para permitir el acceso de red del dispositivo inalámbrico a la red de comunicaciones.

**Antecedentes**

15 En redes de comunicaciones, puede ser un reto obtener buen rendimiento y capacidad para un protocolo de comunicaciones, sus parámetros y el entorno físico dados en los que se despliega la red de comunicaciones.

Por ejemplo, se asocian servicios en evolución con nuevos requisitos en redes celulares, por ejemplo, con respecto al coste del dispositivo, la vida útil de la batería y la cobertura. Para reducir el coste del dispositivo y el módulo, puede usarse una solución de sistema en un chip (SoC) con un amplificador de potencia (PA) integrado. Sin embargo, es factible que la tecnología de PA del estado de la técnica actual permita una potencia de transmisión de 20-23 dBm cuando el PA está integrado en un SoC. Esta restricción limita la cobertura de enlace ascendente, que se refiere a cuánta pérdida de propagación se permite entre el dispositivo inalámbrico de usuario final y un nodo de red de la red de comunicaciones.

25 Para maximizar la cobertura que puede conseguirse mediante un PA integrado, normalmente es necesario reducir la supresión de PA. La supresión de PA puede definirse como la relación entre la potencia de salida de saturación máxima y la potencia de salida media del PA. La supresión de PA se necesita cuando la señal de comunicación tiene una relación potencia de cresta a potencia media (PAPR) con una falta de unidad significativa. Cuanto mayor sea la PAPR, mayor supresión de PA se requerirá. Mayor supresión de PA también produce menor eficiencia de PA y, por tanto, menor vida útil de la batería del dispositivo. Por tanto, diseñar una señal de comunicación de enlace ascendente que tenga una PAPR tan baja como sea posible, y que reduzca de ese modo la supresión de PA necesaria, podría disminuir el coste del dispositivo, aumentar la vida útil de la batería y aumentar la cobertura del dispositivo inalámbrico.

Podría ser posible evolucionar especificaciones de comunicaciones celulares (tal como evolución a largo plazo; LTE) existentes para incluir un soporte para tecnologías de internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT). En este aspecto, el enlace ascendente de LTE se basa en modulación de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) para los datos de enlace ascendente y canales de control, y una señal Zadoff-Chu para el acceso aleatorio. Ninguna de estas señales presenta buenas propiedades de PAPR. El documento US 2015/0078264 A1 muestra un ejemplo de acceso de red para clases de cobertura diferentes.

Por tanto, todavía existe la necesidad de un tratamiento mejorado del acceso de red para un dispositivo inalámbrico en una red de comunicaciones.

45 **Sumario**

Un objeto de las realizaciones en el presente documento es proporcionar un tratamiento eficiente del acceso de red para un dispositivo inalámbrico en una red de comunicaciones. La invención se define en las reivindicaciones independientes. Se definen realizaciones preferidas en las reivindicaciones dependientes.

55 Según un primer aspecto se presenta un método para el acceso de red de un dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones. El dispositivo inalámbrico se asocia con una clase de cobertura de un conjunto de clases de cobertura. El método se realiza mediante el dispositivo inalámbrico. El método comprende iniciar el acceso de red a la red de comunicaciones transmitiendo una secuencia de preámbulo para el acceso aleatorio en un canal de acceso aleatorio físico (PRACH). En el que el acceso de red se inicia durante una oportunidad de comienzo definida por la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico.

60 Según un segundo aspecto se presenta un dispositivo inalámbrico para el acceso de red del dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones. El dispositivo inalámbrico se asocia con una clase de cobertura de un conjunto de clases de cobertura. El dispositivo inalámbrico comprende un conjunto de circuitos de procesamiento. El conjunto de circuitos de procesamiento está configurado para hacer que el dispositivo inalámbrico inicie el acceso de red a la red de comunicaciones transmitiendo una secuencia de preámbulo para el acceso aleatorio en un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) El acceso de red se inicia durante una oportunidad de comienzo definida por la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico.

- 5 Según un tercer aspecto se presenta un dispositivo inalámbrico para el acceso de red del dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones. El dispositivo inalámbrico se asocia con una clase de cobertura de un conjunto de clases de cobertura. El dispositivo inalámbrico comprende un conjunto de circuitos de procesamiento y un producto de programa informático que almacena instrucciones que, cuando se ejecutan mediante el conjunto de circuitos de procesamiento, hacen que el dispositivo inalámbrico inicie el acceso de red a la red de comunicaciones transmitiendo una secuencia de preámbulo para el acceso aleatorio en un canal de acceso aleatorio físico (PRACH). El acceso de red se inicia durante una oportunidad de comienzo definida por la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico.
- 10 Según un cuarto aspecto se presenta un dispositivo inalámbrico para el acceso de red del dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones. El dispositivo inalámbrico se asocia con una clase de cobertura de un conjunto de clases de cobertura. El dispositivo inalámbrico comprende un módulo de iniciación configurado para iniciar el acceso de red a la red de comunicaciones transmitiendo una secuencia de preámbulo para el acceso aleatorio en un canal de acceso aleatorio físico (PRACH). El acceso de red se inicia durante una oportunidad de comienzo definida por la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico.
- 15 Según un quinto aspecto se presenta un programa informático para el acceso de red de un dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones, comprendiendo el programa informático un código de programa informático que, cuando se ejecuta en un conjunto de circuitos de procesamiento del dispositivo inalámbrico, hace que el dispositivo inalámbrico realice un método según el primer aspecto.
- 20 Según un sexto aspecto se presenta un método para permitir el acceso de red de un dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones. El dispositivo inalámbrico se asocia con una clase de cobertura de un conjunto de clases de cobertura. El método se realiza mediante un nodo de red. El método comprende proporcionar una configuración de acceso de red al dispositivo inalámbrico. La configuración de acceso de red específica una iniciación de acceso de red a la red de comunicaciones para el dispositivo inalámbrico. La configuración de acceso de red específica una oportunidad de comienzo definida por la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico durante la cual va a iniciarse el acceso de red.
- 25 Según un séptimo aspecto se presenta un nodo de red para permitir el acceso de red de un dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones. El dispositivo inalámbrico se asocia con una clase de cobertura de un conjunto de clases de cobertura. El nodo de red comprende un conjunto de circuitos de procesamiento. El conjunto de circuitos de procesamiento está configurado para hacer que el nodo de red proporcione una configuración de acceso de red al dispositivo inalámbrico. La configuración de acceso de red específica una iniciación de acceso de red a la red de comunicaciones para el dispositivo inalámbrico. La configuración de acceso de red específica una oportunidad de comienzo definida por la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico durante la cual va a iniciarse el acceso de red.
- 30 Según un octavo aspecto se proporciona un nodo de red para permitir el acceso de red de un dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones. El dispositivo inalámbrico se asocia con una clase de cobertura de un conjunto de clases de cobertura. El nodo de red comprende un conjunto de circuitos de procesamiento y un producto de programa informático que almacena instrucciones que, cuando se ejecutan mediante el conjunto de circuitos de procesamiento, hacen que el nodo de red proporcione una configuración de acceso de red al dispositivo inalámbrico. La configuración de acceso de red específica una iniciación de acceso de red a la red de comunicaciones para el dispositivo inalámbrico. La configuración de acceso de red específica una oportunidad de comienzo definida por la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico durante la cual va a iniciarse el acceso de red.
- 35 Según un noveno aspecto se presenta un nodo de red para permitir el acceso de red de un dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones. El nodo de red comprende un módulo de provisión configurado para proporcionar una configuración de acceso de red al dispositivo inalámbrico. La configuración de acceso de red específica una iniciación de acceso de red a la red de comunicaciones para el dispositivo inalámbrico. La configuración de acceso de red específica que el acceso de red va a iniciarse durante una oportunidad de comienzo definida por la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico.
- 40 Según un décimo aspecto se presenta un programa informático para permitir el acceso de red de un dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones, comprendiendo el programa informático un código de programa informático que, cuando se ejecuta en un conjunto de circuitos de procesamiento de un nodo de red, hace que el nodo de red realice un método según el sexto aspecto.
- 45 Según un undécimo aspecto se presenta un producto de programa informático que comprende un programa informático según al menos uno del quinto aspecto y el décimo aspecto y un medio de almacenamiento legible por ordenador en el que se almacena el programa informático. El medio de almacenamiento legible por ordenador puede ser un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio.
- 50 Según un undécimo aspecto se presenta un producto de programa informático que comprende un programa informático según al menos uno del quinto aspecto y el décimo aspecto y un medio de almacenamiento legible por ordenador en el que se almacena el programa informático. El medio de almacenamiento legible por ordenador puede ser un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio.
- 55 Ventajasamente estos métodos y dispositivos proporcionan un tratamiento eficiente del acceso de red del dispositivo inalámbrico a la red de comunicaciones.
- 60
- 65

Ventajosamente estos métodos y dispositivos permiten la colisión en tiempo de oportunidades de PRACH de clases de cobertura diferentes que deben evitarse.

5 Ventajosamente estos métodos y dispositivos se aplican particularmente en NB-IoT y comunicación entre máquinas mejorada (eMTC).

10 Ha de observarse que cualquier característica del primer, segundo, tercer, cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo, noveno, décimo y undécimo aspectos puede aplicarse a cualquier otro aspecto, cuando sea apropiado. Asimismo, cualquier ventaja del primer aspecto puede aplicarse de igual manera al segundo, tercer, cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo, noveno, décimo y/o undécimo aspecto, respectivamente, y viceversa. Otros objetivos, características y ventajas de las realizaciones adjuntas resultarán evidentes a partir de la siguiente divulgación detallada, a partir de las reivindicaciones dependientes adjuntas así como a partir de los dibujos.

15 Generalmente, todos los términos usados en las reivindicaciones deben interpretarse según su significado ordinario en el campo técnico, a menos que se definan explícitamente de otra manera en el presente documento. Todas las referencias a “un/el elemento, aparato, componente, medios, etapa, etc.” deben interpretarse de manera abierta como que se refieren a al menos un ejemplo del elemento, aparato, componente, medios, etapa, etc., a menos que se afirme explícitamente lo contrario. Las etapas de cualquier método divulgado en el presente documento no tienen que realizarse en el orden exacto divulgado, a menos que se afirme explícitamente.

### Breve descripción de los dibujos

25 El concepto inventivo se describe ahora, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra una red de comunicación según unas realizaciones;

la figura 2 ilustra esquemáticamente la recepción de preámbulos de acceso aleatorio en un nodo de red de acceso de radio;

30 la figura 3 ilustra esquemáticamente una estructura de grupo de símbolo de PRACH;

la figura 4 ilustra esquemáticamente un patrón de salto de PRACH;

35 la figura 5 ilustra esquemáticamente una banda de NPRACH de 12 tonos (12 subportadoras);

las figuras 6-7 ilustran esquemáticamente oportunidades de PRACH según la técnica anterior;

40 las figuras 8-12 ilustran esquemáticamente oportunidades de PRACH según unas realizaciones;

las figuras 13-16 son diagramas de flujo de métodos según unas realizaciones;

45 la figura 17 es un diagrama esquemático que muestra unidades funcionales de un dispositivo inalámbrico según una realización;

la figura 18 es un diagrama esquemático que muestra módulos funcionales de un dispositivo inalámbrico según una realización;

50 la figura 19 es un diagrama esquemático que muestra unidades funcionales de un nodo de red según una realización;

la figura 20 es un diagrama esquemático que muestra módulos funcionales de un nodo de red según una realización; y

55 la figura 21 muestra un ejemplo de un producto de programa informático que comprende medios legibles por ordenador según una realización.

A menos que se afirme lo contrario, números de referencia similares indican elementos similares en los dibujos.

### 60 Descripción detallada

El concepto inventivo se describirá ahora de manera más completa a continuación en el presente documento con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran determinadas realizaciones del concepto inventivo. Sin embargo, este concepto inventivo puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse que se limite a las realizaciones expuestas en el presente documento; sino más bien, estas realizaciones se proporcionan a modo de ejemplo de modo que esta divulgación será exhaustiva y completa, y transmitirá completamente el alcance

del concepto inventivo a los expertos en la técnica. Números similares se refieren a elementos similares a lo largo de la descripción. Cualquier etapa o característica ilustrada mediante líneas discontinuas debe considerarse como opcional.

5 Las señales de PRACH de NB-IoT (denominado NPRACH) de salto en frecuencia de único tono tienen una PAPR baja y, por tanto, el uso de NPRACH reduce la necesidad de la supresión de PA y maximiza la eficiencia del PA. Las señales de NPRACH son compatibles con SCFDMA y acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA) puesto que, en cualquier intervalo de símbolos de OFDM, las señales de NPRACH aparecen como una señal de OFDM de una única subportadora.

10 Para soportar el diseño de acceso aleatorio, el nodo de red debe ser capaz de configurar información de recursos de tiempo que informa a los dispositivos inalámbricos cuándo (en tiempo) transmitir el NPRACH e información de recursos de frecuencia que dirige a dispositivos inalámbricos dónde (en frecuencia) transmitir el NPRACH.

15 En acceso aleatorio de NB-IoT, pueden soportarse hasta tres clases de cobertura diferentes en NPRACH. Las clases de cobertura también se denominan niveles de cobertura, niveles de potenciación de cobertura (niveles de CE o CEL), o niveles de cobertura potenciada; el término clases de cobertura se usará a continuación en el presente documento. Por ejemplo, las clases de cobertura pueden corresponder a un valor de una pérdida de acoplamiento mínima (MCL), que puede significar una pérdida de distancia mínima, incluyendo posiblemente una ganancia de antena, medida entre conectores de antena, tales como MCL de 144 dB o MCL de 164 dB. Más generalmente, las clases de cobertura pueden corresponder a MCL de  $x$  dB, donde  $x$  se selecciona de una colección predeterminada de dos o más valores, por ejemplo, {144, 164}. Las clases de cobertura pueden asociarse alternativamente con valores respectivos de una potencia recibida de una señal que recibe el dispositivo inalámbrico, en particular, una señal de referencia. Tal como se explica con más detalle a continuación, las clases de cobertura pueden corresponder al número de repeticiones de una señal de NPRACH que un UE transmite.

20 Las potencias recibidas de transmisiones de NPRACH desde dispositivos inalámbricos en clases de cobertura diferentes pueden diferir significativamente, dando como resultado un grave problema de cercanía-lejanía si las transmisiones usan las mismas oportunidades de NPRACH en tiempo y frecuencia. Como ejemplo, soportar una pérdida de acoplamiento máxima de 164 dB es un diseño objetivo de NB-IoT, mientras que la pérdida de acoplamiento máxima de dispositivos inalámbricos en cobertura normal está limitada a menudo a 144 dB. Esto puede dar como resultado una diferencia de potencia recibida de 20 dB en las condiciones ideales en que los dispositivos inalámbricos son capaces de estimar perfectamente su pérdida de acoplamiento y el control de potencia en bucle abierto usado en transmisiones de NPRACH es perfecto. En la práctica, la estimación de pérdida de acoplamiento por los dispositivos inalámbricos puede estar sujeta a errores en, por ejemplo, el intervalo [-6, 6] dB, conduciendo a diferencias de potencia recibida incluso mayores en transmisiones de NPRACH. Por tanto, se propone separar oportunidades de NPRACH de clases de cobertura diferentes en el dominio del tiempo y/o de la frecuencia.

30 Una alternativa para separar oportunidades de NPRACH de clases de cobertura diferentes es configurar diferentes bandas de frecuencia de NPRACH para clases de cobertura diferentes en el dominio de la frecuencia. Sin embargo, si el nodo de red va a configurar sólo una o dos bandas de frecuencia de NPRACH, todavía se necesita un mecanismo para separar el NPRACH de tres clases de cobertura diferentes en el dominio del tiempo.

35 En el procedimiento de acceso aleatorio de LTE existente, el acceso aleatorio sirve para múltiples objetivos tales como acceso de red inicial cuando se establece un enlace de radio entre el dispositivo inalámbrico y la red de comunicaciones, petición de planificación para el dispositivo inalámbrico, etc. Entre otros, un objetivo del acceso aleatorio es conseguir la sincronización de enlace ascendente para mantener la ortogonalidad de enlace ascendente en LTE. Para preservar la ortogonalidad entre diferentes dispositivos inalámbricos en un sistema de OFDMA o SC-FDMA, el tiempo de llegada de cada señal del dispositivo inalámbrico tiene que estar dentro del prefijo cíclico (CP) de la señal de OFDMA o SC-FDMA en el nodo de red.

40 El acceso aleatorio de LTE puede ser o bien basado en contienda o bien sin contienda. El procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda consiste en cuatro etapas, tal como se ilustra en la figura 1.

45 La figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra una red 100 de comunicaciones en la que pueden aplicarse realizaciones presentadas en el presente documento. La red 100 de comunicaciones comprende una red 110 de acceso de radio, una red 120 principal y una red 130 de servicio. La red 100 de acceso de radio comprende al menos un nodo 140 de red de acceso de radio (RANN). El nodo 140 de red de acceso de radio puede proporcionarse por cualquiera de una estación base de radio, una estación de transceptor base, una cabecera de radio remota, un punto de acceso, un nodo de acceso, un NodoB o un NodoB evolucionado. El nodo 140 de red de acceso de radio proporciona servicios y acceso de red a al menos un dispositivo 200 inalámbrico (WD). El dispositivo 200 inalámbrico puede ser un dispositivo inalámbrico portátil, una estación móvil, un teléfono móvil, un microteléfono, un teléfono de bucle local inalámbrico, un equipo de usuario (UE), un teléfono inteligente, un ordenador portátil, una tableta, un dispositivo de sensor equipado con red, un dispositivo con internet de las cosas, o un módem de banda ancha inalámbrico.

5 La red 110 de acceso de radio está conectada operativamente a la red 120 principal, que a su vez está conectada operativamente a la red 130 de servicio. Un dispositivo 200 inalámbrico que se está conectando operativamente al nodo 140 de red de acceso de radio se permite por tanto que acceda a servicios y datos de intercambio con la red 130 de servicio.

La red 100 de comunicaciones comprende además al menos un nodo 300 de red. A continuación se divulgarán detalles adicionales del nodo 300 de red.

10 El procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda comprende las etapas 1-4:

Etapa 1: El dispositivo 200 inalámbrico transmite un preámbulo de acceso aleatorio al nodo 300 de red.

15 Etapa 2: El nodo 300 de red responde al preámbulo de acceso aleatorio transmitiendo una respuesta de acceso aleatorio que incluye, por ejemplo, una concesión de enlace ascendente, al dispositivo 200 inalámbrico.

Etapa 3: El dispositivo 200 inalámbrico transmite una transmisión planificada al nodo 300 de red.

20 Etapa 4: El nodo 300 de red transmite un mensaje para resolución de contienda del dispositivo 200 inalámbrico.

25 Obsérvese que sólo la etapa 1 implica un procesamiento de capa física diseñado específicamente para el acceso aleatorio, mientras que las etapas restantes 2-4 siguen el mismo procesamiento de capa física usado en transmisión de datos de enlace ascendente y enlace descendente. Para el acceso aleatorio sin contienda, el dispositivo inalámbrico usa preámbulos reservados asignados por la estación base. En este caso, no se necesita resolución de contienda, y por tanto sólo se requieren las etapas 1 y 2.

30 El NPRACH sirve para objetivos similares como en LTE, y reutiliza el procedimiento de acceso aleatorio en LTE. Tal como se muestra en la figura 1, en la primera etapa, se envía una secuencia de preámbulo de PRACH por el UE durante un segmento de tiempo de acceso aleatorio ilustrado en la figura 2. Para un dispositivo inalámbrico cerca del nodo de red de acceso de radio se recibe el preámbulo de acceso aleatorio en el tiempo  $t = t_1$ . Para un dispositivo inalámbrico en el borde de célula (lejos del nodo de red de acceso de radio) el preámbulo de acceso aleatorio se recibe en el tiempo  $t = t_1 + \Delta$ . La secuencia de preámbulo de PRACH no ocupa todo el segmento de acceso aleatorio, dejando algo de tiempo como tiempo de guarda (GT). Tal como se explicó anteriormente, para maximizar la eficiencia y cobertura del PA, es deseable tener preámbulos de PRACH tan cerca de una envolvente constante como sea posible. Además, los preámbulos de PRACH deben asignarse de modo que las estaciones base puedan realizar una estimación precisa del tiempo de llegada. En la siguiente descripción, los términos señal de PRACH y el preámbulo de PRACH se usarán indistintamente.

40 Un ejemplo de la estructura básica de un grupo de símbolos de PRACH se ilustra en la figura 3. Básicamente es una señal de OFDM de único tono. A diferencia de símbolos de OFDM tradicionales en los que la parte que no es de CP consiste en un único símbolo, la parte que no es de CP del grupo de símbolos de PRACH en la figura 3 puede consistir en uno o más símbolos. Como ejemplo, un CP (de longitud o bien de 266,7  $\mu$ s o bien de 66,7  $\mu$ s) y cinco símbolos constituyen un grupo de símbolos básico. La estructura de símbolos con CP de 266,7  $\mu$ s y cinco símbolos se ilustra en la figura 3.

45 Varios grupos de símbolos de OFDM, cada uno tal como se ilustra en la figura 3, se concatenan para formar un preámbulo de PRACH. Pero las posiciones de frecuencia de los grupos de símbolos del mismo preámbulo de PRACH varían según algunos patrones de salto. Un ejemplo de un patrón de salto se ilustra en la figura 4.

50 Basándose en el uso de NPRACH con salto de frecuencia de único tono, pueden usarse 12 tonos (de ancho de banda total de  $3,75 \cdot 12 = 45$  kHz) como la banda de recursos de frecuencia básica (tal como 6 PRB en PRACH de LTE) para el diseño de configuración. Este concepto de banda de NPRACH de 12 tonos se ilustra en la figura 5.

55 Para dispositivos inalámbricos en cobertura normal, una transmisión de preámbulo de NPRACH con 4 u 8 grupos de símbolos puede ser suficiente para que el dispositivo inalámbrico complete satisfactoriamente el procedimiento de acceso aleatorio. Para dispositivos inalámbricos en cobertura extremadamente baja con, por ejemplo, pérdida de acoplamiento máxima de 164 dB, puede requerirse una transmisión de preámbulo de NPRACH con 128 o más grupos de símbolos.

60 Podría ser beneficioso evitar la colisión de transmisiones de NPRACH de dispositivos inalámbricos en clases de cobertura diferentes cuando usan la misma banda de frecuencia de NPRACH. Por tanto, se proponen mecanismos para separar oportunidades de NPRACH de clases de cobertura diferentes en el dominio del tiempo.

65 Asíumase, por ejemplo, como en eMTC, que el intervalo para el parámetro de RRC para periodicidad de subtrama de comienzo de PRACH (expresada en cuanto a oportunidades de PRACH) se define por *prachStartingSubframe*, que puede tomar uno de los valores en el conjunto {2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256}, donde *prachStartingSubframe* es un

parámetro que define la trama de comienzo de PRACH. Así mismo además que el desfase (expresado en cuanto a oportunidades de PRACH) se define por

$$N \cdot prachStartingSubframe + numRepetitionPerPreambleAttempt,$$

5 donde  $N \geq 0$  es un número entero, y donde *numRepetitionPerPreambleAttempt* es un parámetro que define el número de repeticiones de transmisiones de acceso aleatorio permitidas por cada intento de preámbulo. En especificaciones de 3GPP de eMTC, la transmisión inicial de una secuencia de preámbulo se cuenta en el “número de repeticiones”; por ejemplo, transmitir una secuencia de preámbulo dos veces por cada intento puede corresponder a que *numRepetitionPerPreambleAttempt* es igual a 2. El número total de repeticiones puede depender del número de intentos de transmisión de preámbulo permitidos, que puede corresponder a un parámetro diferente.

10 En este caso *prachStartingSubframe* se expresa en cuanto a oportunidades de PRACH, no del tiempo absoluto o número de grupos de símbolos. Las oportunidades en dominio del tiempo de PRACH pueden considerarse como ranuras en los recursos en dominio del tiempo que pueden usarse para transmisiones de PRACH, tal como se ilustra en la figura 6. Los recursos en dominio del tiempo entre ranuras pueden usarse para otros objetivos, tales como transmisiones de datos. Puesto que los recursos en dominio del tiempo entre oportunidades de PRACH no son relevantes para las realizaciones divulgadas en el presente documento, tales recursos en dominio del tiempo se omitirán en las figuras 7-12 referenciadas a continuación.

15 Se usará un ejemplo ilustrativo no limitativo para ilustrar cómo puede usarse para NB-IoT el procedimiento de acceso aleatorio para eMTC. Como ejemplo, supóngase que hay 16 oportunidades cada 128 ms. Considérense tres clases de cobertura diferentes, denominadas clase de cobertura 1, clase de cobertura 2, y clase de cobertura 3 con las propiedades enunciadas a continuación:

20 Para la clase de cobertura 1, se usan 4 grupos de símbolos (es decir, sin repetición con respecto a un conjunto de 4 grupos de símbolos; esto puede corresponder a un valor de 1 de un parámetro de repetición) y pueden transmitirse completamente usando una oportunidad de PRACH.

25 Para la clase de cobertura 2, se necesitan 8 grupos de símbolos (es decir, 2 repeticiones con respecto a un conjunto de 4 grupos de símbolos; esto puede corresponder a un valor de 2 de un parámetro de repetición) y pueden transmitirse usando 2 oportunidades de PRACH.

30 Para la clase de cobertura 3, se necesitan 32 grupos de símbolos (es decir, 8 repeticiones con respecto a un conjunto de 4 grupos de símbolos; esto puede corresponder a un valor de 8 de un parámetro de repetición) y pueden transmitirse usando 8 oportunidades de PRACH.

35 En principio, en eMTC se permiten *prachStartingSubframe* diferentes para clases de cobertura diferentes. Sin embargo, esto puede complicar la configuración de red para evitar colisiones de PRACH de dispositivos inalámbricos en clases de cobertura diferentes. Un ejemplo de un caso de este tipo se proporciona a continuación y también se ilustra en la figura 7:

40 La clase de cobertura 2 tiene 2 repeticiones: *prachStartingSubframe* = 4 y por tanto el desfase es cualquier valor en el conjunto  $\{0, 1, 2, 3\} \cdot 4 + 2 = \{2, 6, 10, 14\}$  dentro de 16 oportunidades. Tal como se observa en la figura 7,  $N = 0, 1, 2$  ó 3 para la clase de cobertura 2. La figura 7 muestra cuatro intentos de transmisión de preámbulo con dos repeticiones cada uno.

45 La clase de cobertura 3 tiene 8 repeticiones: *prachStartingSubframe* = 16 y por tanto el desfase es  $0 \cdot 16 + 8 = 8$  dentro de 16 oportunidades. Tal como se observa en la figura 7,  $N = 0$  para la clase de cobertura 3.

50 Las realizaciones divulgadas en el presente documento se refieren a mecanismos para tratar la colisión en tiempo de oportunidades de PRACH de clases de cobertura diferentes.

55 Las realizaciones divulgadas en el presente documento se refieren, por tanto, a mecanismos para el acceso de red de un dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones. Con el fin de obtener tales mecanismos se proporciona un dispositivo 200 inalámbrico, un método realizado por el dispositivo 200 inalámbrico, un producto de programa informático que comprende un código, por ejemplo, en forma de un programa informático, que cuando se ejecuta en un conjunto de circuitos de procesamiento del dispositivo 200 inalámbrico, hace que el dispositivo 200 inalámbrico realice el método. Con el fin de obtener tales mecanismos se proporciona además un nodo 300 de red, un método realizado por el nodo 300 de red, y un producto de programa informático que comprende un código, por ejemplo, en forma de un programa informático, que cuando se ejecuta en un conjunto de circuitos de procesamiento del nodo 300 de red, hace que el nodo 300 de red realice el método.

65 Las figuras 13 y 14 son diagramas de flujo que ilustran realizaciones de métodos para el acceso de red del dispositivo 200 inalámbrico a la red 100 de comunicaciones tal como realiza el dispositivo 200 inalámbrico. Las

figuras 15 y 16 son diagramas de flujo que ilustran realizaciones de métodos para permitir el acceso de red del dispositivo 200 inalámbrico a la red 100 de comunicaciones tal como realiza el nodo 300 de red. Los métodos se proporcionan ventajosamente como programas 420a, 420b informáticos.

5 Ahora se hace referencia a la figura 13 que ilustra un método para el acceso de red del dispositivo 200 inalámbrico a la red 100 de comunicaciones tal como realiza el dispositivo 200 inalámbrico según una realización.

El dispositivo 200 inalámbrico se asocia con una clase de cobertura de un conjunto de clases de cobertura. Preferiblemente, el conjunto comprende dos, tres o más clases de cobertura.

10 S110: El dispositivo 200 inalámbrico inicia el acceso de red a la red 100 de comunicaciones transmitiendo una secuencia de preámbulo para el acceso aleatorio en un canal de acceso aleatorio físico (PRACH). El acceso de red se inicia durante una oportunidad de comienzo definida por la clase de cobertura del dispositivo 200 inalámbrico. Por consiguiente, la secuencia de preámbulo se transmite durante la oportunidad de comienzo y se repite posiblemente.

15 Ahora se hace referencia a la figura 14 que ilustra métodos para el acceso de red del dispositivo 200 inalámbrico a la red 100 de comunicaciones tal como realiza el dispositivo 200 inalámbrico según realizaciones adicionales. Se asume que la etapa S110 se realiza tal como se describe con referencia a la figura 13.

20 Podría haber diferentes maneras para que el dispositivo 200 inalámbrico obtenga la configuración de acceso de red. Por ejemplo, según una realización el dispositivo 200 inalámbrico está configurado para realizar la etapa S102.

S102: El dispositivo 200 inalámbrico obtiene la configuración de acceso de red del nodo 300 de red.

25 Tal como se divulgará adicionalmente a continuación el dispositivo 200 inalámbrico puede dotarse de información del nodo 300 de red sobre cuántas de las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura comparten la banda de frecuencia de la clase de cobertura del dispositivo 200 inalámbrico. Según una realización el dispositivo 200 inalámbrico está configurado, por tanto, para realizar la etapa S104.

30 S104: El dispositivo 200 inalámbrico obtiene información del nodo 300 de red sobre cuántas de las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura comparten la banda de frecuencia de la clase de cobertura del dispositivo 200 inalámbrico.

35 Ahora se hace referencia a la figura 15 que ilustra un método para permitir el acceso de red del dispositivo 200 inalámbrico a la red 100 de comunicaciones tal como realiza el nodo 300 de red según una realización.

Tal como se divulgó anteriormente, el dispositivo 200 inalámbrico se asocia con una clase de cobertura de un conjunto de clases de cobertura.

40 S202: El nodo 300 de red proporciona una configuración de acceso de red al dispositivo 200 inalámbrico. La configuración de acceso de red especifica una iniciación de acceso de red a la red 100 de comunicaciones para el dispositivo 200 inalámbrico. La configuración de acceso de red especifica que el acceso de red va a iniciarse durante una oportunidad de comienzo definida por la clase de cobertura del dispositivo 200 inalámbrico. Según una realización, el nodo 300 de red dota al dispositivo 200 inalámbrico de una configuración de acceso de red que incluye una pluralidad de oportunidades de comienzo asociadas con clases de cobertura diferentes. Las oportunidades de comienzo pueden estar relacionadas con distintos recursos de tiempo. Entre las oportunidades de comienzo, la clase de cobertura del dispositivo 200 inalámbrico define una oportunidad de comienzo durante la cual el dispositivo 200 inalámbrico va a iniciar el acceso de red transmitiendo una secuencia de preámbulo para el acceso aleatorio en un canal de acceso aleatorio físico. Esto puede implicar que el dispositivo 200 inalámbrico recibe una configuración de acceso de red que, además de la una o más oportunidades de comienzo del dispositivo 200 inalámbrico, especifica al menos una oportunidad de comienzo adicional; dispositivos inalámbricos asociados con una clase de cobertura diferente pueden usar la oportunidad de comienzo adicional.

55 Ahora se hace referencia a la figura 16 que ilustra métodos para permitir el acceso de red del dispositivo 200 inalámbrico a la red 100 de comunicaciones tal como realiza el nodo 300 de red según realizaciones adicionales. Se asume que la etapa S202 se realiza tal como se describe con referencia a la figura 15.

Según una realización el nodo 300 de red está configurado para realizar la etapa S204:

60 S204: El nodo 300 de red proporciona información al dispositivo 200 inalámbrico sobre cuántas de las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura comparten la banda de frecuencia de la clase de cobertura del dispositivo 200 inalámbrico.

Ahora se presentarán realizaciones comunes a tanto el dispositivo 200 inalámbrico como el nodo 300 de red.

65 De nuevo con referencia a la figura 1, la iniciación de acceso de red tal como realiza el dispositivo 200 inalámbrico



en la etapa S110 (figuras 13 y 14) reemplaza la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio en la etapa 1. Puede asumirse que la secuencia de preámbulo para el acceso aleatorio tal como se transmite mediante el dispositivo 200 inalámbrico se recibe por el nodo 300 de red. Las etapas 2-4 de la figura 1 pueden seguir entonces; en caso de que no se necesite resolución de contienda sólo se requiere que se realicen las etapas 1 y 2.

Según algunos aspectos, las oportunidades de comienzo son únicas para cada clase de cobertura. Por tanto, según una realización dos clases de cobertura diferentes en el conjunto de clases de cobertura no comparten una oportunidad de comienzo común. Según algunos otros aspectos, las oportunidades de comienzo se comparten para algunas clases de cobertura. Particularmente, según una realización cada clase de cobertura en el conjunto de clases de cobertura se asocia con un nivel de potencia recibida respectiva, y aquellas clases de cobertura cuyos niveles de potencia recibida difieren en menos de un valor umbral, tienen oportunidades de comienzo al menos parcialmente solapadas.

Según una realización, todas las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura comparten una subtrama de comienzo común para iniciar el acceso de red. La oportunidad de comienzo, durante la que se inicia el acceso de red, se determina basándose en la subtrama de comienzo común. Para evitar la colisión, puede configurarse por tanto un *prachStartingSubframe* común. Después, pueden evitarse colisiones ya que pueden usarse diferentes desfases para clases de cobertura diferentes. Como ejemplo, pueden usarse diferentes desfases de tiempo relacionados con la subtrama de comienzo común. Dicho de otro modo, el desfase puede depender de la clase de cobertura, y cada clase de cobertura puede tener su propio desfase. Es decir, según una realización, todas las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura comparten una subtrama de comienzo común para iniciar dicho acceso de red, y cada clase de cobertura en el conjunto de clases de cobertura tiene un desfase único para iniciar el acceso de red en relación con la subtrama de comienzo común, y el acceso de red se inicia según el desfase único. El desfase puede definirse en relación con la subtrama de comienzo común. El desfase puede incluir, por ejemplo, varias subtramas que indican la distancia en tiempo desde la subtrama de comienzo común hasta la oportunidad de comienzo. El desfase puede incluir alternativamente una distancia en tiempo desde la subtrama de comienzo común hasta la oportunidad de comienzo. Por tanto, si el desfase para una clase de cobertura es cero, una oportunidad de comienzo será la subtrama de comienzo común, de modo que dispositivos inalámbricos asociados con la clase de cobertura intentarán iniciar el acceso de red durante la subtrama de comienzo común.

Ahora se divulgarán unas realizaciones relacionadas con la determinación de oportunidades de comienzo explícitas usadas por el dispositivo 200 inalámbrico para evitar la colisión de PRACH.

Según una realización, cada clase de cobertura en el conjunto de clases de cobertura se asocia con un número de repeticiones único para realizar el acceso de red. De manera similar para eMTC, tal como se analizó anteriormente, el número de repeticiones puede indicarse mediante un parámetro que indica el número de repeticiones por intento y un parámetro opcional que indica el número de intentos. Mientras que puede iniciarse el acceso de red en una subtrama que contiene la oportunidad de comienzo, las repeticiones posteriores pueden estar fuera de esta subtrama. El desfase único para una clase de cobertura dada en el conjunto de clases de cobertura es proporcional al número de repeticiones único para la clase de cobertura dada. Continuando el ejemplo no limitativo en curso, si el nodo de red especifica la subtrama de comienzo como *prachStartingSubframe* = 16, en el primer periodo con  $N = 0$ , entonces:

La clase de cobertura 1 no tiene repeticiones (parámetro de repetición = 1) y por tanto desfase =  $0 \cdot 16 + 1 = 1$ ,

La clase de cobertura 2 tiene 2 repeticiones (parámetro de repetición = 2) y por tanto desfase =  $0 \cdot 16 + 2 = 2$ , y

La clase de cobertura 3 tiene 8 repeticiones (parámetro de repetición = 8) y por tanto desfase =  $0 \cdot 16 + 8 = 8$ .

Las oportunidades de PRACH para las tres clases de cobertura se ilustran en la figura 8. La figura 8 ilustra el uso de tres desfases diferentes. Tal como se muestra también en la figura 8, el acceso de red puede iniciarse en una subtrama (oportunidad de comienzo) pero puede continuar (por ejemplo, mediante una o más transmisiones repetidas de la secuencia de preámbulo) en subtramas posteriores. Un inconveniente es que no pueden usarse todas las oportunidades de PRACH.

Según una realización, cada una de las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura se asocia con un número de oportunidades de comienzo único. Además, cada clase de cobertura en el conjunto de clases de cobertura puede asociarse con un número de repeticiones único para iniciar el acceso de red. El acceso de red puede iniciarse en dicha subtrama pero las subtramas posteriores pueden contener una o más transmisiones que repiten una misma secuencia de preámbulo de acceso aleatorio. El número de oportunidades de comienzo para una clase de cobertura con relativamente menos repeticiones es mayor entonces que el número de oportunidades de comienzo para una clase de cobertura con relativamente muchas repeticiones. Para utilizar completamente las oportunidades de PRACH, puede usarse, por tanto, la siguiente planificación de las oportunidades de comienzo:

La clase de cobertura 1 tiene subtramas de comienzo indexadas  $j \cdot P + k \cdot N_{\text{rep},1}$ , para  $k = 0, 1, \dots, (P/(4 \cdot N_{\text{rep},1}) - 1)$ . En este caso  $N_{\text{rep},1}$  es el número de repeticiones de la clase de cobertura 1, y  $j$  es un número de secuencia del periodo (intervalo de tiempo de longitud  $P$ ). Transmitir la secuencia de preámbulo una vez puede corresponder a  $N_{\text{rep},1} = 1$ .

La clase de cobertura 2 tiene subtramas de comienzo  $(j + 1/4) \cdot P + k \cdot N_{\text{rep},2}$ , para  $k = 0, 1, \dots, (P/(4 \cdot N_{\text{rep},2}) - 1)$ . En este caso  $N_{\text{rep},2}$  es el número de repeticiones de la clase de cobertura 2.

La clase de cobertura 3 tiene subtramas de comienzo  $(j + 1/2) \cdot P + k \cdot N_{\text{rep},3}$ , para  $k = 0, 1, \dots, (P/(2 \cdot N_{\text{rep},3}) - 1)$ . En este caso  $N_{\text{rep},3}$  es el número de repeticiones de la clase de cobertura 3.

En lo anterior, puede asumirse que los PRACH de todas las tres clases de cobertura comparten la misma banda de frecuencia de PRACH. Usando la planificación anterior de las oportunidades de comienzo, el número de oportunidades de PRACH en un periodo de longitud  $P$  es una función del número de repeticiones de la clase de cobertura dada.

Para el ejemplo no limitativo en curso, se obtienen las siguientes oportunidades de comienzo:

La clase de cobertura 1 no tiene repetición y oportunidades de comienzo en las subtramas 0, 1, 2, 3,

La clase de cobertura 2 tiene 2 repeticiones y oportunidades de comienzo en las subtramas 4, 6, y

La clase de cobertura 3 tiene 8 repeticiones y oportunidades de comienzo en la subtrama 8.

Las oportunidades de PRACH para las tres clases de cobertura se ilustran en la figura 9. Un inconveniente es que se agrupan todas las oportunidades de PRACH para una clase de cobertura dada.

Puede asumirse que el acceso de red se inicia en una banda de frecuencia. Según una realización, la oportunidad de comienzo depende de cuántas de las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura comparten la banda de frecuencia de la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico. El dispositivo 200 inalámbrico puede dotarse entonces de información del nodo 300 de red sobre cuántas de las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura comparten la banda de frecuencia de la clase de cobertura del dispositivo 200 inalámbrico, tal como en las etapas anteriores S104, S204. Por ejemplo, si sólo dos clases de cobertura comparten la misma banda de frecuencia de PRACH, y  $P$  es el *prachStartingSubframe* común, entonces sólo tienen que considerarse estas clases de cobertura que comparten la misma banda de frecuencia de PRACH. Por ejemplo, si la clase de cobertura 1 y la clase de cobertura 3 comparten la misma banda de frecuencia de PRACH A, pero la clase de cobertura 2 usa una banda de frecuencia de PRACH independiente B, entonces puede usarse la siguiente planificación de las oportunidades de comienzo:

La clase de cobertura 1 tiene subtramas de comienzo  $j \cdot P_{\text{bandaA}} + k \cdot N_{\text{rep},1}$ , para  $k = 0, 1, \dots, (P_{\text{bandaA}}/(2 \cdot N_{\text{rep},1}) - 1)$ . En este caso  $N_{\text{rep},1}$  es el número de repeticiones de la clase de cobertura 1, y  $j$  es de nuevo un número de secuencia del periodo (intervalo de tiempo de longitud  $P$ ).

La clase de cobertura 2 tiene subtramas de comienzo  $j \cdot P_{\text{bandaB}}$ . El parámetro  $P_{\text{bandaB}}$  puede fijarse con un valor  $P_{\text{bandaB}} \geq N_{\text{rep},2}$ , con  $P_{\text{bandaB}} = N_{\text{rep},2}$  que permite el número de oportunidades de PRACH máximo para la clase de cobertura 2.

La clase de cobertura 3 tiene subtramas de comienzo  $(j + 1/2) \cdot P_{\text{bandaA}} + k \cdot N_{\text{rep},3}$ , para  $k = 0, 1, \dots, (P_{\text{bandaA}}/(2 \cdot N_{\text{rep},3}) - 1)$ . En este caso  $N_{\text{rep},3}$  es el número de repeticiones de la clase de cobertura 3.

Puesto que la clase de cobertura 2 usa una única banda de frecuencia de PRACH, no hay colisión. Para la clase de cobertura 1 y la clase de cobertura 3, puede evitarse la colisión tal como se ilustra en la figura 10.

Según una realización, hay varias oportunidades de comienzo posibles. Estas varias oportunidades de comienzo posibles pueden distribuirse entonces en el tiempo de modo que al menos dos de las varias oportunidades de comienzo posibles se separan por una oportunidad de comienzo de otra clase de cobertura en el conjunto de clases de cobertura. Por tanto, las oportunidades de comienzo podrían planificarse para distribuir las oportunidades de PRACH a lo largo del tiempo. Esto se ilustra en la figura 11. El dispositivo 200 inalámbrico se da cuenta de esta configuración recibiendo información del nodo 300 de red de que una clase de cobertura define varias oportunidades de comienzo posibles entre las que se interpone al menos una oportunidad de comienzo definida por una clase de cobertura diferente.

Ahora se divulgarán unas realizaciones relacionadas con la determinación de oportunidades de comienzo implícitas usadas por el dispositivo 200 inalámbrico para evitar colisión de PRACH basándose en clasificar el dispositivo 200 inalámbrico según su clase de cobertura y asignar de manera correspondiente una prioridad de oportunidad de

comienzo. Una clasificación de dispositivos inalámbricos puede surgir del hecho de que, por un lado, cada dispositivo 200 inalámbrico se asocia con una clase de cobertura y, por otro lado, las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura se clasifican en el sentido de que una primera clase de cobertura dada es superior, inferior o idéntica a una segunda clase de cobertura dada.

5 Según una realización, la oportunidad de comienzo se define por el dispositivo 200 inalámbrico que renuncia a iniciar el acceso de red. (Para evitar cualquier duda, se puntualiza que “renunciar” en este sentido no está relacionado en general con el concepto de “supresión del PA” explicado inicialmente). El dispositivo 200 inalámbrico puede realizar dicha renuncia basándose en oportunidades de comienzo posibles. Si el dispositivo 200 inalámbrico ha renunciado a iniciar el acceso de red en una oportunidad de comienzo posible, determinará entonces si iniciar el acceso de red en una siguiente oportunidad de comienzo posible. Como resultado, dos clases de cobertura diferentes no compartirán una oportunidad de comienzo común.

15 Con más detalle, según aspectos divulgados en el presente documento, la planificación de las oportunidades de comienzo se basa en un enfoque de clasificación. Específicamente, los dispositivos inalámbricos se clasifican según su clase de cobertura. Después, a una clase de cobertura superior se le brinda una prioridad superior sobre una clase de cobertura inferior. Por tanto, según una realización, cada clase de cobertura en el conjunto de clases de cobertura tiene su propio conjunto de oportunidades de comienzo para el acceso de red. Dicho de otro modo, cuando dispositivos inalámbricos en una clase de cobertura inferior determinan sus oportunidades de comienzo, renuncian a esas oportunidades de comienzo que pueden usarse por dispositivos inalámbricos en clases de cobertura superiores. Por tanto, según una realización, se clasifican todas las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura, y el dispositivo inalámbrico renuncia a una oportunidad de comienzo usada por dispositivos inalámbricos en una clase de cobertura con clasificación superior. De ese modo, se permite que el dispositivo inalámbrico determine la siguiente subtrama disponible (que contiene el PRACH) permitida por las restricciones facilitadas por las subtramas que contienen recursos PRACH de una clase de cobertura potenciada superior.

Continuando el ejemplo ilustrativo no limitativo, las siguientes oportunidades de comienzo se planifican tal como sigue (tal como se ilustra en la figura 12):

30 La clase de cobertura 3 tiene 8 repeticiones:  $prachStartingSubframe = 16$  y por tanto el desfase =  $0 \cdot 16 + 8 = 8$  dentro de 16 oportunidades de comienzo. La clase de cobertura 3 tiene la prioridad más superior y no tiene que renunciar a ningún recurso de NPRACH.

35 La clase de cobertura 2 tiene 2 repeticiones:  $prachStartingSubframe = 4$  y por tanto el desfase =  $\{0, 1, 2, 3\} \cdot 4 + 2 = \{2, 6, 10, 14\}$  dentro de 16 oportunidades de comienzo. La clase de cobertura 2 tiene una prioridad inferior a la clase de cobertura 3. Los dispositivos inalámbricos en esta clase de cobertura comprueban entonces las oportunidades de comienzo posibles usadas por la clase de cobertura 3, y encuentran que el desfase  $\{2, 3\}$  conduciría a una colisión y, por tanto, renuncian al recurso de PRACH con colisión.

40 Por tanto, con referencia a la figura 14, según una realización, el dispositivo inalámbrico está configurado para realizar las etapas S106 y S108, tal como sigue.

45 S106: El dispositivo inalámbrico comprueba las oportunidades de comienzo posibles de su propia clase de cobertura y de una clase de cobertura con clasificación superior.

S108: El dispositivo inalámbrico renuncia a iniciar el acceso de red en cualquiera de sus oportunidades de comienzo posibles que pueden usarse por la clase de cobertura superior.

50 La clase de cobertura 1 no tiene repeticiones (lo que puede representarse por un valor de 1 de un parámetro de repetición) y puede usar potencialmente cualquier oportunidad de PRACH con la siguiente restricción. La clase de cobertura 1 tiene la prioridad más inferior. Los dispositivos inalámbricos en esta clase de cobertura comprueban entonces las oportunidades de comienzo posibles usadas por la clase de cobertura 2 y la clase de cobertura 3, y renuncian a los recursos de PRACH que colisionan con la clase de cobertura 2 y la clase de cobertura 3 como resultado de realizar las etapas S106 y S108.

55 El enfoque de clasificación permite que  $prachStartingSubframe$  diferentes se configuren para clases de cobertura diferentes. El enfoque de clasificación permite una utilización completa de todas las oportunidades de PRACH. El enfoque de clasificación permite que se evite la agrupación de oportunidades de PRACH de cualquier clase de cobertura. Además, puesto que la tarea de encontrar las oportunidades de comienzo disponibles entre las oportunidades de comienzo posibles para una clase de cobertura dada se delega al dispositivo 200 inalámbrico, el enfoque de clasificación simplifica la planificación central.

60 El enfoque de clasificación puede realizarse de diferentes maneras. Según una realización, la renuncia se especifica según una especificación de capa física o una especificación de capa de acceso al medio asociada con la red de comunicaciones. A continuación se encuentran dos ejemplos.

65

Las oportunidades de comienzo pueden planificarse según una especificación de capa física usando, por ejemplo, fórmulas explícitas y/o un pseudocódigo que dirija el dispositivo 200 inalámbrico a determinar las oportunidades de comienzo permitidas.

- 5 Las oportunidades de comienzo pueden definirse como parte del comportamiento del dispositivo inalámbrico realizándose en la capa de acceso al medio especificando los comportamientos en presencia de colisión.

10 La figura 17 ilustra esquemáticamente, en cuanto a un número de unidades funcionales, los componentes de un dispositivo 200 inalámbrico según una realización. El conjunto 210 de circuitos de procesamiento se proporciona usando cualquier combinación de una o más de una unidad central de procesamiento (CPU) adecuada, un multiprocesador, un microcontrolador, un procesador de señales digitales (DSP), etc., capaces de ejecutar instrucciones de software almacenadas en un producto 410a de programa informático (tal como en la figura 21), por ejemplo, en forma de un medio 230 de almacenamiento. El conjunto 210 de circuitos de procesamiento puede proporcionarse además como al menos un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), o matriz de puertas programable *in situ* (FPGA).

15 Particularmente, el conjunto 210 de circuitos de procesamiento está configurado para hacer que el dispositivo 200 inalámbrico realice un conjunto de operaciones, o etapas, S102-S110, tal como se divulgó anteriormente. Por ejemplo, el medio 230 de almacenamiento puede almacenar el conjunto de operaciones, y el conjunto 210 de circuitos de procesamiento puede estar configurado para recuperar el conjunto de operaciones del medio 230 de almacenamiento para hacer que el dispositivo 200 inalámbrico realice el conjunto de operaciones. El conjunto de operaciones puede proporcionarse como un conjunto de instrucciones ejecutables. Por tanto, el conjunto 210 de circuitos de procesamiento se dispone de ese modo para ejecutar métodos tal como se divulga en el presente documento.

20 El medio 230 de almacenamiento también puede comprender almacenamiento persistente, que, por ejemplo, puede ser cualquiera de una memoria magnética, una memoria óptica, una memoria de estado sólido o incluso una memoria montada de manera remota, en forma individual o una combinación de las mismas.

25 El dispositivo 200 inalámbrico puede comprender además una interfaz 220 de comunicaciones para comunicaciones con al menos el nodo 300 de red. Como tal, la interfaz 220 de comunicaciones puede comprender uno o más transmisores y receptores, que comprende componentes analógicos y digitales y un número adecuado de antenas para comunicaciones inalámbricas y puertos para comunicaciones alámbricas.

30 El conjunto 210 de circuitos de procesamiento controla el funcionamiento general del dispositivo 200 inalámbrico por ejemplo transmitiendo señales de control y datos a la interfaz 220 de comunicaciones y el medio 230 de almacenamiento, recibiendo datos e informes de la interfaz 220 de comunicaciones, y recuperando datos e instrucciones del medio 230 de almacenamiento. Se omiten otros componentes, así como la funcionalidad relacionada, del dispositivo 200 inalámbrico con el fin de no dificultar los conceptos presentados en el presente documento.

35 La figura 18 ilustra esquemáticamente, en cuanto a varios módulos funcionales, los componentes de un dispositivo 200 inalámbrico según una realización. El dispositivo 200 inalámbrico de la figura 18 comprende un módulo 210a de iniciación configurado para realizar la etapa S110. El dispositivo 200 inalámbrico de la figura 18 puede comprender además varios módulos funcionales opcionales, tales como cualquiera de un módulo 210b de obtención configurado para realizar la etapa S102, un módulo 210c de obtención configurado para realizar la etapa S104, un módulo 210d de comprobación configurado para realizar la etapa S106, y un módulo 210e de renuncia configurado para realizar la etapa S108. En términos generales, cada módulo 210a-210e funcional puede implementarse en hardware o en software. Preferiblemente, todos o uno o más de los módulos 210a-210e funcionales pueden implementarse por el conjunto 210 de circuitos de procesamiento, posiblemente en cooperación con la interfaz 220 de comunicaciones y/o el medio 230 de almacenamiento. Por tanto, el conjunto 210 de circuitos de procesamiento puede disponerse para extraer, del medio 230 de almacenamiento, instrucciones tal como se proporciona por un módulo 210a-210e funcional, y para ejecutar esas instrucciones, realizando de ese modo cualquier etapa del dispositivo 200 inalámbrico tal como se divulga en el presente documento.

40 La figura 19 ilustra esquemáticamente, en cuanto a un número de unidades funcionales, los componentes de un nodo 300 de red según una realización. El conjunto 310 de circuitos de procesamiento se proporciona usando cualquier combinación de uno o más de una unidad central de procesamiento (CPU), un multiprocesador, un microcontrolador, un procesador de señales digitales (DSP), etc., capaces de ejecutar instrucciones de software almacenadas en un producto 410b de programa informático (tal como en la figura 21), por ejemplo, en forma de un medio 330 de almacenamiento. El conjunto 310 de circuitos de procesamiento puede proporcionarse además como al menos un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), o una matriz de puertas programable *in situ* (FPGA).

45 Particularmente, el conjunto 310 de circuitos de procesamiento está configurado para hacer que el nodo 300 de red realice un conjunto de operaciones, o etapas, S202-S204, tal como se divulgó anteriormente. Por ejemplo, el medio 330 de almacenamiento puede almacenar el conjunto de operaciones, y el conjunto 310 de circuitos de

procesamiento puede estar configurado para recuperar el conjunto de operaciones del medio 330 de almacenamiento para hacer que el nodo 300 de red realice el conjunto de operaciones. El conjunto de operaciones puede proporcionarse como un conjunto de instrucciones ejecutables. Por tanto, el conjunto 310 de circuitos de procesamiento se dispone de ese modo para ejecutar métodos tal como se divulga en el presente documento.

5 El medio 330 de almacenamiento también puede comprender almacenamiento persistente, que, por ejemplo, puede ser una de una memoria magnética, una memoria óptica, una memoria de estado sólido o incluso una memoria montada de manera remota, o una combinación de dos o más de estos tipos de memoria.

10 El nodo 300 de red puede comprender además una interfaz 320 de comunicaciones para comunicaciones al menos con un dispositivo 200 inalámbrico. Como tal, la interfaz 320 de comunicaciones puede comprenderse uno o más transmisores y receptores, que comprenden componentes analógicos y digitales y un número adecuado de antenas para comunicaciones inalámbricas y puertos para comunicaciones alámbricas.

15 El conjunto 310 de circuitos de procesamiento controla el funcionamiento general del nodo 300 de red, por ejemplo, transmitiendo señales de control y datos a la interfaz 320 de comunicaciones y el medio 330 de almacenamiento, recibiendo datos e informes de la interfaz 320 de comunicaciones, y recuperando datos e instrucciones del medio 330 de almacenamiento. Se omitirán otros componentes, así como la funcionalidad relacionada, del nodo 300 de red con el fin de no dificultar los conceptos presentados en el presente documento.

20 La figura 20 ilustra esquemáticamente, en cuanto a varios módulos funcionales, los componentes de un nodo 300 de red según una realización. El nodo 300 de red de la figura 20 comprende un módulo 310a de provisión configurado para realizar la etapa S202. El nodo 300 de red de la figura 20 puede comprender además varios módulos funcionales opcionales, tales como un módulo 310b de provisión adicional configurado para realizar la etapa S204.  
 25 En términos generales, cada módulo 310a-310b funcional puede implementarse en hardware o en software. Preferiblemente, todos o uno o más de los módulos 310a-310b funcionales pueden implementarse por el conjunto 310 de circuitos de procesamiento, posiblemente en cooperación con unidades 320 y/o 330 funcionales. Por tanto, el conjunto 310 de circuitos de procesamiento puede disponerse para extraer, del medio 330 de almacenamiento, instrucciones tal como se proporciona por un módulo 310a-310b funcional y para ejecutar esas instrucciones, realizando de ese modo cualquier etapa del nodo 300 de red tal como se divulga en el presente documento.

30 El nodo 300 de red puede proporcionarse como un dispositivo independiente o como una parte de al menos un dispositivo adicional. Por ejemplo, el nodo 300 de red puede proporcionarse en un nodo de la red 110 de acceso de radio o en un nodo de la red 120 principal, o incluso en un nodo de la red 130 de servicio. Alternativamente, la funcionalidad del nodo 300 de red puede distribuirse entre al menos dos dispositivos, o nodos. Estos al menos dos nodos, o dispositivos, pueden o bien ser parte de la misma parte de red (tal como la red 110 de acceso de radio o la red 120 principal) o bien pueden dispersarse entre al menos dos tales partes de red. En términos generales, las instrucciones que se requiere que se realicen en tiempo real pueden realizarse en un dispositivo, o nodo, operativamente más cerca de la célula que instrucciones que no se requiere que se realicen en tiempo real.

35 Por tanto, una primera parte de las instrucciones realizadas por el nodo 300 de red puede ejecutarse en un primer dispositivo, y una segunda parte de las instrucciones realizadas por el nodo 300 de red puede ejecutarse en un segundo dispositivo; las realizaciones divulgadas en el presente documento no se limitan a ningún número particular de dispositivos en los que pueden ejecutarse las instrucciones realizadas por el nodo 300 de red. Por tanto, los métodos según las realizaciones divulgadas en el presente documento son adecuados para realizarse por un nodo 300 de red que reside en un entorno computacional de la nube. Por tanto, aunque se ilustra un único conjunto 310 de circuitos de procesamiento en la figura 18, el conjunto 310 de circuitos de procesamiento puede distribuirse entre una pluralidad de dispositivos, o nodos. Lo mismo se aplica a los módulos 310a-310b funcionales de la figura 20 y el programa 420b informático de la figura 21 (véase a continuación).

40 La figura 21 muestra un ejemplo de un producto 410a, 410b de programa informático que comprende medios 430 legibles por ordenador. En estos medios 430 legibles por ordenador, puede almacenarse un programa 420a informático, programa 420a informático que puede hacer que el conjunto 210 de circuitos de procesamiento y entidades y dispositivos acoplados operativamente al mismo, tales como la interfaz 220 de comunicaciones y el medio 230 de almacenamiento, ejecute métodos según realizaciones descritas en el presente documento. El programa 420a informático y/o el producto 410a de programa informático pueden proporcionar, por tanto, medios para realizar cualquier etapa del dispositivo 200 inalámbrico tal como se divulga en el presente documento. En estos medios 430 legibles por ordenador, puede almacenarse un programa 420b informático, un programa 420b informático que puede hacer que el conjunto 310 de circuitos de procesamiento y entidades y dispositivos acoplados operativamente al mismo, tales como la interfaz 320 de comunicaciones y el medio 330 de almacenamiento, ejecute métodos según realizaciones descritas en el presente documento. El programa 420b informático y/o el producto 410b de programa informático pueden proporcionar, por tanto, medios para realizar cualquier etapa del nodo 300 de red tal como se divulga en el presente documento.

65 En el ejemplo de la figura 21, el producto 410a, 410b de programa informático se ilustra como un disco óptico, tal como un CD (disco compacto) o un DVD (disco versátil digital) o un disco Blu-ray™. El producto 410a, 410b de

5 programa informático también puede realizarse como una memoria, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de sólo lectura (ROM), una memoria de sólo lectura programable borrrable (EPROM), o una memoria de sólo lectura programable borrrable eléctricamente (EEPROM) y más particularmente como un medio de almacenamiento no volátil de un dispositivo en una memoria externa tal como una memoria USB (bus serial universal) o una memoria flash, tal como una memoria flash compacta. Por tanto, mientras que el programa 420a, 420b informático se muestra esquemáticamente en este caso como una pista en el disco óptico representado, el programa 420a, 420b informático puede almacenarse de cualquier manera que sea adecuada para el producto 410a, 410b de programa informático.

10 El concepto inventivo principalmente se ha descrito anteriormente con referencia a unas pocas realizaciones. Sin embargo, tal como un experto en la técnica aprecia fácilmente, otras realizaciones distintas a las divulgadas anteriormente son igualmente posibles dentro del alcance del concepto inventivo, tal como se define por la lista adjunta de reivindicaciones. Por ejemplo, aunque se han descrito al menos algunas realizaciones en el contexto de NB-IoT, las realizaciones divulgadas en el presente documento se aplican de igual manera a eMTC.

15

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método realizado por un dispositivo inalámbrico para acceder a una red de comunicaciones, en el que el dispositivo inalámbrico se asocia con una clase de cobertura de un conjunto de clases de cobertura clasificadas, comprendiendo el método:

obtener (S102) una configuración de acceso de red para el conjunto de clases de cobertura clasificadas de la red de comunicaciones;

10 iniciar (S110) el acceso de red a la red de comunicaciones transmitiendo una secuencia de preámbulo para el acceso aleatorio en un canal de acceso aleatorio físico, PRACH, en el que dicho acceso de red se inicia durante una oportunidad de comienzo relacionada con la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico; y

15 entre las oportunidades de comienzo posibles que pueden usarse por una clase de cobertura con clasificación superior según la configuración de acceso de red, renunciar a cualquier oportunidad de comienzo posible de la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico que tiene recursos PRACH que entran en colisión con recursos PRACH de una oportunidad de comienzo posible de la clase de cobertura con clasificación superior.
- 20 2. Método según la reivindicación 1, en el que la oportunidad de comienzo se define por el dispositivo inalámbrico que renuncia a iniciar dicho acceso de red en una oportunidad de comienzo posible y que determina si iniciar el acceso de red en una siguiente oportunidad de comienzo posible.
- 25 3. Método según la reivindicación 2, en el que dicha renuncia se especifica según una especificación de capa física o una especificación de capa de acceso al medio asociada con la red de comunicaciones.
4. Método según la reivindicación 1, en el que cada clase de cobertura en el conjunto de clases de cobertura tiene su propio conjunto de oportunidades de comienzo posibles para acceso de red.
- 30 5. Método según la reivindicación 1, en el que dos clases de cobertura diferentes en el conjunto de clases de cobertura no comparten una oportunidad de comienzo común.
- 35 6. Método según la reivindicación 1, en el que cada clase de cobertura en el conjunto de clases de cobertura se asocia con un nivel de potencia recibida respectiva, y en el que esas clases de cobertura, cuyos niveles de potencia recibida difieren en menos de un valor umbral, tienen oportunidades de comienzo al menos parcialmente solapadas.
- 40 7. Método según la reivindicación 1, en el que todas las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura comparten una subtrama de comienzo común para iniciar dicho acceso de red, y en el que la oportunidad de comienzo, durante la que se inicia el acceso de red, se determina basándose en la subtrama de comienzo común.
- 45 8. Método según la reivindicación 1, en el que todas las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura comparten una subtrama de comienzo común para iniciar dicho acceso de red y cada clase de cobertura en el conjunto de clases de cobertura tiene un desfase diferente para iniciar dicho acceso de red en relación con dicha subtrama de comienzo común, y en el que dicho acceso de red se inicia según dicho desfase.
- 50 9. Método según la reivindicación 8, en el que cada clase de cobertura en el conjunto de clases de cobertura se asocia con un número diferente de repeticiones para realizar dicho acceso de red.
- 55 10. Método según la reivindicación 1, en el que cada una de las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura se asocia con un número diferente de oportunidades de comienzo.
- 60 11. Método según la reivindicación 10, en el que cada clase de cobertura en el conjunto de clases de cobertura se asocia con un número diferente de repeticiones para iniciar dicho acceso de red, y en el que dicho número de oportunidades de comienzo para una clase de cobertura con relativamente menos repeticiones es mayor que dicho número de oportunidades de comienzo para una clase de cobertura con relativamente más repeticiones.
- 65 12. Método según la reivindicación 1, en el que dicho acceso de red se inicia en una banda de frecuencia, y en el que la oportunidad de comienzo depende de cuántas de las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura comparten la banda de frecuencia de la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico.
13. Método según la reivindicación 12, en el que el dispositivo inalámbrico se dota de información desde el nodo de red sobre cuántas de las clases de cobertura en el conjunto de clases de cobertura comparten la

banda de frecuencia de la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico.

- 5 14. Método según la reivindicación 1, que comprende además estar dotado de información desde el nodo de red que una clase de cobertura define varias oportunidades de comienzo posibles, en el que dichas varias oportunidades de comienzo posibles se distribuyen en el tiempo de modo que al menos dos de dichas varias oportunidades de comienzo posibles se separan por una oportunidad de comienzo de otra clase de cobertura en el conjunto de clases de cobertura.
- 10 15. Dispositivo (200) inalámbrico adaptado para el acceso de red del dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones, en el que el dispositivo inalámbrico se asocia con una clase de cobertura de un conjunto de clases de cobertura clasificadas, comprendiendo el dispositivo inalámbrico un conjunto (210) de circuitos de procesamiento y una interfaz (220) de comunicación que comprende uno o más transmisores, estando configurado el conjunto de circuitos de procesamiento para hacer que el dispositivo inalámbrico:
- 15 obtenga una configuración de acceso de red para el conjunto de clases de cobertura clasificadas de la red de comunicaciones;
- 20 inicie el acceso de red a la red de comunicaciones transmitiendo, usando dicha interfaz de comunicación, una secuencia de preámbulo para el acceso aleatorio en un canal de acceso aleatorio físico, PRACH, en el que dicho acceso de red se inicia durante una oportunidad de comienzo definida por la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico; y
- 25 entre las oportunidades de comienzo posibles que pueden usarse por una clase de cobertura con clasificación superior según la configuración de acceso de red, renuncie a cualquier oportunidad de comienzo posible de la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico que tiene recursos PRACH que entran en colisión con recursos PRACH de una oportunidad de comienzo posible de la clase de cobertura con clasificación superior.
- 30 16. Programa informático para el acceso de red de un dispositivo inalámbrico a una red de comunicaciones, en el que el dispositivo inalámbrico se asocia con una clase de cobertura de un conjunto de clases de cobertura clasificadas, comprendiendo el programa informático un código informático que, cuando se ejecuta en un conjunto de circuitos de procesamiento de un dispositivo inalámbrico, hace que el dispositivo inalámbrico:
- 35 obtenga una configuración de acceso de red para el conjunto de clases de cobertura clasificadas de la red de comunicaciones;
- 40 inicie el acceso de red a la red de comunicaciones transmitiendo una secuencia de preámbulo para el acceso aleatorio en un canal de acceso aleatorio físico, PRACH, en el que dicho acceso de red se inicia durante una oportunidad de comienzo definida por la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico; y
- 45 entre las oportunidades de comienzo posibles que pueden usarse por una clase de cobertura con clasificación superior según la configuración de acceso de red, renuncie a cualquier oportunidad de comienzo posible de la clase de cobertura del dispositivo inalámbrico que tiene recursos PRACH que entran en colisión con recursos PRACH de una oportunidad de comienzo posible de la clase de cobertura con clasificación superior.



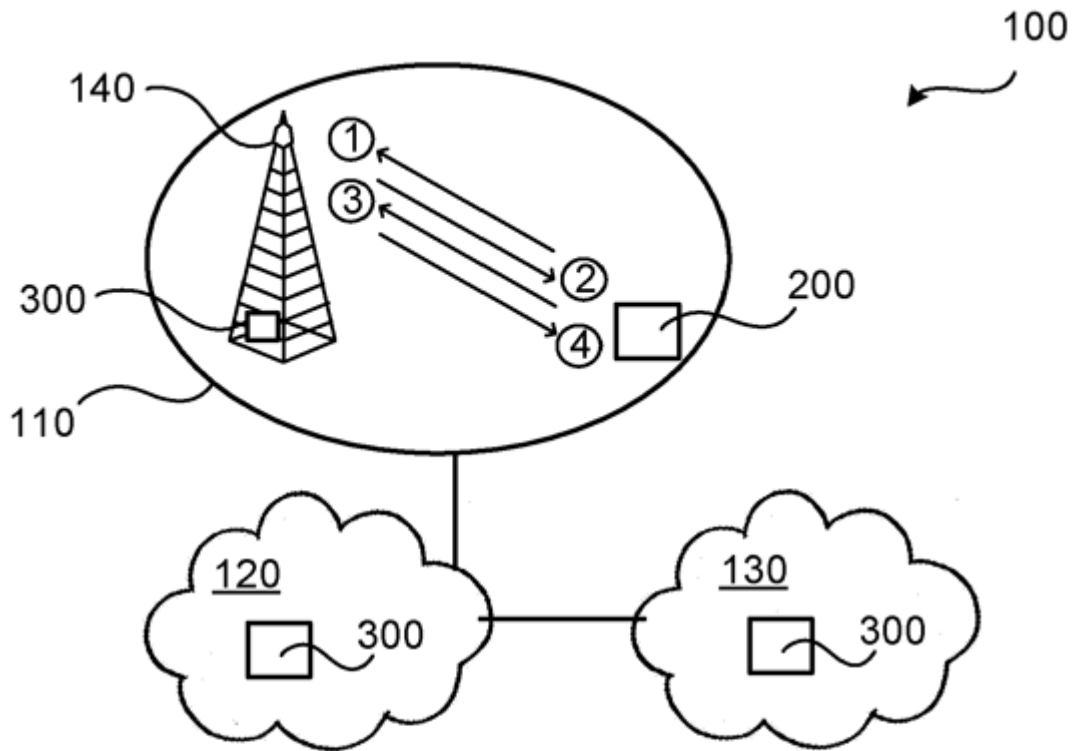


Fig. 1

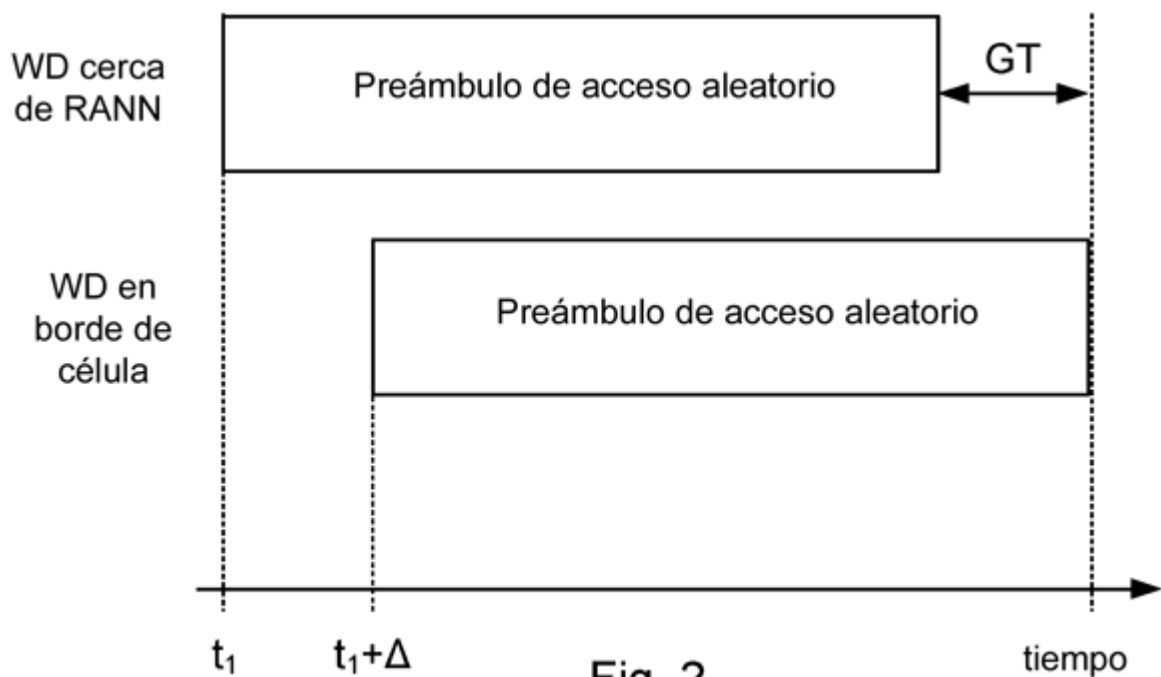


Fig. 2

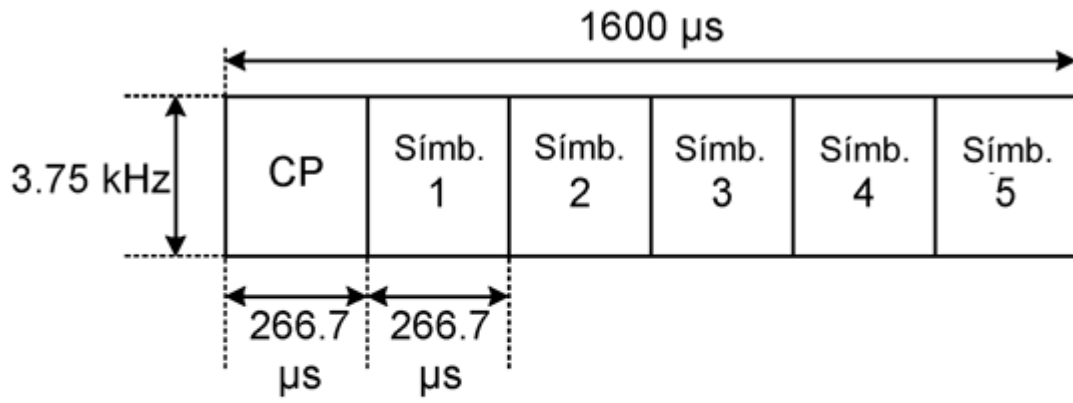


Fig. 3

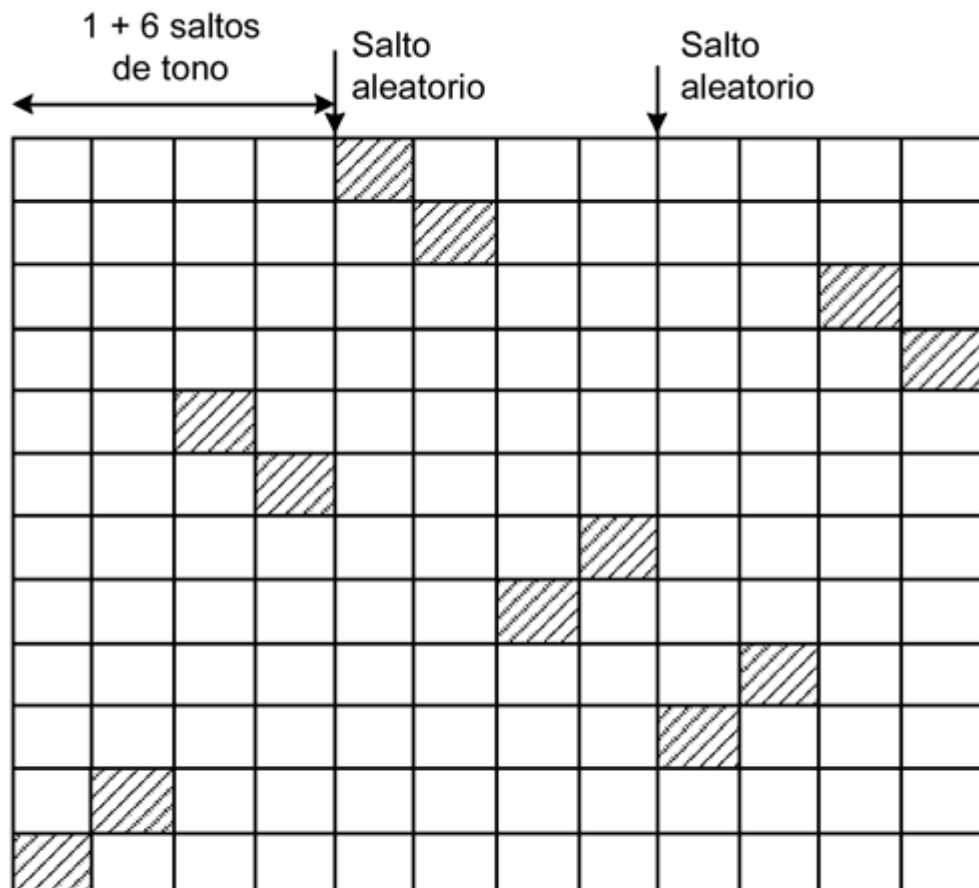


Fig. 4

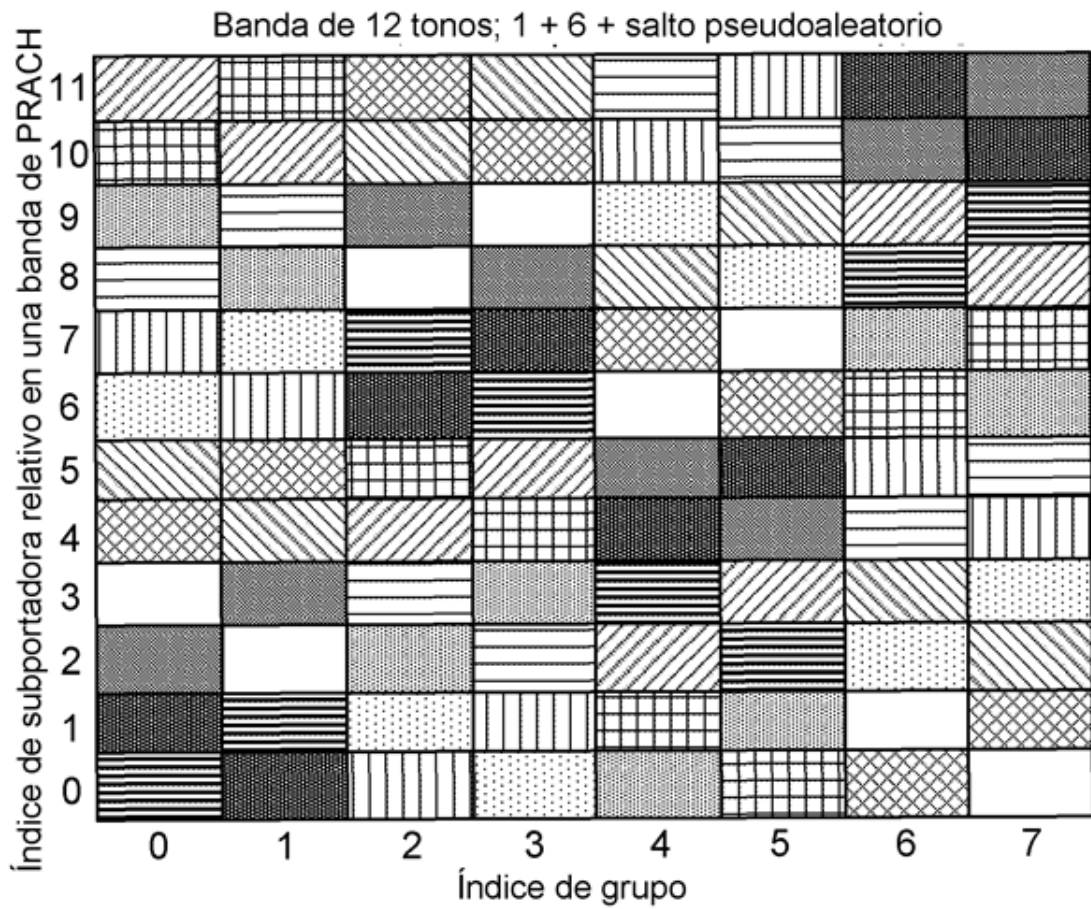


Fig. 5

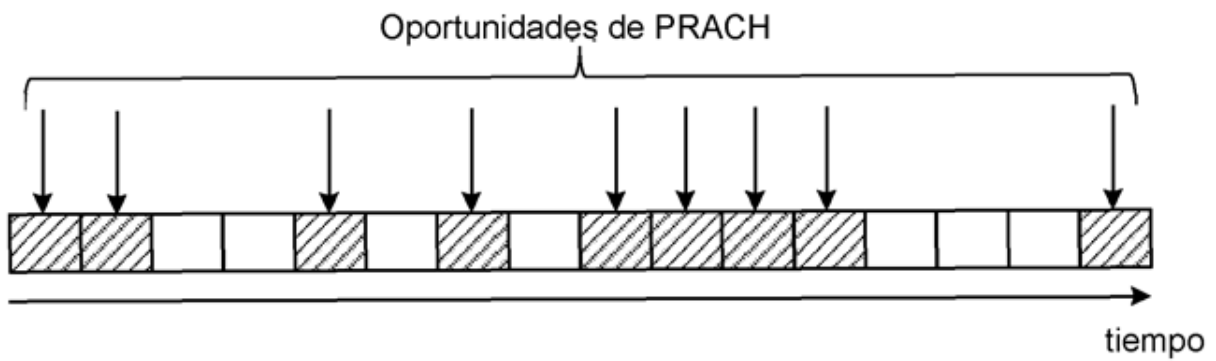


Fig. 6

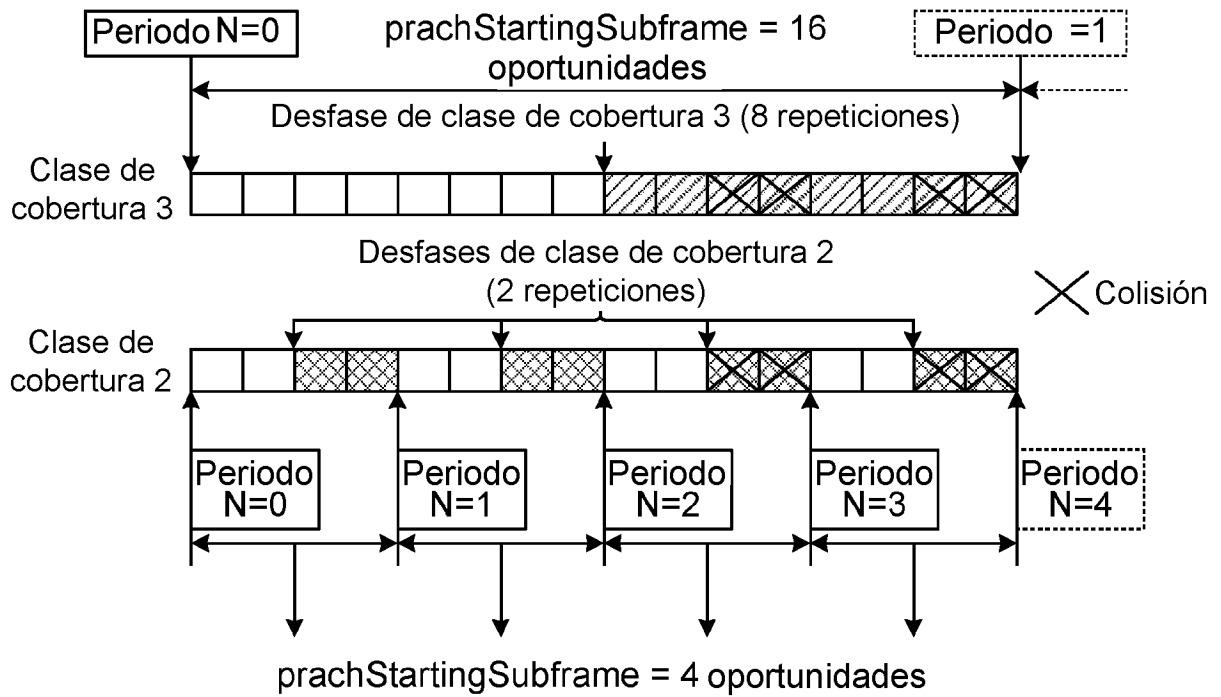


Fig. 7

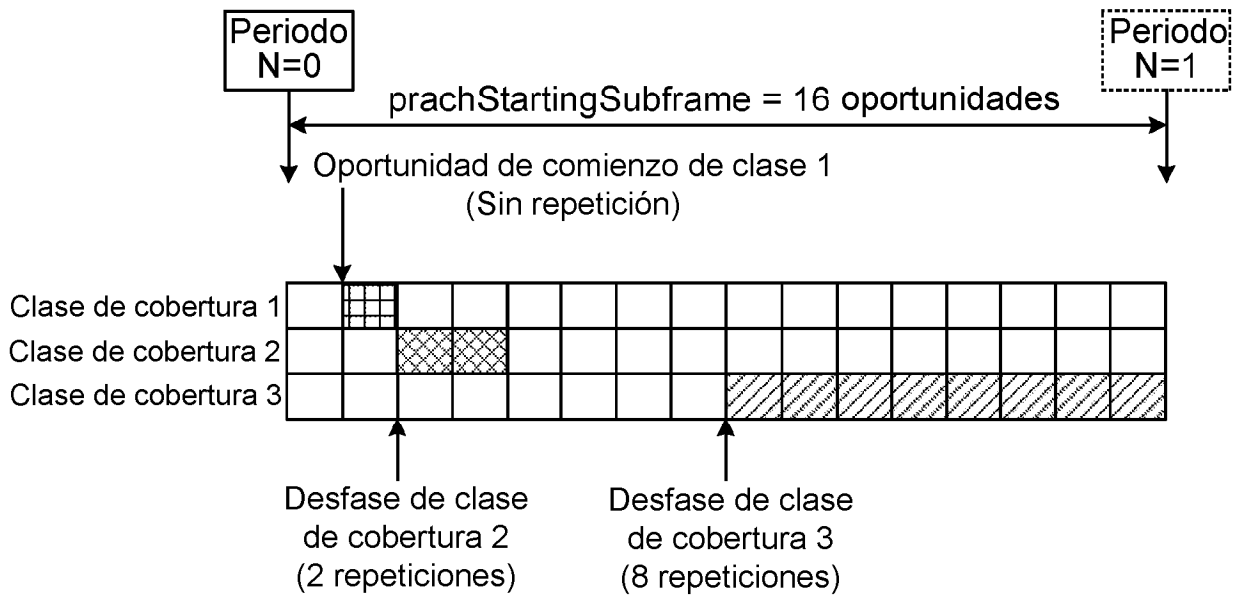


Fig. 8

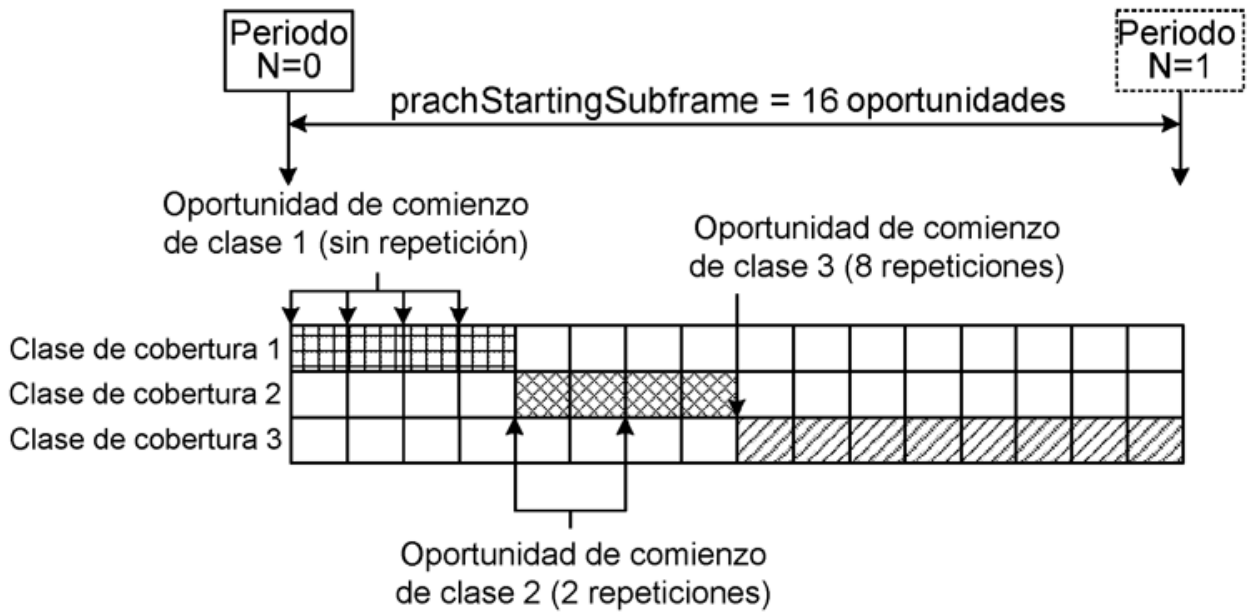


Fig. 9

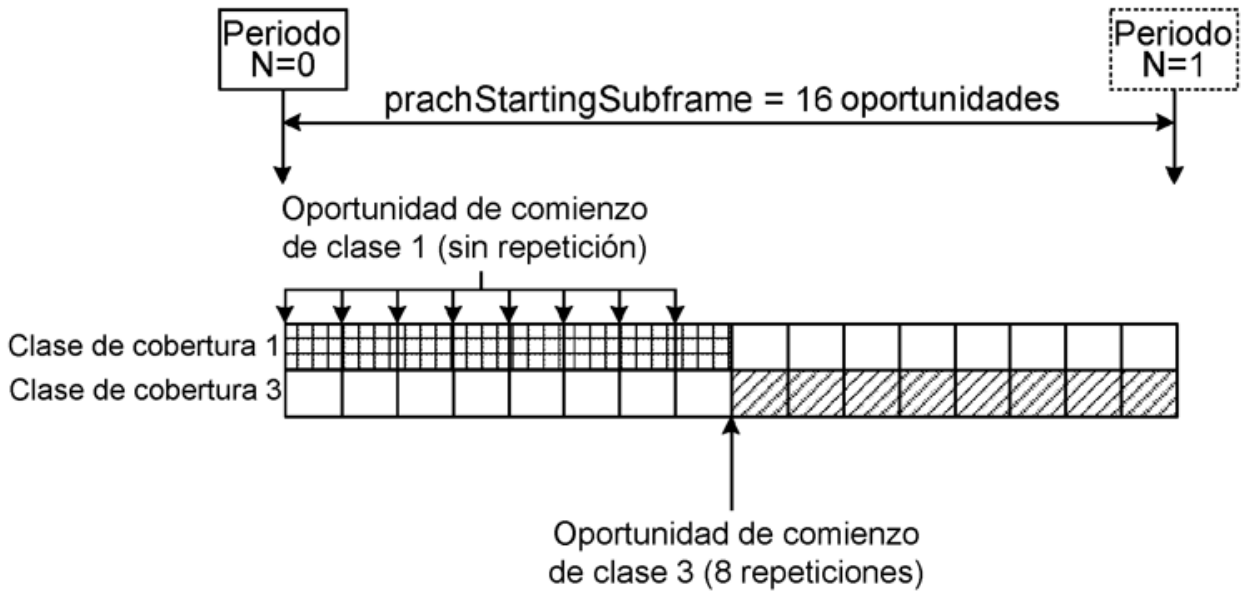


Fig. 10

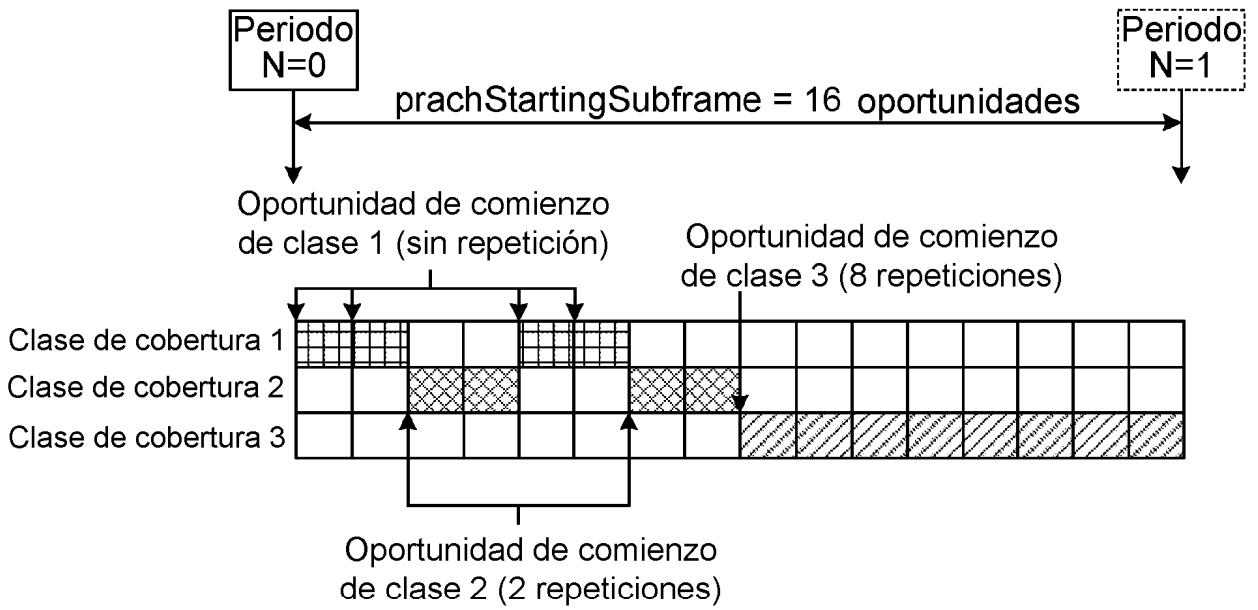


Fig. 11

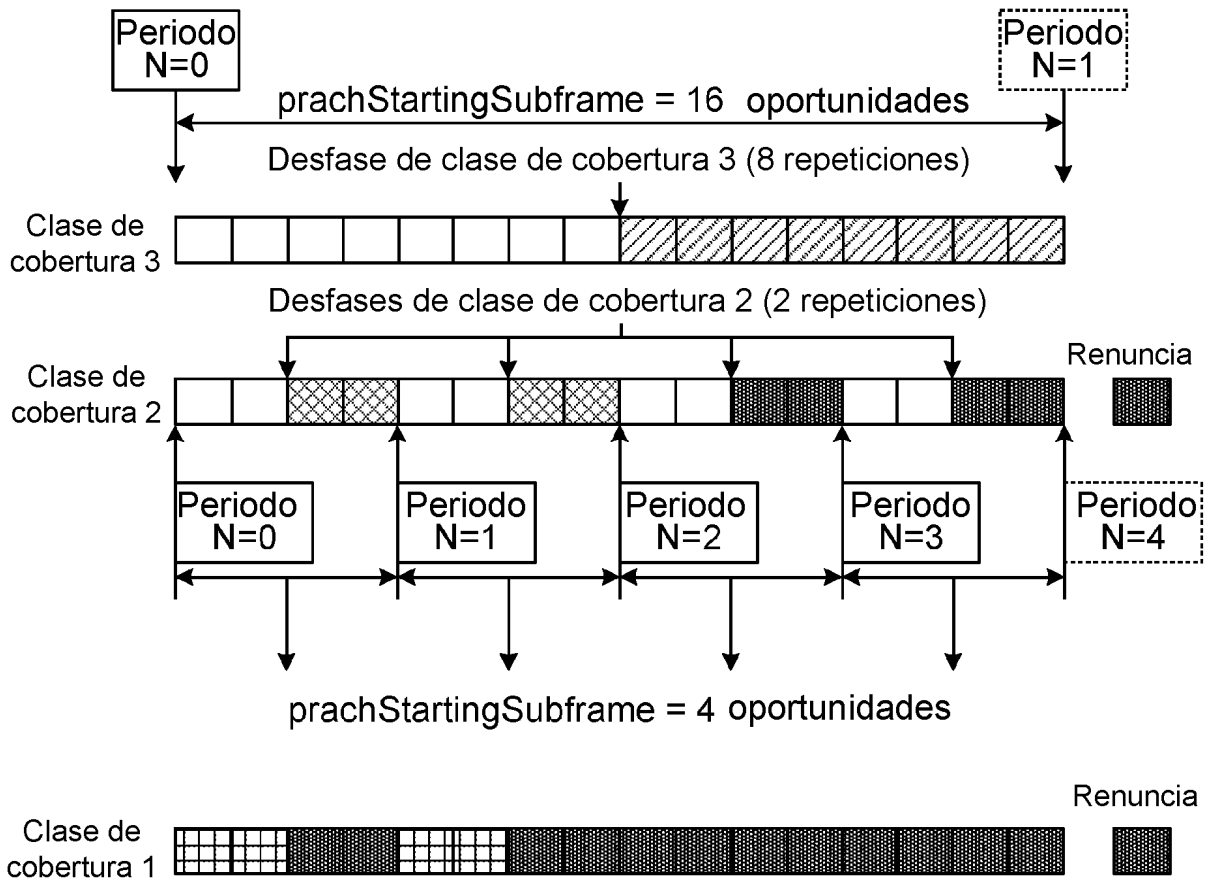


Fig. 12

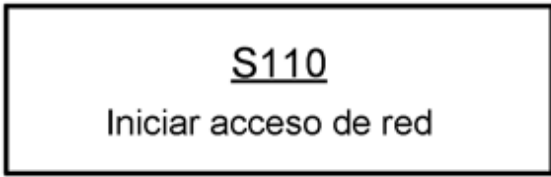


Fig. 13

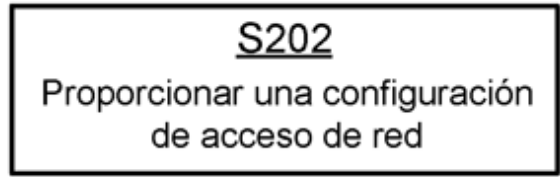


Fig. 15

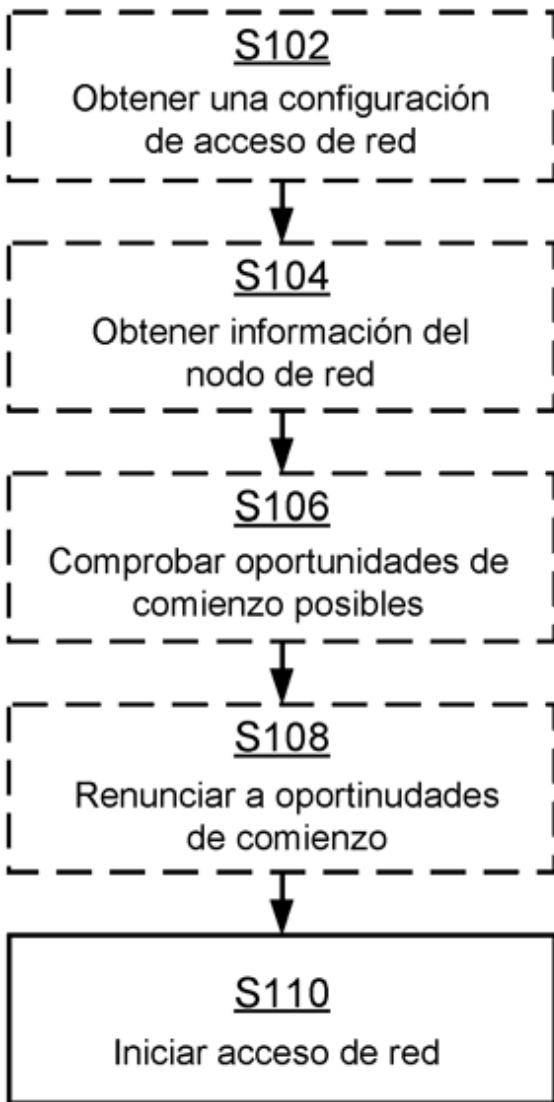


Fig. 14



Fig. 16

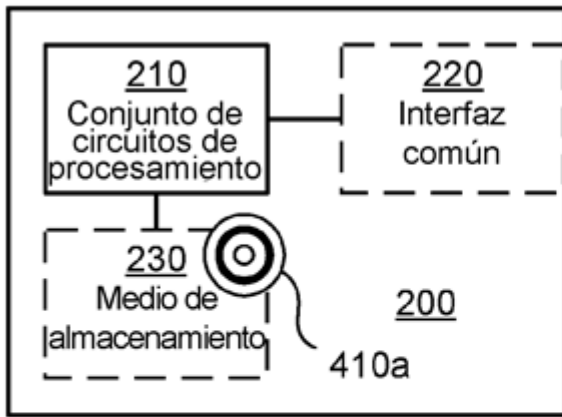


Fig. 17

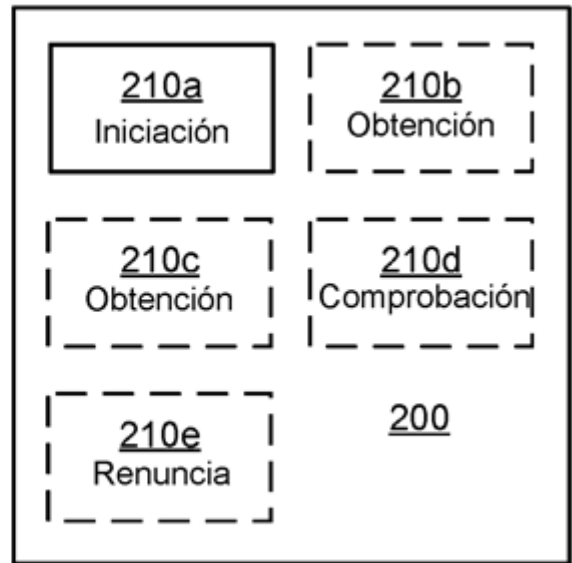


Fig. 18

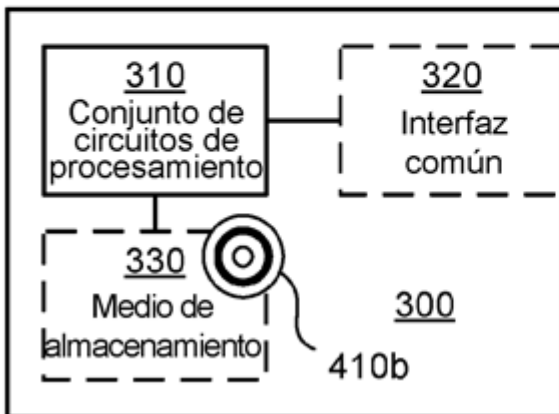


Fig. 19

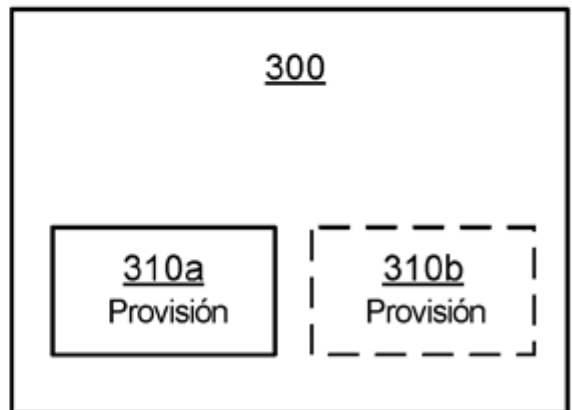


Fig. 20

Fig. 21

