

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 779 579**

51 Int. Cl.:

H04W 74/08 (2009.01)

H04L 1/18 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 16/14 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.01.2016 PCT/SE2016/050038**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.09.2016 WO16148622**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2016 E 16705315 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 3272174**

54 Título: **Un dispositivo de comunicación y un método en el mismo para determinar el tamaño de una ventana de contención en una red de comunicación**

30 Prioridad:

17.03.2015 US 201562134340 P

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

18.08.2020

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)**

164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

**CHENG, JUNG-FU;
KOORAPATY, HAVISH;
LARSSON, DANIEL;
FALAHATI, SOROUR;
KANG, DU HO y
MUKHERJEE, AMITAV**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 779 579 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

Un dispositivo de comunicación y un método en el mismo para determinar el tamaño de una ventana de contención en una red de comunicación

Campo técnico

- 5 Las presentes realizaciones se refieren al acceso a un canal en un sistema de acceso asistido por licencia en el que se comparte el espectro. En particular, éstas se refieren a un método y a un primer dispositivo de comunicación para determinar/adaptar un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio en una red de comunicación.

Antecedentes

- 10 La iniciativa del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) llamada "Acceso Asistido por Licencia" (LAA) tiene el propósito de permitir que un dispositivo de Evolución a Largo Plazo (LTE) como un Equipo de Usuario (UE) o una estación base eNB también opere en el espectro de radio de 5 GHz sin licencia. El espectro de 5 GHz sin licencia se utiliza como complemento del espectro con licencia. En consecuencia, los dispositivos se conectan en el espectro con licencia utilizando una Celda Primaria (PCell) y utilizan la Agregación de Portadora (CA) para beneficiarse de la capacidad de transmisión adicional en el espectro sin licencia utilizando una o más Celdas Secundarias (SCell). Para
15 reducir los cambios necesarios para agregar espectro con licencia y sin licencia, se usa simultáneamente la temporización de trama LTE de la celda PCell en la celda SCell.

- Sin embargo, los requisitos reglamentarios pueden no permitir transmisiones en el espectro sin licencia sin detección previa del canal. Dado que el espectro sin licencia debe compartirse con otras radios de tecnologías inalámbricas similares o diferentes, se aplica el llamado método Escuchar Antes de Transmitir (LBT). Hoy en día, el espectro sin
20 licencia de 5 GHz es utilizado principalmente por equipos que implementan el estándar de Red Inalámbrica de Área Local (WLAN) IEEE 802.11. Este estándar también se conoce como "Wi-Fi".

- Las regulaciones pueden variar de una región a otra. Por ejemplo, en Europa, el procedimiento LBT está bajo el alcance de la denominada Norma Europea (EN) armonizada, también denominada EN 301.893, emitida por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI). Para que LAA funcione en el espectro de 5 GHz, el procedimiento
25 LAA LBT debe cumplir con los requisitos y desempeños mínimos establecidos en la norma EN 301.893. Sin embargo, se necesitan diseños y etapas adicionales del sistema para garantizar la coexistencia de Wi-Fi y LAA con los procedimientos LBT de la norma EN 301.893.

- A continuación, se presenta una descripción general de las tecnologías involucradas en LAA, que incluyen LTE, en las que el espectro tiene licencia, y un sistema que emplea el procedimiento LBT, por ejemplo, WiFi o WLAN, con el
30 fin de comprender los antecedentes de las realizaciones incluidas en este documento.

- Un dispositivo LTE utiliza OFDM (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal) en el enlace descendente y una portadora única FDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia) en el enlace ascendente. El recurso físico de enlace descendente LTE básico puede verse como una cuadrícula de tiempo - frecuencia como se ilustra en la Figura 1, donde cada elemento de recurso corresponde a una subportadora OFDM durante un intervalo de símbolo OFDM.
35 La subtrama de enlace ascendente tiene la misma separación de subportadora que el enlace descendente y el mismo número de símbolos SC-FDMA (portadora única) en el dominio del tiempo que los símbolos OFDM en el enlace descendente. También se muestra el símbolo OFDM incluyendo el Prefijo Cíclico (CP) y una separación entre subportadoras de 15 kHz. También se indica un elemento de recurso.

- En el dominio del tiempo, las transmisiones de enlace descendente LTE se organizan en tramas de radio de 10 ms, consistiendo cada trama de radio en diez subtramas de igual tamaño de longitud $T_{\text{subtrama}} = 1$ ms, como se muestra en la Figura 2. Para un CP normal, una subtrama consta de 14 símbolos OFDM. La duración de cada símbolo es de aproximadamente 71,4 μ s.
40

- Además, la asignación de recursos en LTE se describe en términos de bloques de recursos, donde un bloque de recursos corresponde a una ranura (0,5 ms) en el dominio de tiempo y 12 subportadoras contiguas en el dominio de frecuencia. Un par de bloques de recursos adyacentes en la dirección del tiempo (1,0 ms) se conoce como un par de bloques de recursos. Los bloques de recursos están numerados en el dominio de frecuencia, comenzando con 0 desde un extremo del ancho de banda del sistema.
45

- Las transmisiones de enlace descendente se programan dinámicamente, es decir, en cada subtrama la estación base o eNB transmite información de control que informa sobre qué terminales (o UE) se transmiten los datos y sobre qué bloques de recursos de enlace descendente de radio se transmiten los datos, en la subtrama de enlace descendente actual. Esta señalización de control generalmente se transmite en los primeros 1, 2, 3 o 4 símbolos OFDM en cada subtrama y el número $n = 1, 2, 3$ o 4 se conoce como Indicador de Formato de Control (CFI). La subtrama de enlace descendente también contiene símbolos de referencia comunes, que son conocidos por el receptor y que son utilizados para la demodulación coherente de, por ejemplo, la información de control. En la Figura 3 se ilustra un sistema de enlace descendente con CFI = 3 símbolos OFDM como control (región de control).
50
55

Los símbolos de referencia mostrados en la Figura 3 son conocidos como Símbolos de Referencia específicos de Celda (CRS) y se usan para soportar múltiples funciones, incluyendo la sincronización fina en tiempo y frecuencia y la estimación de canal para ciertos modos de transmisión.

En LTE hay canales conocidos como el Canal Físico de Control Dedicado (PDCCH) y el PDCCH Mejorado (EPDCCH).

5 Tanto el canal PDCCH como el EPDCCH se utilizan para transportar información de control de enlace descendente (DCI) tales como decisiones de programación y comandos de control de potencia. El DCI incluye:

- Asignaciones de programación de enlace descendente, incluida la indicación de recursos de Canal Físico Compartido de Enlace Descendente (PDSCH), formato de transporte, información ARQ – híbrida e información de control relacionada con la multiplexación espacial (si corresponde). Una asignación de programación de enlace descendente también incluye un comando para el control de potencia del Canal Físico de Control de Enlace Ascendente (PUCCH) utilizado para la transmisión de acuses de recibo ARQ – híbridos en respuesta a las asignaciones de programación de enlace descendente.

- Las autorizaciones de programación de enlace ascendente, incluida una indicación de recurso de Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente (PUSCH), un formato de transporte e información relacionada con ARQ – híbrido. Una autorización de programación de enlace ascendente también incluye un comando para el control de potencia del PUSCH.

- Comandos de control de potencia para un conjunto de terminales (UE) como complemento de los comandos incluidos en las asignaciones/autorizaciones de programación.

Un PDCCH/EPDCCH lleva un mensaje DCI que contiene uno de los grupos de información enumerados anteriormente. Como se pueden programar simultáneamente múltiples terminales (UE), y cada terminal puede programarse tanto en el enlace descendente como en el enlace ascendente simultáneamente, es posible transmitir múltiples mensajes de programación dentro de cada subtrama. Cada mensaje de programación se transmite en recursos PDCCH/EPDCCH separados y, en consecuencia, normalmente hay múltiples transmisiones PDCCH/EPDCCH simultáneas dentro de cada subtrama en cada celda. Más aún, para soportar diferentes condiciones del canal de radio, se puede utilizar la adaptación de enlace, en la que se selecciona la velocidad de código del PDCCH/EPDCCH adaptando el uso de recursos para el PDCCH/EPDCCH, para que coincida con las condiciones del canal de radio.

Además, en el sistema LTE, un UE es notificado por la red de transmisión de datos de enlace descendente por medio del PDCCH. Al recibir un PDCCH en una subtrama n , se requiere un UE (receptor en la Figura 4) para decodificar el correspondiente canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) y se requiere enviar retroalimentación ACK/NACK en una subtrama posterior $n + k$. Esto se ilustra en la Figura 4.

La retroalimentación ACK/NACK procedente del UE informa al eNodeB o eNB (transmisor en la Figura 4) si el PDSCH correspondiente se decodificó correctamente. Cuando el eNodeB detecta una retroalimentación ACK, éste puede proceder a enviar nuevos bloques de datos (nueva TX) al UE. Cuando el eNodeB detecta un NACK, se retransmitirán los bits codificados correspondientes al bloque de datos original. Cuando la retransmisión (reTX) se basa en la repetición de bits codificados enviados previamente, se dice que está operando en un protocolo HARQ que combina el seguimiento. Cuando la retransmisión contiene bits codificados no utilizados en intentos de transmisión anteriores, se dice que está operando en un protocolo HARQ de redundancia incremental.

La retroalimentación ACK/NACK es enviada por el UE utilizando uno de los dos enfoques posibles dependiendo de si el UE está transmitiendo simultáneamente en un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH).

Si el UE no está transmitiendo en PUSCH al mismo tiempo, la retroalimentación ACK/NACK se envía a través de un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH).

Si el UE está transmitiendo en PUSCH simultáneamente, la retroalimentación ACK/NACK se envía a través del PUSCH.

El LTE admite anchos de banda superiores a 20 MHz. Un requisito importante en LTE Rel-10 es asegurar la compatibilidad con versiones anteriores en LTE Release 8 (RL-8). Esto también debería incluir compatibilidad de espectro. Eso implicaría que una portadora LTE Rel-10, más ancha que 20 MHz, debería aparecer como una cantidad de portadoras LTE en un terminal LTE Rel-8. Cada una de las portadoras como tales se puede denominar como una Portadora de Componente (CC). En particular, para las primeras implementaciones de LTE Rel-10, se puede esperar que haya un número menor de terminales con capacidad LTE Rel-10 en comparación con muchos terminales heredados de LTE.

Por lo tanto, es necesario asegurar un uso eficiente de una portadora ancha también para terminales heredados, es decir, es posible implementar portadoras en las que se puedan programar terminales heredados (terminales Rel-8) en todas las partes de la portadora LTE Rel-10 de banda ancha. La forma más sencilla de obtener esto sería por medio de la Agregación de Portadoras (CA). La CA implica que un terminal LTE Rel-10 puede recibir múltiples CC, donde la

CC tiene, o al menos existe la posibilidad de que tenga, la misma estructura que un operador Rel-8. La CA se ilustra en la Figura 5. A un UE con capacidad de CA se le asigna una celda primaria (PCell) que siempre está activada, y una o más celdas secundarias (SCells) que pueden activarse o desactivarse dinámicamente.

5 El número de Portadoras de Componentes agregadas (CC), así como el ancho de banda de la CC individual, pueden ser diferentes para el enlace ascendente y el enlace descendente. Una configuración simétrica se refiere al caso en el que el número de CC en el enlace descendente y en el enlace ascendente es el mismo, mientras que una configuración asimétrica se refiere al caso en que el número de CC es diferente. Es importante tener en cuenta que el número de CC configurados en una celda puede ser diferente del número de CC vistos por un terminal: un terminal (por ejemplo, UE) puede, por ejemplo, soportar más CC de enlace descendente que CC de enlace ascendente, aunque la celda esté configurada con el mismo número de CC de enlace ascendente y enlace descendente.

10 Además, una característica de la agregación de portadoras es la capacidad de llevar a cabo una programación entre portadoras. Este mecanismo permite que un (E) PDCCH en una CC programe transmisiones de datos sobre otra CC por medio de un Campo Indicador de Portadora (CIF) de 3 bits insertado al comienzo de los mensajes (E) PDCCH. Para las transmisiones de datos en una CC determinada, un UE espera recibir mensajes de programación en el (E) PDCCH en una sola CC, ya sea la misma CC o una CC diferente a través de la programación entre portadoras; esta asignación de (E) PDCCH a PDSCH también se configura semi – estáticamente.

Como se describió anteriormente, en los sistemas LAA se lleva a cabo una compartición de espectro en el que LTE, que opera en un espectro con licencia y WLAN o WiFi, opera en un espectro sin licencia. A continuación, se describe brevemente el sistema WLAN o WiFi y, en particular, cómo se accede al canal en los sistemas WLAN.

20 En implementaciones típicas de WLAN, el Acceso Múltiple con Detección de Portadora con Prevención de Colisión (CSMA/CA) se utiliza para el acceso al medio. Esto significa que se observa el canal para llevar a cabo una Evaluación de Canal Libre (CCA) y que se inicia una transmisión solo si el canal se declara como Inactivo. En caso de que el canal se declare como Ocupado, la transmisión se aplaza esencialmente hasta que el canal se considere inactivo. Cuando se superpone el rango de varios Puntos de Acceso (AP) que utilizan la misma frecuencia, esto significa que todas las transmisiones relacionadas con un AP podrían diferirse en el caso de que se pueda detectar una transmisión en la misma frecuencia hacia o desde otro AP que esté dentro del rango. Efectivamente, esto significa que, si varios AP están dentro del rango, tendrán que compartir el canal al mismo tiempo, y el rendimiento de los AP individuales puede verse gravemente degradado. En la Figura 6 se muestra una ilustración general del mecanismo o procedimiento Escuchar Antes de Transmitir (LBT).

30 Después de que una estación WLAN A transmite una trama de datos a una estación B, la estación B transmitirá la trama ACK de regreso a la estación A con una demora de 16 μ s. Una trama ACK como tal es transmitida por la estación B sin llevar a cabo una operación LBT. Para evitar que otra estación interfiera con una transmisión de trama ACK como tal, una estación diferirá durante unos 34 μ s (lo que se denomina DIFS) después de que se observa que el canal está ocupado, antes de evaluar nuevamente si el canal está ocupado.

35 Por lo tanto, una estación que desea transmitir, primero lleva a cabo una CCA por medio de la observación del medio durante un DIFS de duración fija. Si el medio está inactivo, entonces la estación asume que puede tomar posesión del medio y comenzar una secuencia de intercambio de trama. Si el medio está ocupado, la estación espera a que el medio quede inactivo, difiere durante DIFS y espera un período de retroceso aleatorio adicional.

40 Para evitar aún más que una estación ocupe el canal continuamente y, por lo tanto, evitar que otras estaciones accedan al canal, se requiere que una estación que desee transmitir nuevamente después de completar una transmisión realice un retroceso aleatorio.

45 El PIFS se utiliza para obtener acceso prioritario al medio y es más corto que la duración del DIFS. Entre otros casos, este puede ser utilizado por estaciones que operan bajo PCF, para transmitir Tramas Baliza con prioridad. Al comienzo nominal de cada Período Libre de Contención (CFP), el AP observará el medio. Cuando se determina que el medio está inactivo durante un período PIFS (generalmente 25 μ s), el AP transmitirá una trama baliza que contiene el elemento de Conjunto de Parámetros CF y un elemento de mensaje de indicación de tráfico de entrega.

50 Debería mencionarse que cuando el medio se vuelve disponible, pueden estar listas múltiples estaciones WLAN para transmitir, lo que puede dar como resultado una colisión. Para reducir las colisiones, las estaciones que tienen la intención de transmitir seleccionan un contador de retroceso aleatorio y difieren en ese número de tiempos de inactividad del canal ranurado. El contador de retroceso aleatorio se selecciona como un entero aleatorio extraído de una distribución uniforme durante el intervalo de [0, CW]. El tamaño predeterminado de la ventana de contención de retroceso aleatorio, CW_{min}, se establece en las especificaciones IEEE. Nótese que las colisiones aún se pueden producir incluso con este protocolo de retroceso aleatorio cuando hay muchas estaciones compitiendo por el acceso al canal. Por lo tanto, para reducir las colisiones continuas, el tamaño de la ventana de contención de retroceso CW se duplica cuando la estación detecta una colisión de su transmisión hasta un límite, CW_{max}, también establecido en las especificaciones IEEE. Cuando una estación tiene éxito en una transmisión sin colisión, ésta restablece su tamaño de la ventana de contención de retroceso de nuevo en el valor por defecto CW_{min}.

También debe mencionarse que, para un dispositivo que no utiliza el protocolo Wi-Fi (WLAN), la norma EN 301.893 proporciona los siguientes requisitos y el comportamiento mínimo para la evaluación de canal libre basado en la carga.

5 1) Antes de una transmisión o una ráfaga de transmisiones en un Canal Operativo, el equipo (AP o UE) llevará a cabo una verificación CCA utilizando "detección de energía". El equipo observará los Canales Operativos durante el tiempo de observación CCA, que no será inferior a 20 μ s. El fabricante deberá declarar el tiempo de observación CCA utilizado por el equipo. El Canal Operativo se considerará ocupado si el nivel de energía en el canal excede el umbral correspondiente al nivel de potencia indicado en el punto 5 a continuación. Si el equipo encuentra que el canal está libre, puede transmitir de inmediato (ver el punto 3 a continuación).

10 2) Si el equipo encuentra un Canal Operativo ocupado, no transmitirá en ese canal. El equipo llevará a cabo una verificación de CCA Extendida en la que se observa el Canal Operativo durante un factor aleatorio N multiplicado por el tiempo de observación de CCA. El factor N define el número de ranuras inactivas libres que dan como resultado un Período de Inactividad total que se necesita observar antes del inicio de la transmisión. El valor de N se seleccionará aleatoriamente en el rango 1... q cada vez que se requiere una CCA extendida y el valor almacenado en un contador. El fabricante selecciona el valor de q en el rango 4... 32. Este valor seleccionado deberá ser declarado por el fabricante. El contador disminuye cada vez que se considera que una ranura CCA está "desocupada". Cuando el contador llega a cero, el equipo puede transmitir.

15 3) El tiempo total que un equipo utiliza un Canal Operativo es el Tiempo Máximo de Ocupación del Canal, que debe ser inferior a $(13/32) \times q$ ms, con q definido como en el punto 2 anterior, después de lo cual el dispositivo llevará a cabo el CCA Extendido descrito en el punto 2 anterior.

20 4) El equipo, tras la recepción correcta de un paquete que fue destinado a este equipo, puede omitir CCA e inmediatamente proceder a la transmisión de tramas de gestión y control (por ejemplo, tramas ACK y Block ACK). Una secuencia consecutiva de transmisiones por parte del equipo, sin que éste realice un nuevo CCA, no deberá exceder el Tiempo Máximo de Ocupación del Canal.

25 NOTA: A los fines de la transmisión múltiple, se permite que las transmisiones ACK (asociadas con el mismo paquete de datos) de los dispositivos individuales tengan lugar en una secuencia.

30 5) El umbral de detección de energía para el CCA será proporcional a la potencia máxima de transmisión (PH) del transmisor: para un transmisor p.i.r.e. de 23 dBm, el nivel de umbral (TL) del CCA será igual o inferior a -73 dBm/MHz a la entrada al receptor (suponiendo una antena receptora de 0 dBi). Para otros niveles de potencia de transmisión, el nivel de umbral TL de CCA se calculará utilizando la fórmula: $TL = -73$ dBm/MHz + 23 - PH (suponiendo una antena receptora de 0 dBi y un PH especificado en p.i.r.e. dBm).

Un ejemplo del mecanismo LBT de la norma EN 301.893 se representa en la Figura 7.

35 Con respecto a los sistemas LAA, hasta ahora, el espectro utilizado por LTE está dedicado a LTE. Esto tiene la ventaja de que un sistema LTE no necesita preocuparse por la coexistencia con otras tecnologías de acceso de radio no 3GPP en el mismo espectro y puede maximizarse la eficiencia del espectro. Sin embargo, el espectro asignado a LTE es limitado, lo que no puede satisfacer la demanda creciente de un mayor rendimiento por parte de las aplicaciones/servicios. Por lo tanto, se ha iniciado un nuevo elemento de estudio en 3GPP sobre el LTE en extensión para aprovechar el espectro sin licencia además del espectro con licencia.

40 Con acceso LAA a espectro sin licencia, como se muestra en la Figura 8, un UE está conectado a una PCell que opera en el espectro con licencia y a una o más SCells que operan en el espectro sin licencia. En esta aplicación, denotamos una SCell en espectro sin licencia como una celda secundaria LAA (LAA SCell). La LAA SCell puede funcionar en modo solo DL o funcionar tanto con tráfico UL como DL. Además, en escenarios futuros, los nodos LTE pueden operar en modo independiente en canales exentos de licencia sin ayuda de una celda con licencia. El espectro sin licencia puede, por definición, ser utilizado simultáneamente por múltiples tecnologías diferentes. Por lo tanto, LAA, como se describió anteriormente, puede coexistir con otros sistemas tales como el IEEE 802.11 (Wi-Fi o WLAN).

45 Para coexistir de manera equitativa con el sistema Wi-Fi (WLAN), la transmisión en la SCell se ajustará a los protocolos LBT con el fin de evitar colisiones y causar interferencias graves en las transmisiones en curso. Esto incluye llevar a cabo LBT antes de comenzar las transmisiones, así como limitar la duración máxima de una ráfaga de transmisión única. Una ráfaga de transmisión única se refiere a una transmisión por un nodo llevada a cabo después de una contención de canal exitosa. La duración máxima de la ráfaga de transmisión es específica del país y/o específica de la región. Por ejemplo, la duración máxima de la ráfaga es de 4 ms en Japón y de 13 ms en Europa según la norma EN 301.893. En la Figura 9 se muestra un ejemplo en el contexto de LAA que usa agregación de portadoras y LBT, con diferentes ejemplos para la duración de una ráfaga de transmisión en la SCell LAA, limitada por una duración de transmisión permitida de 4 ms, por ejemplo.

55 Los protocolos básicos de coexistencia de LAA con tamaños de ventana de contención de retroceso aleatorio fijo, como el especificado en ETSI EN 301.893, pueden manejar redes con un número pequeño o moderado de nodos que compiten por el acceso al canal. Es posible que se necesiten medidas adicionales para manejar casos cuando hay un gran número de nodos en redes que operan en los mismos canales.

El protocolo de ventana de contención de retroceso aleatorio existente se basa en la recepción de un único valor de retroalimentación ARQ (ACK/NACK) que se recibe después de la transmisión de una ráfaga de datos. En el caso de LTE, se sigue un primer protocolo ARQ híbrido (HARQ) en lugar de un protocolo ARQ simple. Por lo tanto, pueden ser necesarias múltiples retransmisiones basadas en la retroalimentación HARQ antes de que se genere un solo valor de retroalimentación ARQ en la capa superior.

Además, múltiples UE pueden comunicarse con un eNB en una subtrama única. Además, una transmisión LAA única puede estar compuesta por múltiples subtramas. Además, una transmisión hacia o desde un único UE puede tener múltiples valores de retroalimentación HARQ. Este es el caso cuando, por ejemplo, una transmisión es una transmisión de múltiples palabras de código. De este modo, hay múltiples formas en que se pueden recibir múltiples valores de retroalimentación correspondientes a una única ráfaga de transmisión a continuación de una contención de canal exitosa. El protocolo de ventana de contención de retroceso aleatorio existente no es adecuado para hacer frente a las retroalimentaciones HARQ.

También debe mencionarse que una característica de LTE es que la retroalimentación HARQ solo está disponible después de una demora de un tiempo predeterminado fijo, por ejemplo, 4 ms que corresponde a múltiples subtramas, mientras que en otros sistemas se supone que la retroalimentación está disponible después de un tiempo muy corto después de que finaliza la transmisión y este intervalo de tiempo muy corto puede ser más corto que la demora anterior definida en LTE. Estos sistemas no hacen frente de manera efectiva a un sistema como LTE, donde la demora de retroalimentación es mucho mayor.

La técnica anterior se conoce a partir de INTEL CORPORATION: Borrador "*LBT design for LAA downlink*", 3GPP; R1-150089 INTEL - LBT, PROYECTO DE ASOCIACIÓN DE 3a GENERACIÓN (3GPP), CENTRO DE COMPETENCIA MÓVIL; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, vol. RAN WG1, no. Atenas, Grecia; 20150209 - 20150213 8 de febrero de 2015 (2015-02-08). Una técnica anterior adicional se conoce a partir de CABLELABS: Borrador "*LBT with Exponential Backoff Pracess for Fair Channel Access*", 3GPP; R1-150269 LBT CON V1 EXPONENCIAL, PROYECTO DE ASOCIACIÓN DE 3a GENERACIÓN (3GPP), CENTRO DE COMPETENCIA MÓVIL; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCIA, vol. RAN WG1, no. Atenas, Grecia; 20150209 - 20150213 8 de Febrero de 2015 (2015-02-08). Además, una técnica anterior adicional se conoce a partir de TING-YU LIN ET AL: "*EARC: Enhanced Adaptation of Link Rate and Contention Window for IEEE 802.11 Multi-Rate Wireless Networks*", TRANSACCIONES EN COMUNICACIONES IEEE, CENTRO DE SERVICIOS IEEE, PISCATAWAY, NJ. USA, vol. 60, no. 9, 1 de septiembre de 2012 (2012-09-01), páginas 2623-2634.

Sumario

La presente invención está definida por la materia de las reivindicaciones independientes 1, 8 y 15.

Un objetivo según las realizaciones de este documento es proporcionar un método y una disposición en un primer dispositivo de comunicación o un primer dispositivo de comunicación que permite la determinación de un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio para la siguiente contención de canal en base a uno o más valores de retroalimentación HARQ. Por lo tanto, la adaptación/variación del tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio se logra permitiendo una operación de coexistencia equitativa entre el co – canal LAA y WiFi incluso cuando una gran cantidad de dispositivos o aparatos compiten por el acceso al canal.

Por lo tanto, según un aspecto de las realizaciones ejemplares, se proporciona un método implementado por un primer dispositivo de comunicación o una disposición en el primer dispositivo de comunicación para adaptar y/o determinar un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio en un sistema de acceso asistido por licencia que comprende una celda primaria y una o más celdas secundarias. El método comprende: la transmisión de por lo menos una ráfaga que comprende una o más subtramas a uno o más segundos dispositivos de comunicación; en el cual la transmisión de la por lo menos una ráfaga está precedida por un procedimiento exitoso tipo Escuchar antes de Transmitir (LBT), es decir, el primer dispositivo de comunicación determina que un canal es libre de transmitir la por lo menos una ráfaga. El método comprende, además: la recepción, para la por lo menos una subtrama en la ráfaga, de un valor de retroalimentación HARQ correspondiente. La retroalimentación HARQ se recibe desde por lo menos un segundo dispositivo de comunicación. El método comprende, además: la determinación de un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio basado en cada valor de retroalimentación HARQ recibido y además basado en valores de retroalimentación HARQ no utilizados previamente disponibles en el primer dispositivo de comunicación en el momento en que se lleva a cabo el procedimiento LBT para acceder al canal.

Según otro aspecto de las realizaciones ejemplares, se proporciona un primer dispositivo de comunicación o una disposición en el primer dispositivo de comunicación para adaptar y/o determinar un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio en un sistema de acceso asistido por licencia que comprende una celda primaria y una o más secundarias células. El primer dispositivo de comunicación comprende: un módulo transmisor o un circuito transmisor configurado para transmitir por lo menos una ráfaga que comprende una o más subtramas a uno o más segundos dispositivos de comunicación; en el cual la transmisión de por lo menos una ráfaga está precedida por un procedimiento exitoso de tipo Escuchar antes de Transmitir (LBT), es decir, el primer dispositivo de comunicación determina que un canal es libre de transmitir por lo menos una ráfaga. El primer dispositivo de comunicación comprende además un módulo receptor o circuito recibido configurado para recibir, para por lo menos una subtrama

en la ráfaga, un correspondiente valor de retroalimentación HARQ. La retroalimentación HARQ se recibe desde los por lo menos uno o más segundos dispositivos de comunicación. El primer dispositivo de comunicación comprende además un módulo de procesamiento o circuito de procesamiento o procesador configurado para determinar un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio basado en cada valor de retroalimentación HARQ recibido y además basado en valores de retroalimentación HARQ no utilizados previamente disponibles en el primer dispositivo de comunicación en el momento en el que se lleva a cabo el procedimiento LBT para acceder al canal.

Una ventaja de las presentes realizaciones es que permiten una operación de coexistencia equitativa entre el co – canal LAA y WiFi.

Breve descripción de los dibujos

10 La Figura 1 es un diagrama que ilustra un recurso físico de enlace descendente LTE conocido.

La Figura 2 es un diagrama que ilustra una estructura en el dominio de tiempo LTE conocida.

La Figura 3 ilustra un diagrama simplificado de una subtrama de enlace descendente en LTE.

La Figura 4 ilustra un ejemplo de operaciones HARQ en LTE.

La Figura 5 ilustra un ejemplo de agregación de portadoras en LTE.

15 La Figura 6 ilustra un procedimiento LBT en un sistema WiFi.

La Figura 7 ilustra LBT en EN 301.893.

La Figura 8 ilustra un UE capaz de agregación de portadora configurado con una PCell y una SCell LAA.

La Figura 9 ilustra LAA para espectro sin licencia utilizando agregación de portadora y LBT.

20 La Figura 10 representa el uso de múltiples valores de retroalimentación HARQ para determinar un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio durante el procedimiento LBT según realizaciones ejemplares en este documento.

La Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas principales del método llevadas a cabo por un primer dispositivo de comunicación según las presentes realizaciones.

La Figura 12 es un diagrama de bloques que ilustra un primer dispositivo de comunicación según las presentes realizaciones.

25 Descripción detallada

En el presente documento se proporcionan, descritas brevemente, realizaciones de ejemplo de un primer dispositivo de comunicación y un método para adaptar y/o determinar un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio en un sistema de acceso asistido por licencia que comprende una celda primaria y una o más celdas secundarias. El primer dispositivo de comunicación puede ser un nodo de red, por ejemplo, una estación base que sirve a una celda secundaria (SCell), y una celda PCell, o el primer dispositivo de comunicación puede ser un equipo de usuario (UE) configurado con una celda primaria y al menos una SCell.

35 Las realizaciones en el presente documento enseñan la determinación de un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio variable para SCell de LAA usando parámetros, métricas, señales y procedimientos que son compatibles con, y tienen un impacto mínimo sobre, las especificaciones LTE. La solución describe realizaciones por medio de las cuales se pueden variar los tamaños de ventana de contención en función de uno o más valores de retroalimentación HARQ. Las realizaciones también describen cómo se puede variar el tamaño de la ventana de contención de esta manera mientras se tiene en cuenta la demora de retroalimentación HARQ que potencialmente podría ser mayor que la longitud de una subtrama o incluso de una ráfaga de transmisión.

40 Ahora se proporcionará una descripción de las técnicas de variación de ventana de contención de retroceso aleatorio propuestas para protocolos LBT. Esto es generalmente aplicable tanto para transmisiones DL como UL, tanto para sistemas FDD como TDD. A continuación, CW representa la ventana de contención desde la cual se puede extraer un contador de retroceso aleatorio para un nuevo intento de LBT, de modo que el contador extraído se encuentre dentro de $[0, CW]$. CW_{min} indica el tamaño predeterminado de la ventana de contención de retroceso aleatorio.

45 Las realizaciones abordan LBT para transmisiones de datos (ráfagas) que se transportan, por ejemplo, en el canal PDSCH o PUSCH. Los receptores de una transmisión de datos están configurados para proporcionar retroalimentación HARQ al transmisor para indicar si los datos se han recibido con éxito (ACK) o no (NACK) según las especificaciones LTE. El tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio, CW, es modificado por el transmisor (primer dispositivo de comunicación) en función de la retroalimentación HARQ. Las modificaciones se basan en toda la retroalimentación HARQ recibida no utilizada previamente que está disponible en el momento en que se lleva a cabo la operación LBT para acceder al canal. Por receptor (es) se entiende uno o más segundos dispositivos

de comunicación que proporcionan retroalimentación HARQ al dispositivo transmisor, es decir, el primer dispositivo de comunicación que transmitió la ráfaga.

Como se describió anteriormente, una ráfaga de transmisión se refiere a una transmisión por un primer dispositivo de comunicación (UE o eNB) llevada a cabo después de una contención de canal exitosa. La ráfaga de transmisión puede incluir una o más subtramas teniendo cada subtrama transmisiones a uno o más segundos dispositivos de comunicación (UE o eNB). Las transmisiones de la subtrama incluyen una o más palabras de código, basadas en las cuales se transmiten una o más retroalimentaciones HARQ al primer dispositivo de comunicación. Cada ráfaga de transmisión está precedida por un procedimiento LBT exitoso en el cual el primer dispositivo de comunicación determina el canal que es libre de transmitir.

Con referencia a la Figura 10 se ilustra un escenario que muestra el uso de múltiples valores de retroalimentación HARQ utilizados para determinar el tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio durante un procedimiento LBT.

Se asume que un valor de retroalimentación HARQ para una transmisión en una subtrama particular está disponible en el primer dispositivo de comunicación para su uso en el procedimiento LBT si esa subtrama se encuentra al menos $(x + 1)$ subtramas más tarde. Esto incluye el tiempo x ms para que la retroalimentación esté disponible más un gap que se asume que es inferior a 1 ms para la demora del procesamiento. Por ejemplo, en LTE, x puede ser igual a 4 ms y, por lo tanto, en este caso, se asume que un valor de retroalimentación HARQ para una transmisión en una subtrama particular está disponible para su uso en el procedimiento LBT por el primer dispositivo de comunicación si esa subtrama se produce al menos cinco subtramas más tarde.

La Figura 10 muestra la ventana de contención para el procedimiento LBT (en línea discontinua) que se produce para una ráfaga de transmisión que comienza en la subtrama número 6, utilizando valores de retroalimentación HARQ procedentes de la subtrama 0. Dentro de la subtrama 0, se recibe una retroalimentación HARQ única para el Usuario 1 (U1) mientras que se reciben múltiples valores de retroalimentación HARQ para las múltiples palabras de código transmitidas al Usuario 2 (U2). Los valores de retroalimentación HARQ para la subtrama 1, en este ejemplo, no están disponibles y, por lo tanto, no se utilizan, aunque pertenezcan a la misma ráfaga de transmisión. Como se muestra, los valores de retroalimentación HARQ se usan como entrada al bloque 1001 que está configurado para determinar un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio (Salida 1) para el siguiente procedimiento LBT.

La figura también muestra el procedimiento LBT (en línea punteada) para la siguiente ráfaga de transmisión que, en este ejemplo, utiliza el valor de retroalimentación HARQ no utilizado previamente disponible para la transmisión de ráfaga anterior, así como los valores de retroalimentación HARQ para la transmisión de ráfaga posterior. Aquí, los valores de retroalimentación abarcan múltiples palabras de código, usuarios, subtramas y ráfagas de transmisión. Aquí, el valor de retroalimentación HARQ no utilizado previamente para la transmisión anterior y los valores de retroalimentación HARQ para la transmisión de ráfaga posterior se utilizan como entrada al bloque 1002 para determinar un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio (Salida 2) para el siguiente procedimiento LBT.

A continuación, se explica la combinación de múltiples valores de HARQ que puede llevar a cabo un primer dispositivo de comunicación de acuerdo con algunas realizaciones ejemplares incluidas este documento.

Según una realización ejemplar, se pueden combinar múltiples valores HARQ en un único valor de retroalimentación. Por ejemplo, los valores HARQ (efectivos) se combinan para formar un único NACK (efectivo) si los valores de retroalimentación HARQ recibidos son todos NACK. Si todos los valores de retroalimentación son, en cambio, ACK, la combinación de los ACK genera un único valor ACK.

En otra realización ejemplar, si un único valor HARQ entre los valores HARQ recibidos es un NACK, la combinación da como resultado un único valor NACK.

En otra realización ejemplar, se combinan múltiples valores de retroalimentación HARQ o valores efectivos de retroalimentación HARQ para formar un único NACK (efectivo) si la fracción de valores de retroalimentación HARQ recibidos que son NACK excede un cierto umbral. Un umbral como tal es un parámetro de diseño.

En otra realización ejemplar, se combinan múltiples valores de retroalimentación HARQ o valores efectivos de retroalimentación HARQ para formar un único ACK efectivo si la fracción de los valores de retroalimentación HARQ recibidos que son ACK excede un cierto umbral. Un umbral también es un parámetro de diseño.

Debería mencionarse que pueden ordenarse en una lista múltiples valores de retroalimentación HARQ o valores efectivos de retroalimentación HARQ antes de usarse para determinar el tamaño de la ventana de contención. Por ejemplo, los valores de retroalimentación HARQ correspondientes a múltiples palabras de código para un usuario (UE) y múltiples usuarios (UE) en una subtrama se ordenan en orden decreciente de la velocidad de transmisión según lo determinado por el esquema de modulación y codificación utilizado para la transmisión por el primer dispositivo de comunicación. Los valores de retroalimentación HARQ para diferentes subtramas y para diferentes ráfagas de transmisión se pueden ordenar en orden cronológico.

5 En otra realización ejemplar, los valores de retroalimentación HARQ correspondientes a múltiples palabras de código para un usuario (UE) y múltiples usuarios (UE) en una subtrama se ordenan en orden creciente de la velocidad de transmisión según lo determinado por el esquema de modulación y codificación utilizado para la transmisión por el primer dispositivo de comunicación. Los valores de la Relación Señal/Ruido (SNR), si están disponibles en el transmisor (primer dispositivo de comunicación), también se pueden usar para ordenar los valores de HARQ en una lista.

10 En otra realización ejemplar, múltiples valores de retroalimentación HARQ o valores efectivos de retroalimentación HARQ que se han ordenado según el ejemplo anterior se combinan para formar un NACK efectivo único basado en cualquiera de los criterios anteriores aplicados solo a las primeras M subtramas en la lista ordenada de retroalimentación múltiple HARQ o valores efectivos de retroalimentación HARQ. Esto incluye el caso en el que $M = 1$, de modo que el valor de retroalimentación HARQ efectivo combinado es el mismo que el valor de la primera retroalimentación HARQ o valor de retroalimentación efectiva en la lista.

15 De acuerdo con una realización ejemplar, múltiples valores de retroalimentación HARQ pueden usarse de manera diferente para diferentes grupos de paquetes con el fin de determinar cómo se varía el tamaño de la ventana de contención. Por ejemplo, para los valores de retroalimentación HARQ correspondientes a las palabras de código en una transmisión MIMO (Entrada Múltiple, Salida Múltiple), diferentes usuarios en una subtrama, usuarios en diferentes subtramas y usuarios en diferentes ráfagas de transmisión, los valores de retroalimentación HARQ pueden usarse todos de manera diferente para determinar cómo varía el tamaño de la ventana de contención. Algunas implementaciones ejemplares de esta realización se describen a continuación.

20 1) Los valores de retroalimentación HARQ para diferentes palabras de código transmitidas por el primer dispositivo de comunicación a un usuario único (UE) se combinan para formar un único valor de retroalimentación HARQ (efectivo) como se describió anteriormente, de modo que haya una retroalimentación HARQ o un valor efectivo de retroalimentación HARQ por usuario. La retroalimentación HARQ o los valores efectivos de retroalimentación HARQ para todos los usuarios dentro de una subtrama se combinan además para generar un único valor efectivo de retroalimentación HARQ para una subtrama. Los valores de retroalimentación HARQ para todas las subtramas en todas las ráfagas de transmisión se ordenan en una lista en orden cronológico como se describió anteriormente y se usan como entrada para los algoritmos de determinación del tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio como se describirá más adelante.

30 2) En otro ejemplo, los valores de retroalimentación HARQ para diferentes palabras de código para un usuario se combinan primero y luego el valor de retroalimentación HARQ o HARQ efectivo por usuario en una subtrama se combinan para generar un único valor de retroalimentación HARQ efectivo por subtrama como se describió en la realización anterior. Luego, los valores individuales por subtrama se combinan adicionalmente, como se describió previamente, para generar un único valor efectivo de retroalimentación HARQ por ráfaga de transmisión. La lista de valores de retroalimentación HARQ o valores efectivos por ráfaga de transmisión se ordenan entonces en una lista en orden cronológico y se utilizan como entrada para los algoritmos de determinación del tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio.

40 3) En una variación de la realización ejemplar anterior, los valores de retroalimentación HARQ en una lista de valores de retroalimentación HARQ o valores efectivos por ráfaga de transmisión pueden combinarse, para generar un único valor de retroalimentación HARQ efectivo que se utiliza para determinar el tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio.

45 4) Según otro ejemplo, los valores de retroalimentación HARQ para diferentes palabras de código transmitidas a un usuario único (UE) se pueden combinar para formar un único valor de retroalimentación HARQ efectivo como se describió anteriormente, de modo que haya un valor de retroalimentación HARQ o retroalimentación HARQ efectiva por usuario. Los valores de retroalimentación HARQ de todos los usuarios (UE) en todas las subtramas y todas las ráfagas de transmisión se ordenan en una lista sin ninguna combinación adicional y se utilizan como entrada para los algoritmos de determinación de tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio.

50 5) En otro ejemplo, los valores de retroalimentación HARQ para todas las palabras de código que pertenecen a todos los usuarios (UE) en una subtrama se combinan para formar un único valor de retroalimentación HARQ efectivo como se describe de modo que haya un valor de retroalimentación HARQ o de retroalimentación HARQ efectiva por subtrama. Los valores de retroalimentación HARQ para todas las subtramas en todas las ráfagas de transmisión se ordenan en una lista en orden cronológico y se utilizan como entrada para los algoritmos de determinación del tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio.

55 6) Según otro ejemplo, los valores de retroalimentación HARQ para todas las palabras de código que pertenecen a todos los usuarios (UE) en una subtrama y todas las subtramas en una ráfaga de transmisión se combinan para formar un único valor de retroalimentación HARQ efectivo como se describió anteriormente, de modo que haya un valor de retroalimentación HARQ o de retroalimentación HARQ efectivo por ráfaga de transmisión. Los valores de retroalimentación HARQ para todas las ráfagas de transmisión se ordenan en una lista en orden cronológico y se usan como entrada para los algoritmos de determinación del tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio.

7) En otro ejemplo, los valores de retroalimentación HARQ para todas las palabras de código pertenecen a todos los usuarios en una subtrama, todas las subtramas en una ráfaga de transmisión y en múltiples ráfagas de transmisión se combinan para formar un único valor de retroalimentación HARQ efectivo como se describió, para que haya un valor generado de retroalimentación HARQ o de retroalimentación HARQ efectivo. Este único valor de retroalimentación HARQ o de retroalimentación HARQ efectivo se utiliza como entrada para los algoritmos de determinación del tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio.

8) En otro ejemplo, todos los valores HARQ disponibles pueden usarse directamente, sin ninguna combinación u orden, como entrada a los algoritmos de determinación del tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio.

Como se mencionó anteriormente, los valores de retroalimentación HARQ son utilizados como entrada al algoritmo de determinación de tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio del primer dispositivo de comunicación del primer dispositivo de comunicación. A continuación, se describen ejemplos de un algoritmo como tal.

De acuerdo con una realización ejemplar, el tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio, cuando se lleva a cabo una operación LBT al comienzo de una ráfaga de transmisión que contiene una o más subtramas, se determina como una función de una lista ordenada de valores de retroalimentación HARQ previos, como se describió anteriormente. El tamaño de la ventana, denominado CW, se puede ver, de este modo, como una función de los valores de retroalimentación de HARQ: HARQ₁, HARQ₂, ..., HARQ_k de la lista ordenada según:

$$CW = f(\text{HARQ}_1, \text{HARQ}_2, \dots, \text{HARQ}_k)$$

donde k es el número del último valor de retroalimentación HARQ de la lista.

En una primera realización no limitativa de adaptación del tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio, el tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio, CW, puede multiplicarse por un factor de dos cada vez que se recibe una retroalimentación NACK hasta un valor máximo de CW_{max}; y se restablece a CW_{min} cada vez que se recibe una retroalimentación ACK. El tamaño de la ventana de contención para llevar a cabo LBT puede representarse, en este caso, como:

$$CW = CW_{\min} \times a^n$$

donde el factor de multiplicación a es dos y n indica el número de NACK recibidos después del último ACK recibido.

Según un ejemplo, n se establece como:

$$n = \text{piso}((\text{número de NACK recibidos después del último ACK recibido})/N)$$

donde la función piso () devuelve un valor entero no mayor que la entrada n. Es decir, se aumenta el tamaño de la ventana CW por el factor de multiplicación a para todos los N valores de retroalimentación NACK en promedio, donde N es un parámetro que se puede usar para controlar la agresividad del algoritmo LBT.

En otro ejemplo, el tamaño de la ventana CW puede adoptar formas distintas a la función exponencial, por ejemplo:

$$CW = CW_{\min} \times g(n)$$

donde, g (n) puede ser un polinomio de orden m:

$$g(n) = C_m n^m + C_{m-1} n^{m-1} + \dots + C_1 n + C_0$$

En otro ejemplo, no se realizan solicitudes ni combinaciones para los valores de retroalimentación HARQ recibidos. Por ejemplo, los valores de retroalimentación HARQ se tratan de manera idéntica en el algoritmo de determinación/variación del tamaño de la ventana de contención. Es decir, no hay diferencia en cómo se procesan los valores HARQ dependiendo de si los valores pertenecen al mismo usuario, a múltiples usuarios, a subtramas múltiples, etc. Por ejemplo, la ventana de contención para la i-ésima operación LBT, CW (i) = f (HARQ ACK/NACK) se podría definir de la siguiente manera:

$$CW(i) = CW_{\min}, \text{ si } \text{NACK_ratio} < T_0$$

$$CW(i) = CW(i-1) \times a^x, \text{ si } \text{NACK_ratio} \geq T_0$$

donde el factor de multiplicación a es 2, NACK_ratio = (número de HARQ NACK)/(número total de valores de retroalimentación HARQ disponibles no utilizados), T₀ es un umbral que puede variar de 0 a 1 y x es una función de NACK_ratio. A continuación, se da una implementación ejemplar para x.

$$x = 1, \text{ si } \text{NACK_ratio} \geq T_0$$

Otra implementación ejemplar para x es la siguiente.

$$x = 0, \text{ Si } T_0 \leq \text{NACK_ratio} < T_1$$

ES 2 779 579 T3

$X = 1$, Si $T1 \leq \text{NACK_ratio} < T2$

...

$X = m$, Si $Tm \leq \text{NACK_ratio} \leq 1$

5 Cabe mencionar que se pueden mantener y adaptar diferentes tamaños de ventana de retroceso aleatorio para las transmisiones de datos y para las transmisiones de información de gestión y control. Ejemplos no limitativos de transmisión de información de gestión y control son las transmisiones de Señal de Referencia de Hallazgo (DRS); señales de Bloque de Información Maestro (MIB) y/o del bloque de información del sistema (SIB) transmitidas por el primer dispositivo de comunicación.

10 Según una realización ejemplar, el primer dispositivo de comunicación puede fijar el tamaño de la ventana de retroceso aleatorio para las transmisiones de información de gestión y control, mientras que el primer dispositivo de comunicación determina/adapta el tamaño de la ventana para la transmisión de datos en base a cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente.

15 En otra realización no limitativa, el tamaño de la ventana de retroceso aleatorio para la transmisión de información de gestión y control se puede determinar/adaptar con una tasa de crecimiento inferior a la de la transmisión de datos. Como ejemplo no limitativo, el factor multiplicativo para la transmisión de información de gestión y control se establece en un valor menor que el de la transmisión de datos. Como segundo ejemplo no limitativo, el tamaño de la ventana de retroceso aleatorio para la transmisión de información de gestión y control se adapta con una forma de función polinómica (como se describió anteriormente) mientras que para la transmisión de datos se adapta con una forma de función exponencial (como se describió anteriormente).

20 La Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas principales del método llevados a cabo por un primer dispositivo de comunicación de acuerdo con las realizaciones descritas anteriormente.

Como se muestra, el método comprende:

25 (1101) la transmisión de por lo menos una ráfaga que comprende por lo menos una subtrama a uno o más segundos dispositivos de comunicación; en el cual la transmisión de la por lo menos una ráfaga está precedida por un procedimiento exitoso de Escuchar antes de Transmitir (LBT), es decir, el primer dispositivo de comunicación determina que un canal es libre de transmitir la al menos una ráfaga;

(1102) la recepción, para la por lo menos una subtrama de la ráfaga, de un valor de retroalimentación HARQ correspondiente. Las retroalimentaciones de HARQ se reciben desde el por lo menos un segundo dispositivo de comunicación; y

30 (1103) la determinación de un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio en base a cada retroalimentación HARQ recibida y además en base a los valores de retroalimentación HARQ no utilizados previamente disponibles en el primer dispositivo de comunicación en el momento en que se lleva a cabo el procedimiento LBT para acceder al canal.

35 Como se describió anteriormente, el método llevado a cabo por el primer dispositivo de comunicación comprende además la combinación de múltiples valores HARQ. Por ejemplo, el método comprende: la combinación de valores HARQ (efectivos) para formar un único NACK (efectivo) si los valores de retroalimentación HARQ recibidos son todos NACK. Si, en cambio, todos los valores de retroalimentación son ACK, el método comprende la combinación de los ACK para generar un único valor ACK.

40 En otra realización ejemplar, el método comprende la combinación de los resultados en un único valor NACK si un único valor HARQ entre los valores HARQ recibidos es un NACK.

En otra realización ejemplar, el método comprende la combinación de múltiples valores de retroalimentación HARQ o valores efectivos de retroalimentación HARQ para formar un único NACK efectivo si la fracción de valores de retroalimentación HARQ recibidos que son NACK excede un cierto umbral. Un umbral como tal es un parámetro de diseño.

45 En otra realización ejemplar, el método comprende la combinación de múltiples valores de retroalimentación HARQ o valores efectivos de retroalimentación HARQ para formar un único valor ACK si la fracción de valores de retroalimentación HARQ recibidos que son ACK excede un cierto umbral. Un umbral como tal también es un parámetro de diseño.

50 Debería mencionarse que el primer dispositivo de comunicación puede ordenar múltiples valores de retroalimentación HARQ o valores efectivos de retroalimentación HARQ en una lista antes de usarlos para determinar el tamaño de la ventana de contención. Por ejemplo, el método comprende la ordenación en orden decreciente de la velocidad de transmisión según lo determinado por el esquema de modulación y codificación utilizado para la transmisión de valores de retroalimentación HARQ correspondientes a múltiples palabras de código para un usuario (UE) y múltiples usuarios

(UE) en una subtrama, Los valores de retroalimentación HARQ para diferentes subtramas y para diferentes ráfagas de transmisión pueden ser ordenados, en cambio, en orden cronológico por el primer dispositivo de comunicación.

5 En otra realización ejemplar, el método comprende la ordenación en orden creciente de la velocidad de transmisión según lo determinado por el esquema de modulación y codificación utilizado para la transmisión de los valores de retroalimentación HARQ correspondientes a múltiples palabras de código para un usuario (UE) y múltiples usuarios (UE) en una subtrama. Los valores de la Relación Señal/Ruido, si están disponibles en el transmisor (primer dispositivo de comunicación) también se pueden usar para ordenar los valores de HARQ en una lista.

10 En otra realización ejemplar, el primer dispositivo de comunicación combina múltiples valores de retroalimentación HARQ o valores efectivos de retroalimentación HARQ que se han ordenado según el ejemplo anterior para formar un único NACK efectivo basado en cualquiera de los criterios anteriores aplicados a sólo las primeras M subtramas en la lista ordenada de múltiple retroalimentación HARQ o valores efectivos de retroalimentación HARQ. Esto incluye el caso en que $M = 1$, de modo que el valor de retroalimentación HARQ efectivo combinado es el mismo que el valor de la primera retroalimentación HARQ o valor de retroalimentación efectiva de la lista.

15 Según una realización ejemplar, múltiples valores de retroalimentación HARQ pueden usarse de manera diferente para diferentes grupos de paquetes usados con el fin de determinar cómo se varía el tamaño de la ventana de contención. Por ejemplo, para los valores de retroalimentación HARQ correspondientes a las palabras de código en una transmisión MIMO (Entrada Múltiple, Salida Múltiple), diferentes usuarios en una subtrama, usuarios en diferentes subtramas y usuarios en diferentes ráfagas de transmisión, los valores de retroalimentación HARQ pueden usarse todos de manera diferente para determinar cómo varía el tamaño de la ventana de contención. Algunas implementaciones ejemplares de esta realización se describen a continuación.

20 1) Los valores de retroalimentación HARQ para diferentes palabras de código transmitidas a un único usuario se combinan mediante el primer dispositivo de comunicación para formar un único valor efectivo de retroalimentación HARQ como se describió anteriormente, de modo que hay un valor de retroalimentación HARQ o de retroalimentación HARQ efectiva por usuario. Los valores de retroalimentación HARQ o de retroalimentación HARQ efectiva para todos los usuarios dentro de una subtrama se combinan adicionalmente para generar un único valor efectivo de retroalimentación HARQ para una subtrama. Los valores de retroalimentación HARQ para todas las subtramas en todas las ráfagas de transmisión se ordenan en una lista en orden cronológico como se describió anteriormente y se usan como entrada para los algoritmos de determinación del tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio como se describirá a continuación.

25 2) En otro ejemplo, el primer dispositivo de comunicación combina primero los valores de retroalimentación HARQ para diferentes palabras de código para un usuario y luego el primer dispositivo de comunicación combina el valor de retroalimentación HARQ o HARQ efectivo por usuario en una subtrama para generar un único valor de retroalimentación HARQ por subtrama como se describió en la realización anterior. Luego, los valores individuales por subtrama se combinan adicionalmente, como se describió previamente, para generar un único valor efectivo de retroalimentación HARQ por ráfaga de transmisión. La lista de valores o valores efectivos de retroalimentación HARQ por ráfaga de transmisión se ordenan luego en una lista por orden cronológico y se utilizan como entrada para los algoritmos de determinación del tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio.

30 3) En una variación de la realización ejemplar anterior, el primer dispositivo de comunicación puede combinar los valores de retroalimentación HARQ en una lista de valores o valores efectivos de retroalimentación HARQ por ráfaga de transmisión, para generar un único valor de retroalimentación HARQ efectivo que se utiliza para determinar el tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio.

35 4) Según otro ejemplo, el primer dispositivo de comunicación puede combinar los valores de retroalimentación HARQ para diferentes palabras de código transmitidas a un único usuario (UE) para formar un único valor efectivo de retroalimentación HARQ como se describió anteriormente, de modo que hay un valor de retroalimentación HARQ o de retroalimentación HARQ efectiva por usuario. Los valores de retroalimentación HARQ para todos los usuarios (UE) en todas las subtramas y todas las ráfagas de transmisión se ordenan en una lista sin ninguna combinación adicional y se utilizan como entrada a los algoritmos de determinación de tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio.

40 5) En otro ejemplo, el primer dispositivo de comunicación combina los valores de retroalimentación HARQ para todas las palabras de código que pertenecen a todos los usuarios (UE) en una subtrama para formar un único valor efectivo de retroalimentación HARQ como se describió, con el fin de que haya un valor de retroalimentación HARQ o retroalimentación HARQ efectiva por subtrama. Los valores de retroalimentación HARQ para todas las subtramas en todas las ráfagas de transmisión se ordenan en una lista por orden cronológico y se usan como entrada a los algoritmos de determinación de tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio.

45 6) Según otro ejemplo, el primer dispositivo de comunicación combina los valores de retroalimentación HARQ para todas las palabras de código que pertenecen a todos los usuarios (UE) en una subtrama y todas las subtramas en una ráfaga de transmisión para formar un único valor de retroalimentación HARQ efectivo como se describió anteriormente, con el fin de que haya un valor de retroalimentación HARQ o retroalimentación HARQ efectiva por subtrama. Los valores de retroalimentación HARQ para todas las ráfagas de transmisión se ordenan en una lista en orden cronológico

y se usan como entrada para los algoritmos de determinación de tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio.

5 7) En otro ejemplo, el primer dispositivo de comunicación combina todos los valores de retroalimentación HARQ para todas las palabras de código que pertenecen a todos los usuarios en una subtrama, todas las subtramas en una ráfaga de transmisión y a través de las múltiples ráfagas de transmisión, para formar un único valor de retroalimentación HARQ efectivo como se describió, de modo que se genera un valor de retroalimentación HARQ o de retroalimentación HARQ efectivo. Este único valor de retroalimentación HARQ o de retroalimentación HARQ efectivo se utiliza como entrada para los algoritmos de determinación de tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio.

10 8) En otro ejemplo, todos los valores HARQ disponibles pueden ser utilizados por el primer dispositivo de comunicación directamente, sin ninguna combinación u ordenamiento, como entrada a los algoritmos de determinación de tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio.

15 Como se mencionó anteriormente, los valores de retroalimentación HARQ son utilizados por el primer dispositivo de comunicación como entrada al algoritmo de determinación de tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio del primer dispositivo de comunicación para determinar el tamaño de ventana CW. A continuación, se muestran ejemplos de un método llevado a cabo por el primer dispositivo de comunicación para determinar CW:

20 De acuerdo con una realización ejemplar, el tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio, cuando se lleva a cabo una operación LBT al comienzo de una ráfaga de transmisión que contiene una o más subtramas, se determina como una función de una lista ordenada de valores de retroalimentación HARQ previos, como se describió anteriormente. El tamaño de la ventana CW, se puede ver, de este modo, como una función f de los valores de retroalimentación de HARQ: HARQ₂, HARQ₂, ..., HARQ_k de la lista ordenada según:

$$CW = f(\text{HARQ}_2, \text{HARQ}_2, \dots, \text{HARQ}_k)$$

donde k es el número del último valor de retroalimentación HARQ de la lista.

25 En otro ejemplo de realización de adaptación del tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio, el tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio, CW, puede multiplicarse por un factor de dos cada vez que se recibe una retroalimentación NACK hasta un valor máximo de CW_{max}; y se restablece a CW_{min} cada vez que se recibe una retroalimentación ACK. El tamaño de la ventana de contención para llevar a cabo LBT puede representarse, en este caso, como:

$$CW = CW_{\min} \times a^n$$

donde el factor de multiplicación a es dos y n indica el número de NACK recibidos después del último ACK recibido.

30 Según un ejemplo, n se establece como:

$$n = \text{piso}((\text{número de NACK recibidos después del último ACK recibido})/N)$$

donde la función piso ($\lfloor \cdot \rfloor$) devuelve un valor entero no mayor que la entrada n . Es decir, se aumenta el tamaño de la ventana CW por el factor de multiplicación a para todos los N valores de retroalimentación NACK en promedio, donde N es un parámetro que se puede usar para controlar la agresividad del algoritmo LBT.

35 En otro ejemplo, la forma de la función de la adaptación del tamaño de la ventana puede adoptar formas distintas a la función exponencial, por ejemplo:

$$CW = CW_{\min} \times g(n)$$

donde, $g(n)$ puede ser un polinomio de orden m :

$$g(n) = C_m n^m + C_{m-1} n^{m-1} + \dots + C_1 n + C_0$$

40 En otro ejemplo, el primer dispositivo de comunicación no realiza ni solicitudes ni combinaciones para los valores de retroalimentación HARQ recibidos. Por ejemplo, los valores de retroalimentación HARQ se tratan de manera idéntica en el algoritmo de determinación/variación del tamaño de la ventana de contención. Es decir, no hay diferencia en cómo se procesan los valores HARQ dependiendo de si los valores pertenecen al mismo usuario, a múltiples usuarios, a subtramas múltiples, etc. Por ejemplo, la ventana de contención para la i -ésima operación LBT, CW (i) = $f(\text{HARQ ACK/NACK})$ se podría definir de la siguiente manera:

$$CW(i) = CW_{\min}, \text{ si } \text{NACK_ratio} < T_0$$

$$CW(i) = CW(i-1) \times a^x, \text{ si } \text{NACK_ratio} \geq T_0$$

50 donde el factor de multiplicación a es 2, NACK_ratio = (número de HARQ NACK)/(número total de valores de retroalimentación HARQ disponibles no utilizados), T_0 es un umbral que puede variar de 0 a 1 y x es una función de NACK_ratio. A continuación, se da una implementación ejemplar para x .

ES 2 779 579 T3

$$x = 1, \text{ si } \text{NACK_ratio} \geq T0$$

Otra implementación ejemplar para x es la siguiente.

$$X = 0, \text{ Si } T0 \leq \text{NACK_ratio} < T1$$

$$X = 1, \text{ Si } T1 \leq \text{NACK_ratio} < T2$$

5

...

$$X = m, \text{ Si } Tm \leq \text{NACK_ratio} \leq 1$$

10

Con referencia a la Figura 12 se ilustra un diagrama de bloques de componentes ejemplares de un primer dispositivo de comunicación 1200 de acuerdo con las realizaciones descritas previamente. El primer dispositivo de comunicación 1200 comprende por lo menos una antena 1210, un circuito transmisor o módulo transmisor 1220, un circuito receptor o un módulo receptor 1230, un procesador 1240 o un módulo de procesamiento o un circuito de procesamiento y una memoria 1250. Como se muestra, el circuito transmisor y el circuito receptor pueden estar comprendidos en un circuito transceptor o módulo transceptor 1260.

15

La antena 1210 incluye una o más antenas para transmitir y/o recibir señales de radiofrecuencia (RF) a través de la interfaz aérea. La antena 1210 puede, por ejemplo, recibir señales de RF del circuito transceptor/transmisor 1260 y transmitir las señales de RF a través de la interfaz aérea a uno o más segundos dispositivos de comunicación, por ejemplo, UE o nodos de red de radio, es decir, estaciones base de radio, por ejemplo, eNodeBs o eNB, y recibir señales de RF a través de la interfaz aérea de esos uno o más segundos dispositivos de comunicación, por ejemplo, estaciones base de radio o UE y proporcionar las señales de RF al circuito transceptor 1260.

20

El módulo/circuito de procesamiento 1240 incluye un procesador, un microprocesador, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de compuerta programable en campo (FPGA), o similares. El procesador 1240 controla el funcionamiento del primer dispositivo de comunicación 1200 y de sus componentes. La memoria (circuito o módulo) 1250 incluye una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM) y/u otro tipo de memoria para almacenar datos e instrucciones que puede utilizar el procesador 1240. El primer dispositivo de comunicación 1200 puede comprender componentes adicionales no mostrados en la Figura 12.

25

Como se describió anteriormente, el primer dispositivo de comunicación 1200 está configurado para transmitir por medio del circuito/módulo transmisor 1230 por lo menos una ráfaga que comprende una o más subtramas a uno o más segundos dispositivos de comunicación; en el cual la transmisión de la por lo menos una ráfaga está precedida por un procedimiento exitoso de escuchar antes de transmitir (LBT), es decir, el primer dispositivo de comunicación 1200 determina que un canal es libre de transmitir la por lo menos una ráfaga. El módulo receptor o el circuito recibido 1220 está configurado para recibir, al menos para una subtrama en la ráfaga, un valor de retroalimentación HARQ correspondiente. La retroalimentación HARQ se recibe desde los por lo menos uno o más segundos dispositivos de comunicación. El módulo de procesamiento o circuito de procesamiento o procesador 1240 está configurado para determinar un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio en base a cada retroalimentación HARQ recibida y además en base a la retroalimentación HARQ disponible no utilizada previamente en el primer dispositivo de comunicación 1200 en el momento en que se lleva a cabo el procedimiento LBT para acceder el canal.

30

35

La memoria 1250 puede contener instrucciones ejecutables por el procesador 1240 por lo cual el primer dispositivo de comunicación 1200 está operativo para llevar a cabo los pasos del método descritos anteriormente. También se proporciona un programa informático que comprende medios de código legibles por ordenador que, cuando se ejecutan en el primer dispositivo de comunicación 1200, por ejemplo, por medio del procesador 1240, hace que el primer dispositivo de comunicación ejecute las etapas del método descritas anteriormente, las cuales incluyen: transmitir por lo menos una ráfaga que comprende una o más subtramas a uno o más segundos dispositivos de comunicación para recibir, recibir por lo menos una subtrama en la ráfaga, un valor de retroalimentación HARQ correspondiente, y determinar un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio en base a cada retroalimentación HARQ recibida y además en base a la retroalimentación HARQ disponible no utilizada previamente en el primer dispositivo de comunicación 1200 en el momento en que se lleva a cabo el procedimiento LBT para acceder al canal.

40

45

El código legible por computadora implica que, cuando se ejecuta en el primer dispositivo de comunicación, también hace que el primer dispositivo de comunicación 1200 combine, por medio del procesador 1240, los valores HARQ recibidos como se describió previamente y también es para determinar, por medio del procesador 1240, el tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio, como se describió anteriormente.

50

A lo largo de esta descripción, la palabra "comprender" o "que comprende" se ha utilizado en un sentido no limitativo, es decir, queriendo decir que "constar al menos de". Aunque en este documento pueden emplearse términos específicos, se usan solo en un sentido genérico y descriptivo y no con fines de limitación. En particular, debe tenerse en cuenta que, aunque se ha utilizado la terminología de LTE 3GPP en esta descripción para ejemplificar la invención, esto no debería verse como una limitación del alcance de la invención a solo el sistema mencionado anteriormente.

55

ES 2 779 579 T3

Otros sistemas inalámbricos, incluidos LTE-A (o LTE-Avanzado), UMTS, WiMax y WILAN, también pueden beneficiarse de la aplicación de las ideas cubiertas en esta divulgación.

| Abreviatura | Explicación |
|-------------|---|
| CCA | Evaluación de Canal Libre |
| DCF | Función de Coordinación Distribuida |
| DIFS | Separación entre tramas DCF |
| DL | Enlace Descendente |
| DRS | Señal de Referencia de Hallazgo |
| eNB | Nodo B evolucionado, estación base |
| LAA | Acceso Asistido por Licencia |
| LBT | Escuchar Antes de Transmitir |
| PDCCH | Canal de Control de Enlace Descendente Físico |
| PIFS | Separación entre tramas PCF |
| PCell | Celda Primaria |
| PUSCH | Canal Compartido de Enlace Físico Ascendente |
| QoS | Calidad de Servicio |
| SCell | Celda Secundaria |
| SIFS | Separación Corta entre Tramas |
| UE | Equipo de Usuario |
| UL | Enlace Ascendente |

REIVINDICACIONES

1. Un método implementado por un primer dispositivo de comunicación (1200) para adaptar un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio, comprendiendo el método:

5 - la transmisión (1101) de por lo menos una ráfaga que incluye por lo menos una subtrama a por lo menos un segundo dispositivo de comunicación;

- la recepción (1102), desde el por lo menos un segundo dispositivo de comunicación, para la por lo menos una subtrama, de múltiples valores de retroalimentación HARQ, Solicitud de Repetición Automática Híbrida; y

10 - la adaptación (1103) de un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio basado en los múltiples valores de retroalimentación HARQ recibidos si una fracción de los múltiples valores de retroalimentación HARQ recibidos que son NACK excede un cierto valor umbral.

2. El método según la reivindicación 1, en el cual dicha adaptación (1103) se lleva a cabo en un sistema de acceso asistido por licencia, LAA, que comprende una celda primaria y una o más celdas secundarias.

3. El método según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el cual dicha transmisión (1101) está precedida por un procedimiento exitoso de Escuchar antes de Transmitir (LBT).

15 4. El método según la reivindicación 3, en el cual dicha adaptación (1103) de un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio con base en el valor de retroalimentación HARQ recibido y además con base en cualquier retroalimentación HARQ disponible no utilizada previamente en el primer dispositivo de comunicación en el momento en que se lleva a cabo el procedimiento LBT para acceder al canal.

20 5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, en el cual la adaptación (1103) del tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio, denominado CW, se lleva a cabo según lo siguiente:

- CW es una función de los valores de retroalimentación HARQ, HARQ₁, HARQ₂, ..., HARQ_k de una lista ordenada de valores HARQ pasados según:

$$CW = f(HARQ_1, HARQ_2, \dots, HARQ_k)$$

donde k es el número del último valor de retroalimentación HARQ de la lista.

25 6. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual la adaptación (1103) del tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio, denominado CW, se lleva a cabo según lo siguiente para un i – ésimo LBT:

$$CW(i) = f(HARQ\ ACK/NACK)$$

que se define de la siguiente manera:

30
$$CW(i) = CW_{min}, \text{ si } NACK_ratio < T_0$$

$$CW(i) = CW(i-1) \times a^x, \text{ si } NACK_ratio \geq T_0$$

donde el factor de multiplicación a es 2, NACK_ratio = (número de HARQ NACK)/(número total de valores de retroalimentación HARQ disponibles no utilizados), T₀ es un umbral que puede variar de 0 a 1 y x es una función de NACK_ratio.

35 7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, en el cual la adaptación (1103) del tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio, denominado CW, se lleva a cabo según lo siguiente:

$$CW = CW_{min} \times a^n$$

donde el factor de multiplicación a es dos y n indica el número de NACK recibidos después del último ACK recibido y en el cual n es

40
$$n = \text{piso}((\text{número de NACK recibidos después del último ACK recibido})/N)$$

donde la función piso () devuelve un valor entero no mayor que la entrada n, es decir, se aumenta el tamaño de la ventana CW por el factor de multiplicación a para todos los N valores de retroalimentación NACK en promedio, donde N es un parámetro usado para controlar la agresividad del algoritmo LBT.

45 8. Un aparato en forma de un primer dispositivo de comunicación (1200) para un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio, comprendiendo el aparato (1200) un procesador (1240) y una memoria (1250), conteniendo dicha memoria (1250) instrucciones ejecutables por dicho procesador (1240) por lo que dicho aparato es operativo para:

transmitir por lo menos una ráfaga que incluye por lo menos una subtrama, a por lo menos un segundo dispositivo de comunicación;

- recibir desde el por lo menos un segundo dispositivo de comunicación, para la por lo menos una subtrama, múltiples valores de retroalimentación HARQ, Solicitud de Repetición Automática Híbrida, y

5 - adaptar un tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio basado en los múltiples valores de retroalimentación HARQ recibidos si una fracción de los múltiples valores de retroalimentación HARQ recibidos que son NACK excede un cierto valor umbral.

9. El aparato (1200) según la reivindicación 8, en el cual el aparato (1200) es operativo para adaptar el tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio en un sistema de acceso asistido por licencia, LAA, que comprende una celda primaria y una o más celdas secundarias.

10. El aparato (1200) según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el cual la transmisión está precedida por un procedimiento exitoso de Escuchar antes de Transmitir (LBT).

11. El aparato (1200) según la reivindicación 10, en el cual el aparato (1200) es operativo para adaptar el tamaño de la ventana de contención de retroceso aleatorio en base al valor de retroalimentación HARQ recibido y además en base a cualquier retroalimentación HARQ disponible no utilizada previamente en el primer dispositivo de comunicación en el momento en que se lleva a cabo el procedimiento LBT para acceder al canal.

12. El aparato (1200) según cualquiera de las reivindicaciones 8 -11, en el cual el aparato (1200) es operativo para adaptar el tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio, denominado CW, según lo siguiente:

- CW es una función de los valores de retroalimentación HARQ, HARQ₁, HARQ₂, ..., HARQ_k de una lista ordenada de valores HARQ pasados según:

$$CW = f(\text{HARQ}_1, \text{HARQ}_2, \dots, \text{HARQ}_k)$$

donde k es el número del último valor de retroalimentación HARQ de la lista.

13. El aparato (1200) según cualquiera de las reivindicaciones 8 - 11, en el cual el aparato (1200) está operativo para adaptar el tamaño de ventana de contención de retroceso aleatorio, denominado CW, según lo siguiente para un i – ésimo LBT:

$$CW(i) = f(\text{HARQ ACK/NACK})$$

que se define de la siguiente manera:

$$CW(i) = CW_{\min}, \text{ si } \text{NACK_ratio} < T_0$$

$$CW(i) = CW(i-1) \times a^x, \text{ si } \text{NACK_ratio} \geq T_0$$

30 donde el factor de multiplicación a es 2, NACK_ratio = (número de HARQ NACK)/(número total de valores de retroalimentación HARQ disponibles no utilizados), T₀ es un umbral que puede variar de 0 a 1 y x es una función de NACK_ratio.

14. El aparato (1200) según cualquiera de las reivindicaciones 8 – 11, en el cual el aparato (1200) está operativo para adaptar el tamaño de la ventana de contención aleatoria, denominado CW, y se lleva a cabo según lo siguiente:

$$35 \quad CW = CW_{\min} \times a^n$$

donde el factor de multiplicación a es dos y n indica el número de NACK recibidos después del último ACK recibido y en el cual n puede ser

$$n = \text{piso}((\text{número de NACK recibidos después del último ACK recibido})/N)$$

40 donde la función piso () devuelve un valor entero no mayor que la entrada n, es decir, se aumenta el tamaño de la ventana CW por el factor de multiplicación a para todos los N valores de retroalimentación NACK en promedio, donde N es un parámetro usado para controlar la agresividad del algoritmo LBT.

15. Un programa de ordenador que comprende un código legible por ordenador que, cuando se ejecuta en un aparato (1200), hace que el aparato realice cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 del método.

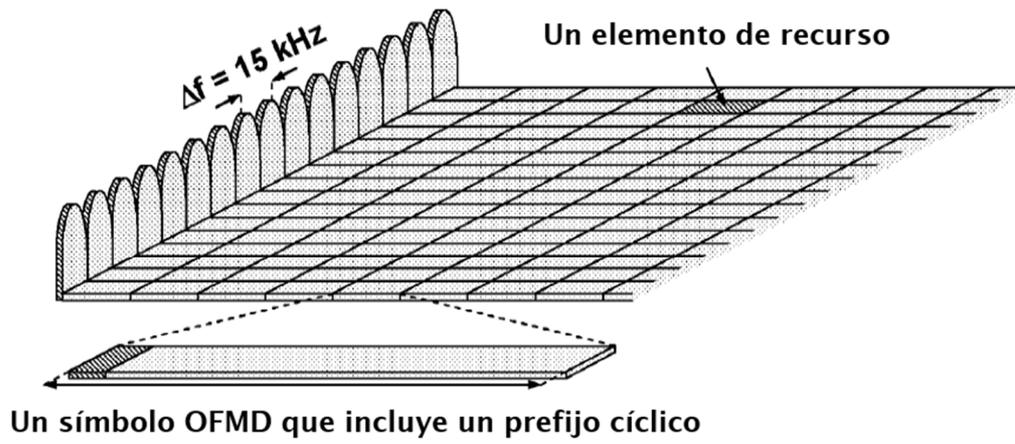


FIGURA 1

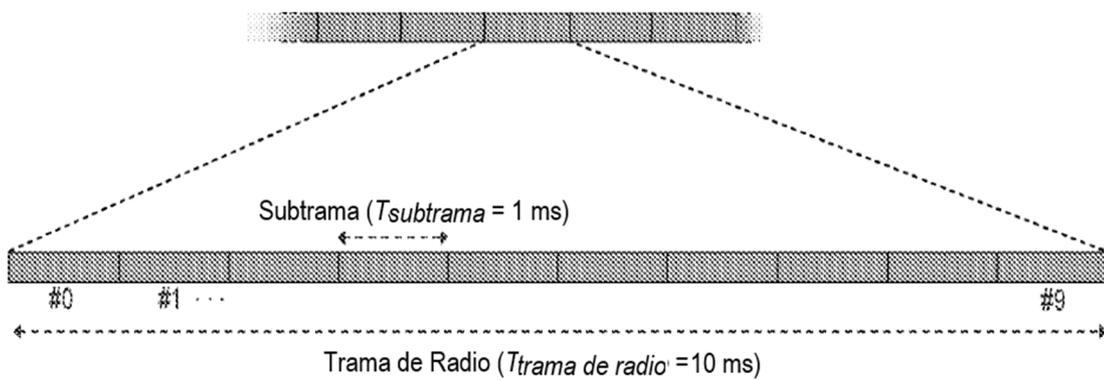


FIGURA 2

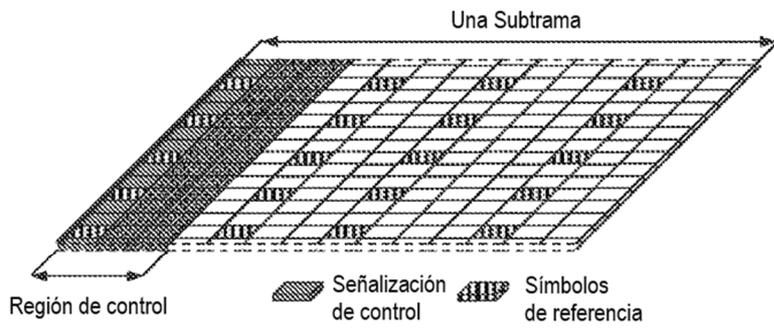


FIGURA 3

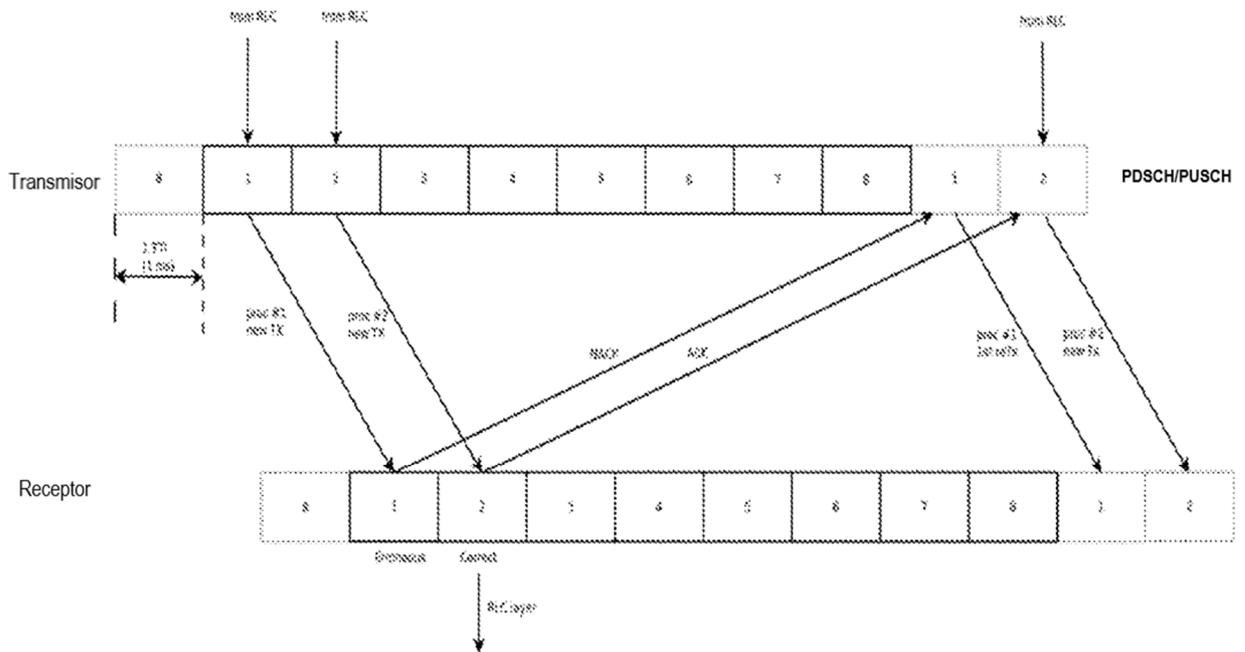


FIGURA 4



FIGURA 5

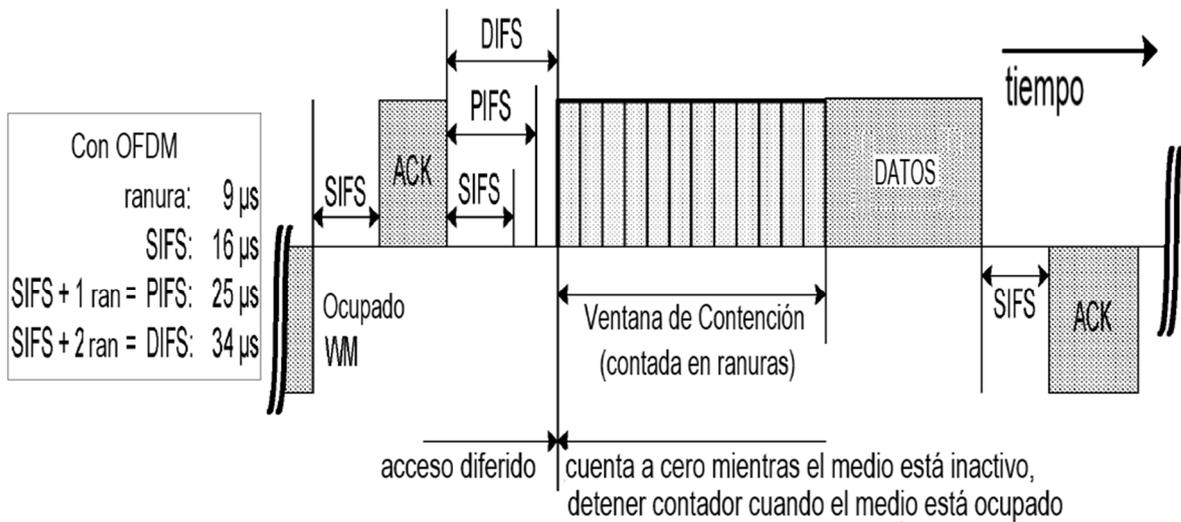


FIGURA 6

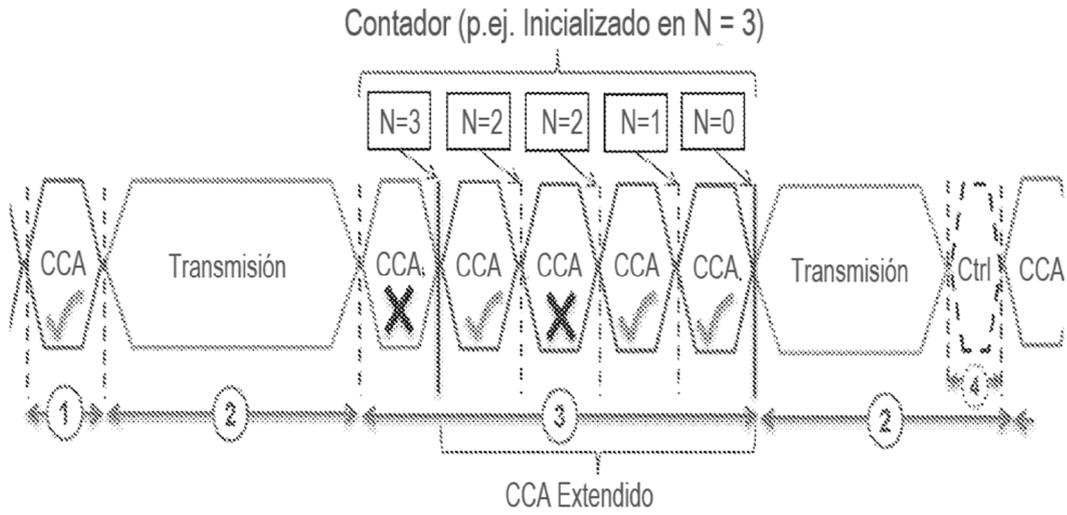


FIGURA 7

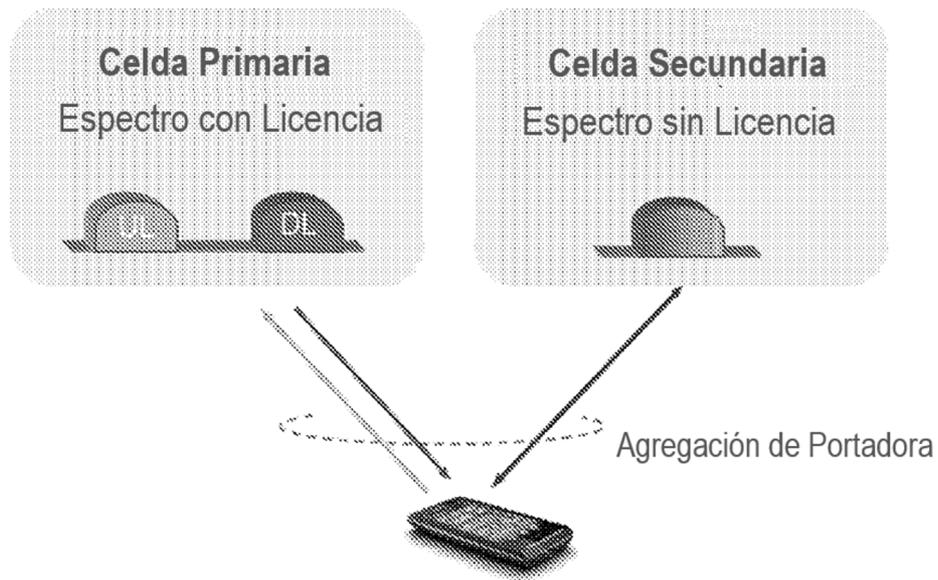


FIGURA 8

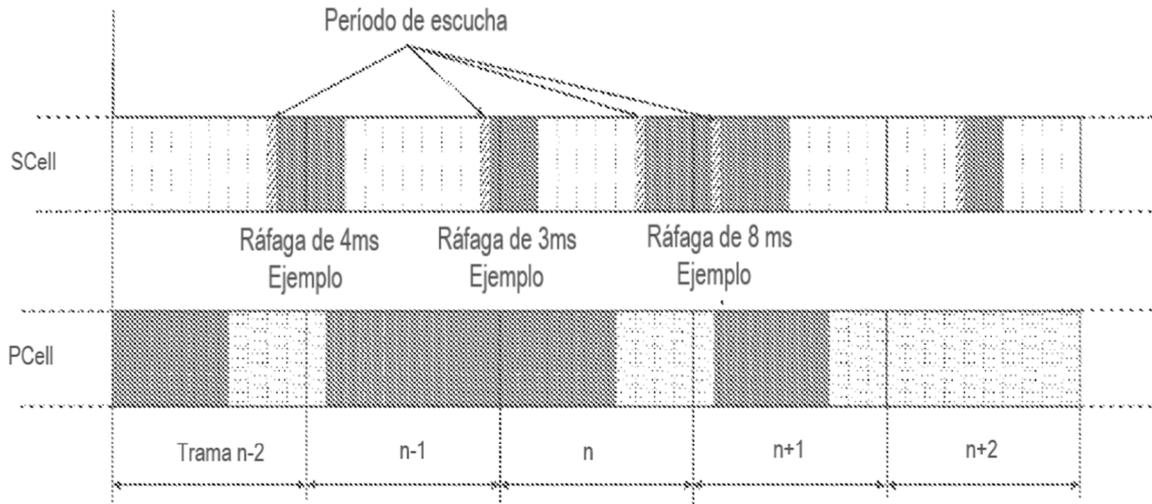


FIGURA 9

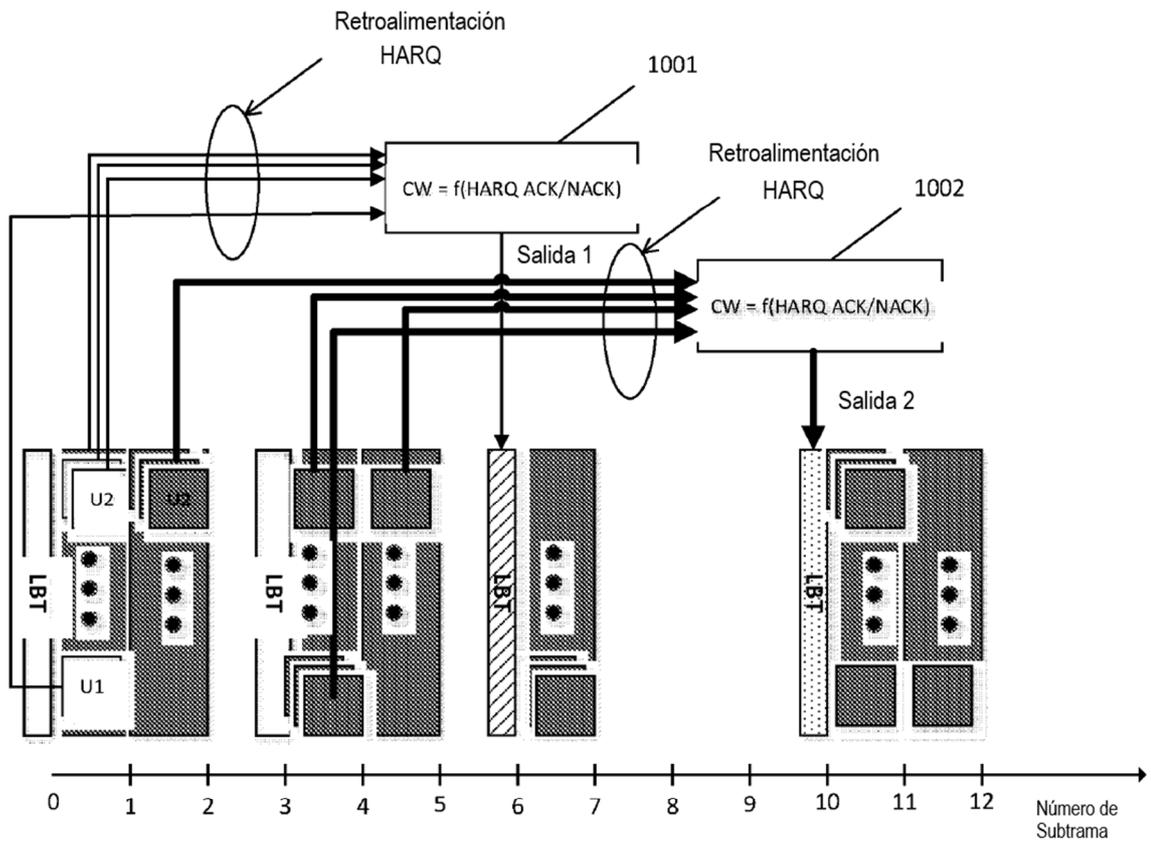


FIGURA 10

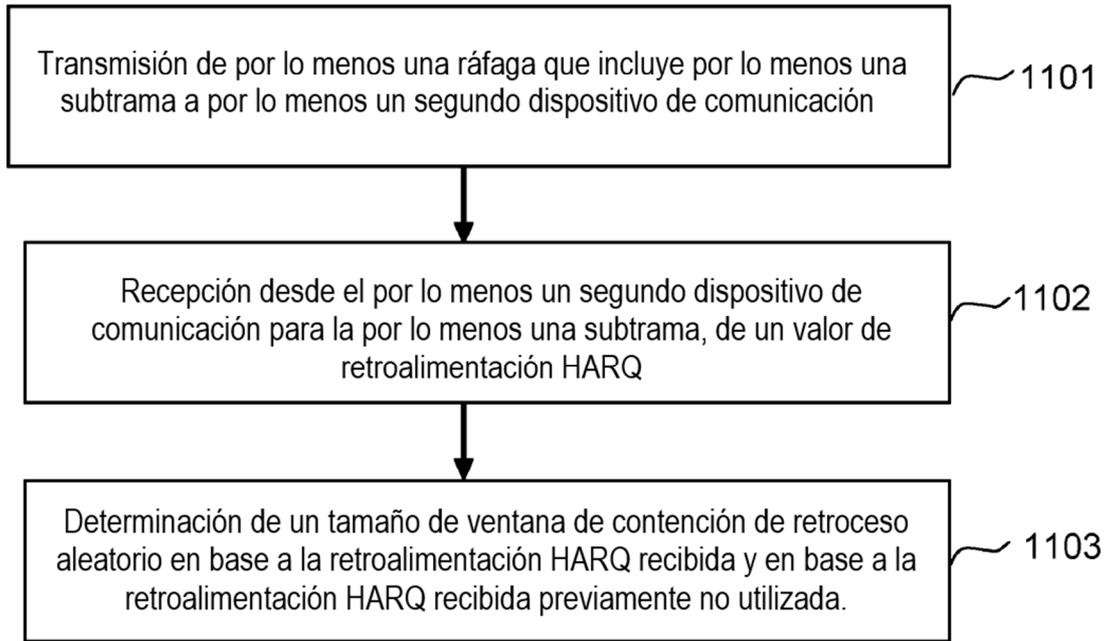


FIGURA 11

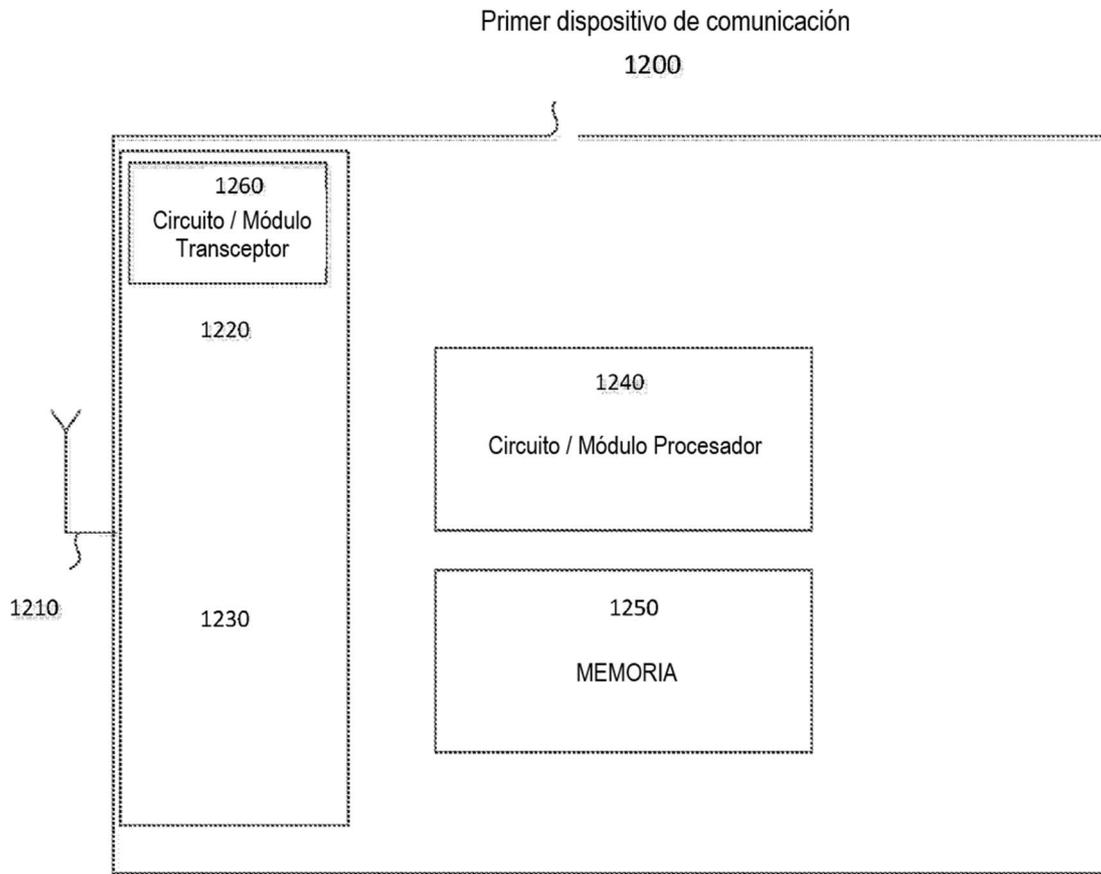


FIGURA 12