

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 899 278**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/18** (2006.01)

**H04L 5/14** (2006.01)

**H04L 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.10.2017 PCT/EP2017/076776**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.05.2018 WO18077726**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.10.2017 E 17784320 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.09.2021 EP 3529931**

54 Título: **ACK/NACK rápido en redes de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

**24.10.2016 EP 16195299**

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

**10.03.2022**

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR  
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN  
FORSCHUNG E.V. (100.0%)  
Hansastraße 27c  
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**FEHRENBACH, THOMAS;  
WIRTH, THOMAS;  
HELLGE, CORNELIUS;  
GÖKTEPE, BARIS y  
THIELE, LARS**

74 Agente/Representante:

**ARIZTI ACHA, Monica**

**ES 2 899 278 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

ACK/NACK rápido en redes de comunicación inalámbrica

5 La presente invención se refiere al campo de las redes o sistemas de comunicación inalámbrica, más específicamente, redes o sistemas de comunicación inalámbrica que van a accederse por multiplexación de división en el tiempo. La invención se refiere adicionalmente a HARQ de banda estrecha. Las realizaciones se refieren a receptores que permiten una retransmisión rápida de datos propensos a errores.

10 Las redes de comunicación móviles se usan para transmitir y/o recibir datos desde o hasta nodos de comunicación inalámbrica, tales como dispositivos de equipo de usuario y/o de IoT. Los dispositivos de IoT pueden incluir dispositivos físicos, vehículos, edificios y otros artículos que tienen incorporados en los mismos electrónica, software, sensores, accionadores o similares, así como conectividad de red que posibilita a estos dispositivos recopilar e intercambiar datos a través de una infraestructura de red existente.

15 El documento US 2014/0140251 A1 describe un método de transmisión de datos en un sistema de agregación de portadoras, usado para realizar la transmisión de datos de UE que no soportan simultáneamente transmisión de enlace ascendente y de enlace descendente.

20 La Figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo de una infraestructura de red de este tipo, como un sistema de comunicación inalámbrica que incluye una pluralidad de estaciones base eNB<sub>1</sub> a eNB<sub>5</sub>, dando servicio cada una a un área específica que rodea la estación base esquemáticamente representada por las respectivas células 100<sub>1</sub> a 100<sub>5</sub>. Las estaciones base se proporcionan para dar servicio a los usuarios dentro de una célula. Un usuario puede ser un dispositivo estacionario o un dispositivo móvil. Además, el sistema de comunicación inalámbrica puede accederse por dispositivos de IoT que se conectan a una estación base o a un usuario. La Figura 1 muestra una vista ilustrativa de únicamente cinco células, sin embargo, el sistema de comunicación inalámbrica puede incluir más de tales células. La Figura 1 muestra dos usuarios UE<sub>1</sub> y UE<sub>2</sub>, también denominados como equipo de usuario (UE), que están en la célula 100<sub>2</sub> y que son servidos por la estación base eNB<sub>2</sub>. Se muestra otro usuario UE<sub>3</sub> en la célula 100<sub>4</sub> que es servido por la estación base eNB<sub>4</sub>. Las flechas 102, 102<sub>2</sub> y 102<sub>3</sub> representan esquemáticamente conexiones de enlace ascendente/enlace descendente para transmitir datos desde un usuario UE<sub>1</sub>, UE<sub>2</sub> y UE<sub>3</sub> a las estaciones base eNB<sub>2</sub>, eNB<sub>4</sub> o para transmitir datos desde las estaciones base eNB<sub>2</sub>, eNB<sub>4</sub> a los usuarios UE<sub>1</sub>, UE<sub>2</sub>, UE<sub>3</sub>. Además, la Figura 1 muestra dos dispositivos de IoT 104<sub>1</sub> y 104<sub>2</sub> en la célula 100<sub>4</sub>, que pueden ser dispositivo estacionarios o móviles. El dispositivo de IoT 104<sub>1</sub> accede al sistema de comunicación inalámbrica mediante la estación base eNB<sub>4</sub> para recibir y transmitir datos como se representa esquemáticamente por la flecha 105<sub>1</sub>. El dispositivo de IoT 104<sub>2</sub> accede al sistema de comunicación inalámbrica mediante el usuario UE<sub>3</sub> como se representa esquemáticamente por la flecha 105<sub>2</sub>.

40 El sistema de comunicación inalámbrica puede ser cualquier sistema de tono único o de múltiples portadoras basado en multiplexación por división de frecuencia, como el sistema de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), el sistema de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) definido por la norma de LTE, o cualquier otra señal basada en IFFT con o sin CP, por ejemplo, DFT-SOFDM. Pueden usarse otras formas de onda, como formas de onda no ortogonales para acceso múltiple, por ejemplo, múltiples portadoras de banco de filtros (FBMC). Pueden usarse otros esquemas de multiplexación, como la multiplexación de división en el tiempo (dúplex de división en el tiempo - TDD).

45 Un sistema de OFDMA para transmisión de datos puede incluir una cuadrícula de recursos físicos basada en OFDMA que comprende una pluralidad de bloques de recursos físicos (PRB) cada uno definido por 12 subportadoras por 7 símbolos de OFDM y que incluye un conjunto de elementos de recursos a los que están mapeados diversos canales físicos y señales físicas. Un elemento de recurso está compuesto de un símbolo en el dominio del tiempo y una subportadora en el dominio de la frecuencia. Por ejemplo, de acuerdo con la norma de LTE, un ancho de banda de sistema de 1,4 MHz incluye 6 PRB, y el ancho de banda de 200 kHz de acuerdo con la mejora de NB-IoT de la LTE Rel. 13 incluye 1 PRB. De acuerdo con LTE y NB-IoT, los canales físicos pueden incluir el canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) que incluye datos específicos de usuario, también denominados como datos de carga útil de enlace descendente, el canal físico de difusión (PBCH) que incluye, por ejemplo, el bloque de información maestro (MIB) o el bloque de información de sistema (SIB), el canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) que incluye, por ejemplo, la información de control de enlace descendente (DCI), etc. Las señales físicas pueden comprender señales de referencia (RS), señales de sincronización y similares. La cuadrícula de recursos de LTE comprende una trama de 10 ms en el dominio del tiempo que tiene un cierto ancho de banda en el dominio de la frecuencia, por ejemplo, 1,4 MHz. La trama tiene 10 subtramas de 1 ms de longitud, y cada subtrama incluye dos intervalos de 6 o 7 símbolos de OFDM dependiendo de la longitud de prefijo cíclico (CP).

60 La Figura 2 muestra una subtrama basada en OFDMA de LTE de ejemplo con dos puertos de antena para diferentes puertos de antena de Tx seleccionados. La subtrama incluye dos bloques de recursos (RB) cada uno compuesto de

un intervalo de la subtrama y 12 subportadoras en el dominio de la frecuencia. Las subportadoras en el dominio de la frecuencia se muestran como la subportadora 0 a la subportadora 11, y en el dominio del tiempo, cada intervalo incluye 7 símbolos de OFDM, por ejemplo, en el intervalo 0, los símbolos de OFDM 0 a 6 y, en el intervalo 1, los símbolos de OFDM 7 a 13. Los recuadros blancos 106 representan elementos de recurso asignados al PDSCH que incluyen la carga útil o datos de usuario, también denominados como una región de carga útil. Los elementos de recurso para los canales físicos de control (que incluyen datos no de carga útil o no de usuario), también denominados como la región de control, se representan por los recuadros 103 entramados. De acuerdo con ejemplos, los elementos de recurso 103 pueden asignarse al PDCCH, al canal físico de indicador de formato de control (PCFICH), y al canal físico de indicador de ARQ híbrida (PHICH). Los recuadros entramados 107 representan elementos de recurso que están asignados a la RS que pueden usarse para la estimación de canal. Los recuadros negros 108 representan recursos sin uso en el puerto de antena actual que pueden corresponder a las RS en otro puerto de antena. Los elementos de recurso 103, 107, 108 asignados a los canales físicos de control y a las señales físicas de referencia no están distribuidos de manera equitativa a lo largo del tiempo. Más específicamente, en el intervalo 0 de la subtrama, los elementos de recurso asociados con el símbolo 0 y el símbolo 1 están asignados a los canales físicos de control o a las señales físicas de referencia, ningún elemento de recurso en los símbolos 0 y 1 está asignado a datos de carga útil. Los elementos de recurso asociados con el símbolo 4 en el intervalo 0, así como los elementos de recurso asociados con los símbolos 7 y 11 en el intervalo 1 de la subtrama están asignados en parte a los canales físicos de control o a las señales físicas de referencia. Los elementos de recurso blancos mostrados en la Figura 2 pueden incluir símbolos asociados con datos de carga útil o datos de usuario y, en el intervalo 0, para los símbolos 2, 3, 5 y 6, todos los elementos de recurso 106 pueden asignarse a datos de carga útil, mientras que se asignan menos elementos de recurso 106 a datos de carga útil en el símbolo 4 del intervalo 0, y ningún elemento de recursos se asigna a datos de carga útil en los símbolos 0 y 1. En el intervalo 1, los elementos de recurso asociados con los símbolos 8, 9, 10, 12 y 13 están todos asignados a datos de carga útil, mientras que para los símbolos 7 y 11, están asignados menos elementos de recurso a datos de carga útil.

Los bloques de datos pueden codificarse, transmitirse, recibirse y decodificarse. Los datos que se han dividido en una pluralidad de bloques para la transmisión por bloques pueden almacenarse en memoria intermedia para su recepción hasta que se reciban todos los bloques por el receptor. Uno o más de estos bloques de datos puede perderse o puede recibirse con propensión a errores, de manera que puede ser necesaria una retransmisión de uno o más bloques de datos. Puede inicializarse una retransmisión de este tipo por el proceso de HARQ (petición Automática de Repetición Híbrida).

En donde, en caso de FDD (Dúplex por División de Frecuencia), es bastante sencillo y evidente que el equipo de usuario transmite ACK (acuse de recibo) o NACK (sin acuse de recibo/acuse de recibo negativo) de HARQ, ya que el UE empieza a preparar la respuesta tan pronto como completa la decodificación de PDSCH y transmite 4 milisegundos (4 intervalos de tiempo de transmisión - TTI) más tarde. Pero en TDD (Dúplex por División en el Tiempo), un UE no puede transmitir la respuesta en una temporización fijada de este tipo como en FDD. Tiene que esperar hasta que tenga la siguiente oportunidad para la transmisión de enlace ascendente (UL) y la siguiente oportunidad será diferente dependiendo de la configuración de UL/DL (DL = enlace descendente). Incluso cuando el UE obtiene la oportunidad para transmitir en el UL, puede no siempre ser posible que el UE particular transmita todos los datos de respuesta necesarios. Por ejemplo, si el UE obtiene demasiadas subtramas de DL antes de la subtrama de UL, será difícil transmitir toda la respuesta en la transmisión de UL puesto que la capacidad o ancho de banda del canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) puede no ser lo suficientemente grande para acomodar o combinar todos los ACK/NACK de HARQ. Por lo tanto, especialmente cuando se usa TDD (por ejemplo, en la estructura de trama de LTE de tipo 2), el proceso de HARQ se activa únicamente después de la siguiente descarga. Esto toma al menos 5 ms en la LTE actual. Adicionalmente, esto aumenta las memorias intermedias de HARQ necesarias ya que tiene que almacenarse una gran cantidad de datos hasta que puedan pasarse satisfactoriamente en las capas superiores.

La Figura 3a ilustra un escenario de este tipo en el que un sistema de LTE está ejecutando la estructura de trama de tipo 2 (FS2) que es TDD con la configuración 3 en la Figura 3b. Conociendo esto, puede derivarse la temporización de ACK/NACK de la Figura 4, véase la configuración N.º 1. En LTE, una trama puede comprender diez subtramas 202<sub>0</sub>-202<sub>9</sub>. En TDD, pueden usarse todos los elementos de recurso disponibles para transmisión de datos para un propósito específico tal como transferencia de datos de enlace ascendente o de enlace descendente o para propósito especial, tal como la subtrama 202<sub>1</sub> lo que permite señalización especial en el sistema y/o se usa como un tiempo de guarda. Con respecto a las enseñanzas desveladas en el presente documento, las tramas especiales se consideran tramas para propósito de enlace ascendente o propósito de enlace descendente, donde las subtramas de enlace descendente y las subtramas de enlace ascendente son usables por el transmisor y el receptor. La transmisión de ejemplo ilustrada en la Figura 3 comprende una transmisión de una estación base (Nodo B evolucionado - eNB) a un equipo de usuario UE. La transmisión en la subtrama 5, referenciándose la subtrama con 202<sub>5</sub> está distribuida de manera que el equipo de usuario no puede decodificar satisfactoriamente los datos. La perturbación puede entenderse como un paquete perdido o un número de errores de bits que superan la capacidad de corrección de errores de bits del código usado.

Durante las siguientes subtramas 202<sub>6</sub>-202<sub>0</sub> el equipo de usuario no puede informar la transmisión distribuida. En la subtrama 202<sub>1</sub> de la trama posterior y después de las subtramas de enlace descendente, el equipo de usuario puede transmitir un mensaje de NACK que indica la transmisión propensa a errores. Se proporcionan dos mecanismos diferentes para manejar mensajes de ACK en TDD: multiplexación y agrupación. Multiplexar implica que se realimentan acuses de recibo independientes para varios bloques de transporte recibidos al eNB. Agrupar implica que el resultado de la decodificación de bloques de transporte de enlace descendente de múltiples subtramas de enlace descendente puede determinarse en un único HARQ-ACK y transmitirse en el enlace ascendente. Los datos recibidos en la subtrama n probablemente se realizará acuse de recibo en la subtrama n+4 lo antes posible.

10 La retransmisión de los datos se realiza en la primera siguiente subtrama de enlace descendente 202<sub>5</sub> lo antes posible.

La Figura 4 muestra una tabla que ilustra una temporización de respuestas de HARQ para diferentes configuraciones de UL/DL en LTE. La tabla ilustra en qué subtramas n, se transmite una respuesta de HARQ y a qué PDSCH se refiere la respuesta. El número insertado en un campo relacionado con una subtrama indica el número de subtramas anteriores a las que se refiere el mensaje. Por ejemplo, en el caso de configuración 0 de UL/DL, se transmiten mensajes de ACK/NACK en las subtramas 2, 4, 7 y 9. En la subtrama 2, la tabla muestra el valor 6. Esto significa que el UE transmite un ACK/NACK para el PDSCH que recibió 6 subtramas antes. Por lo tanto, en la subtrama 2 únicamente se han pasado 2 subtramas en la trama actual, pero una trama comprende, por ejemplo, 10 subtramas. Por lo tanto, tienen que considerarse 2+10 subtramas y 6 subtramas antes de lo que era la 6<sup>a</sup> subtrama de la trama anterior (subtrama 2+10-6 subtramas=subtrama 6). En la subtrama 4, el valor 4 indica que el UE transmite ACK/NACK para el PDSCH que lo recibió en la subtrama 0 en la trama actual (subtrama 4-4 subtramas). En la subtrama 7, el equipo de usuario transmite ACK/NACK para el PDSCH que lo recibió en la subtrama 1 en la trama actual (subtrama 7-6 subtramas). En la subtrama 9, el equipo de usuario transmite ACK/NACK para el PDSCH que lo recibió en la subtrama 5 (subtrama 9-4 subtramas) en la trama actual. De manera simplificada, esto significa que puede enviarse una respuesta de HARQ lo antes posible en la siguiente subtrama de UL, en ocasiones más tarde.

Otra manera para transmitir acuses de recibo es el canal físico de indicador de HARQ (PHICH) en el enlace descendente que lleva acuses de recibo (ACK/NACK) de ARQ híbrida (HARQ) para las transferencias de datos de enlace ascendente. Los PHICH están ubicados en el primer símbolo de OFDM de cada subtrama. Se proporciona la siguiente explicación para el escenario al usar la estructura de trama de FDD y la duración de PHICH normal de acuerdo con LTE. Un PHICH puede llevarse por varios Grupos de Elementos de Recursos (REG). Múltiples PHICH pueden compartir el mismo conjunto de REG y están diferenciados por coberturas ortogonales. Los PHICH que comparten los mismos recursos se denominan un grupo de PHICH. En consecuencia, se identifica un PHICH específico por dos parámetros: el número de grupo de PHICH y el índice de secuencia ortogonal dentro del grupo.

Para determinar cuántos REG necesita un PHICH, puede tenerse en cuenta la siguiente información. La codificación de canal para HARQ ACK/NACK es directa: se representa un ACK por tres bits "111", y se representa un NACK por 3 bits "000" (3 bits cada uno). Los PHICH usan modulación de codificación por desplazamiento de fase binario (BPSK), por lo que se generan 3 símbolos de modulación para cada ACK o NACK. A continuación, estos 3 símbolos de modulación se multiplican a la cobertura ortogonal, que tiene el factor de ensanchamiento (SF) de 4 para el prefijo cíclico normal, dando como resultado un total de 12 símbolos. Cada REG contiene 4 elementos de recurso RE y cada RE puede llevar 1 símbolo de modulación, por lo que son necesarios 3 REG para un único PHICH.

La Figura 5 ilustra un ejemplo de cómo pueden mapearse los PHICH a recursos, en donde se muestran tres grupos de PHICH. Los 3 REG que soportan un grupo de PHICH están distribuidos de manera equitativa dentro del ancho de banda de sistema para proporcionar diversidad de frecuencia. El canal físico de indicador de formato de control (PCFICH) también aparece en el primer símbolo de cada subtrama y ocupa 4 REG independientemente del ancho de banda de sistema. Estos 4 REG están distribuidos de manera equitativa a través del ancho de banda de sistema.

Un número de PHICH que puede incluir un grupo de PHICH puede determinarse de tal manera que se haya identificado un total de 8 secuencias ortogonales en 3GPP TS 36.211 tabla 6.9.1-2, por lo que cada grupo de PHICH puede llevar hasta 8 PHICH.

$$N_{PHICH}^{grupo} = [Ng(N_{RB}^{DL}/8)]$$

para CP normal

$$N_{PHICH}^{grupo} = 2 \times [Ng(N_{RB}^{DL}/8)]$$

para CP extendido, en el que

$$N_g \in \left\{ \frac{1}{6}; \frac{1}{2}; 1; 2 \right\}$$

señalizado en MIB

5 La Figura 6 ilustra un número de grupos de PHICH con ancho de banda de canal de 10 MHz dependiente del parámetro  $N_g$  para prefijos cíclicos normales de acuerdo con la fórmula anterior. Un número de grupos de PHICH que se soporta en un sistema depende de la configuración específica. El número real de grupos de PCFICH puede derivarse del ancho de banda de enlace descendente y del parámetro  $N_g$ , ambos de los cuales se difunden en el MIB. La fórmula se define en 3GPP TS 36.211 sección 6.9 como se ha mostrado anteriormente. Supóngase que el  
10 ancho de banda del canal de enlace descendente es 10 MHz y que  $N_g = 1$ . En este caso, habrá un total de 7 PCFICH grupos disponibles. El número total de PCFICH soportados por subtrama sería entonces 7 grupos de PCFICH x 8 PHICH por grupo de PHICH = 56 PCFICH. El número total de elementos de recursos RE necesarios es 7 grupos de PHICH x 3 REG o grupo de PHICH x 4 RE por REG = 84 RE.

15 Cada PCFICH puede llevar los HARQ/NACK para transferencias de datos de enlace ascendente. Un UE sabe dónde buscar su PHICH como en el dominio del tiempo, si la transmisión de enlace ascendente tiene lugar en la subtrama  $n$ , el correspondiente PHICH estará en la subtrama  $n+4$ . En el dominio de la frecuencia, se indica por la asignación de recursos de enlace ascendente con formato 0 de DCI, cuándo se deriva el PHICH específico (número de grupo de PHICH, índice de secuencia ortogonal dentro del grupo) del índice de PRB más bajo en el primer intervalo de la correspondiente transmisión de PUSCH y el desplazamiento cíclico de las DMR. Esto se define en 3GPP TS 36.213, sección 9.1.2.  
20

El parámetro  $N_g$  está incluido en el MIB y no incluido en el Bloque de Información de Sistema (SIB) debido a la razón de que el UE necesita conocer dónde está la configuración de PCFICH al comienzo del proceso de adquisición de sistema, que es un problema de "la gallina y el huevo". Por una parte, el UE necesita decodificar el PHICH para conocer dónde hallar un SIB en el PDSCH. Por otra parte, el PDCCH y el PHICH y el PCFICH comparten los recursos en la región de control de una subtrama y el conjunto de los recursos disponibles para PDCCH depende de la configuración de PHICH ya que los recursos de PCFICH son fijos y conocidos.  
25

30 Otra manera para transmitir ACK/NACK es el canal físico de control de enlace ascendente que lleva acuses de recibo de datos de enlace descendente. El canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) lleva un conjunto de información llamada Información de Control de Enlace Ascendente (UCI). Esto es similar a PUCCH que lleva DCI (Información de Control de Enlace Descendente). Dependiendo de qué clase de información lleve la UCI en el PDCCH, se clasifica el PDCCH en diversas formaciones. En 3GPP 36.213, sección 10.1, procedimiento del UE para determinar una asignación de canal físico de control de enlace ascendente, el formato de PUCCH se resume como sigue:  
35

- HARQ-ACK que usa formato 1a o 1b de PUCCH
- HARQ-ACK que usa formato 1b de PUCCH con selección de canal
- 40 • Solicitud de planificación (SR) que usa formato 1 de PUCCH
- HARQ-ACK y SR que usan formato 1a o 1b de PUCCH
- CQI que usa formato 2 de PUCCH
- CQI y HARQ-ACK que usan formato PUCCH
- 2a o 2b para prefijo de cíclico normal
- 45 • 2 para prefijo cíclico extendido

La Figura 7 es una tabla que describe la especificación descrita anteriormente en la especificación del 3GPP, en la que la Figura 8 es otro formato tabular de la descripción de la especificación para ilustrar los contenidos de ARQ y CSI. Estas tablas muestran el tipo y longitud de mensajes de información de control de enlace ascendente (UCI) enviados a través del canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) y pueden observarse como los tipos de información que se enviará, en su lugar, a través del canal de control de banda estrecha como se describe en el presente documento. El formato de PUCCH se adoptará, en consecuencia, a la característica de banda estrecha.  
50

Por lo tanto, existe una necesidad de mejorar el intercambio de datos en redes de comunicación móviles.  
55

Es un objeto proporcionar un enfoque que permita un intercambio de datos de bajo retardo eficaz en redes de comunicación móviles, especialmente en configuraciones de TDD, especialmente para reducir el retardo provocado por la retransmisión de datos.

60 Este objeto se consigue mediante la materia objeto como se define en las reivindicaciones independientes.

Los inventores han hallado que los datos, tales como los datos de evaluación, pero también los datos de usuario o la información de control, pueden transmitirse en un esquema de TDD desde un nodo de recepción durante la

recepción o durante las fases de enlace descendente de la comunicación cuando se usa un canal de comunicación que está dispuesto en una segunda banda de frecuencia no usada por la primera banda de frecuencia usada para la transmisión de los datos de enlace descendente. Esto permite la transmisión por el nodo de recepción, incluso cuando no se planifica transmisión en la primera banda de frecuencia en el esquema de TDD.

5

De acuerdo con una realización, se define un equipo de usuario en la reivindicación independiente 1.

Otra realización proporciona un sistema de comunicación inalámbrica que comprende un equipo de usuario de acuerdo con la reivindicación 1 y una estación base.

10

Otra realización proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 13.

Otra realización proporciona un producto de programa informático no transitorio que comprende un medio legible por ordenador que almacena instrucciones que, cuando se ejecutan en un ordenador, hacen que el ordenador realice el método de acuerdo con la reivindicación 13.

15

Se definen realizaciones adicionales en las reivindicaciones dependientes.

Las realizaciones de la presente invención se describen ahora en detalle adicional con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

20

La Figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo de una infraestructura de red;

La Figura 2 es una representación esquemática de una subtrama basada en OFDMA de LTE de ejemplo con dos puertos de antena para diferentes puertos de antena de Tx seleccionados;

25

La Figura 3a es una representación esquemática de un escenario en el que una trama de LTE comprende recursos de TDD;

La Figura 3b es una representación esquemática de posibles configuraciones de enlace ascendente/enlace descendente en el escenario de la Figura 3a;

30

La Figura 4 es una tabla esquemática que ilustra una temporización de respuestas de HARQ para diferentes configuraciones de UL/DL en LTE;

35

La Figura 5 es una representación esquemática de un ejemplo de cómo pueden mapearse los PHICH a recursos, en donde se muestran tres grupos de PHICH;

La Figura 6 es una representación esquemática de un número de grupos de PHICH con ancho de banda de canal de 10 MHz;

40

La Figura 7 es una tabla que describe partes de la especificación descrita en la especificación del 3GPP;

La Figura 8 es otro formato tabular de la descripción de la especificación para ilustrar los contenidos de ARQ y CSI;

45

La Figura 9 muestra un diagrama de bloques esquemático de un receptor de acuerdo con una realización;

La Figura 10 muestra un diagrama esquemático que ilustra una posible temporización cuando se implementa una transmisión rápida de una respuesta de ACK/NACK de acuerdo con una realización;

50

La Figura 11a muestra la disposición de una portadora de NB-IoT de LTE dentro de banda de acuerdo con una realización;

La Figura 11b muestra la disposición de una portadora de NB-IoT en un modo de operación de GSM independiente de acuerdo con una realización;

55

La Figura 11c muestra la disposición de una portadora de NB-IoT en una banda de guarda de LTE de acuerdo con una realización;

60

La Figura 12 ilustra un diagrama esquemático de un posible canal de acceso que puede realizarse por el receptor de acuerdo con una realización;

La Figura 13 es un diagrama esquemático de una temporización de secuencias moduladas en la transmisión en el

canal del lado NB, de acuerdo con una realización;

La Figura 14 muestra un diagrama de bloques esquemático de un transmisor de acuerdo con una realización;

5 La Figura 15 ilustra un diagrama esquemático de una red de comunicaciones de acuerdo con una realización;

La Figura 16 ilustra un conjunto de pseudocódigo que puede usarse para implementar realizaciones descritas en el presente documento;

10 La Figura 17 muestra un diagrama de flujo esquemático de un método para transmitir datos de evaluación, de acuerdo con una realización; y

La Figura 18 muestra un diagrama de flujo esquemático de un método para transmitir datos, de acuerdo con una realización.

15

A continuación, se describen realizaciones de la presente invención preferidas en detalle adicional con referencia a los dibujos adjuntos en los que elementos que tienen la misma función o una similar se referencian por los mismos signos de referencia.

20 Algunas realizaciones descritas en lo sucesivo se refieren a un receptor. Algunas realizaciones se refieren a un transmisor. Un receptor puede entenderse como un nodo de recepción de un sistema de comunicaciones que se planifica para recibir o al menos no transmitir datos durante una trama de enlace descendente o una subtrama de enlace descendente de un esquema de TDD. Un transmisor puede entenderse como un nodo de transmisión del sistema de comunicaciones que se planifica para transmitir datos durante la trama o subtrama de enlace descendente. En una trama o subtrama diferente, tal como una subtrama de enlace ascendente, el receptor o un receptor diferente pueden estar configurados para transmitir datos, en donde el transmisor está configurado para recibir los datos. Por lo tanto, la funcionalidad descrita en el presente documento para los receptores y para los transmisores puede intercambiarse de acuerdo con una trama o subtrama de enlace descendente o de enlace ascendente. El enlace descendente en lo sucesivo se refiere a una transmisión de un transmisor, tal como una estación base, a un receptor, tal como un UE, en donde el enlace ascendente se refiere a una transmisión desde un receptor (relacionado con la fase de enlace descendente) al transmisor (relacionado con la fase de enlace descendente).

35 La Figura 9 muestra un diagrama de bloques esquemático de un receptor 110. El receptor comprende una antena 112a y está configurado para recibir y procesar una señal de radio 114 con la antena 112a. La señal de radio 114 comprende una primera banda de frecuencia  $f_1$  que incluye una primera señal. La primera señal puede ser una señal de comunicaciones móvil, tal como una señal de LTE o una señal de GSM. Un ancho de banda de la banda de frecuencia  $f_1$  puede ser, por ejemplo, 1,4 MHz o mayor. La primera señal comprende una pluralidad de tramas de TDD. El receptor 110 está configurado para evaluar la recepción de datos de enlace descendente contenidos en la primera señal para obtener datos de evaluación. El receptor puede comprender un procesador 116 para evaluar la recepción de datos de enlace descendente del procesador 110. El procesador 116 puede estar configurado para decodificar la primera señal. Durante o después de la decodificación de la primera señal, el procesador 116 puede determinar una calidad de la transmisión de los datos de enlace descendente. Esto puede incluir, entre otras cosas, un número de errores de bits, un desplazamiento de fase de la señal recibida y/o una relación de señal a ruido.

45 El receptor 110 está configurado para obtener datos de evaluación, por ejemplo, puede generar datos de evaluación con el procesador 116. Los datos de evaluación pueden comprender, entre otras cosas, una realimentación al transmisor de la señal 114 que indica una recepción satisfactoria o no satisfactoria, por ejemplo, incluyendo un mensaje de ACK o de NACK en los datos de evaluación, por ejemplo, en un proceso de HARQ.

50 El receptor está configurado para acceder a una segunda banda de frecuencia  $f_2$  y para transmitir mensajes en esa segunda banda de frecuencia  $f_2$  mediante una señal de radio 118. La segunda banda de frecuencia  $f_2$  puede comprender una segunda señal. La segunda señal puede comprender una pluralidad de tramas de TDD. Por ejemplo, alguna de las subtramas de la trama de TDD pueden ser subtramas únicamente de enlace ascendente o subtramas únicamente de enlace descendente. De acuerdo con otros ejemplos, las tramas de TDD pueden ser únicamente de enlace ascendente o únicamente de enlace descendente. De acuerdo con otros ejemplos, la segunda banda de frecuencia puede accederse mediante un esquema de FDD. El receptor puede estar configurado para usar la primera banda de frecuencia  $f_1$  que se usa para una primera norma de comunicación móvil, en donde se usa la segunda banda de frecuencia  $f_2$  para una segunda norma de comunicación móvil.

60 El receptor puede acceder a la segunda banda de frecuencia  $f_2$  durante una trama de enlace descendente o la subtrama de una trama de TDD se planifica en la comunicación entre el receptor 110 y un transmisor.

El receptor 116 está configurado para transmitir información, tal como los datos de evaluación en la segunda banda

de frecuencia  $f_2$ . La segunda banda de frecuencia  $f_2$  está dispuesta fuera de la primera banda de frecuencia  $f_1$ . Como se describirá en conexión con las Figuras 11a a 11c en más detalle, estando dispuesta la segunda banda de frecuencia  $f_2$  fuera de la primera banda de frecuencia  $f_1$  puede entenderse como la banda de frecuencia  $f_2$  que es un intervalo de frecuencia o banda de frecuencia que no está ocupado por la señal 114 para su transmisión de los datos de enlace descendente. Por lo tanto, la banda de frecuencia  $f_2$  puede estar dispuesta, al menos parcialmente, fuera de banda en una banda de frecuencia inferior a una frecuencia más baja de la banda de frecuencia  $f_1$ , superior a una frecuencia más alta de la banda de frecuencia  $f_1$  y/o puede estar dispuesta dentro de banda en una región de frecuencia entre una frecuencia más baja y una frecuencia más alta de la banda de frecuencia  $f_1$ ; es decir, la segunda banda de frecuencia que está fuera de la primera banda de frecuencia no significa necesariamente que la banda de frecuencia  $f_2$  esté separada de la banda de frecuencia  $f_1$ .

Aunque se ilustra el receptor 110 como que comprende dos antenas 112a y 112b, una para el enlace ascendente y el enlace descendente, el receptor 110 puede comprender un número diferente de antenas. Por ejemplo, el receptor 110 puede comprender únicamente una antena configurada para transmisión y recepción. Como alternativa, el receptor 110 puede comprender un número de antenas que es mayor que 2, por ejemplo, para evaluar diferentes bandas de frecuencia con diferentes antenas. El receptor puede ser, por ejemplo, un UE tal como un teléfono móvil, un ordenador de tableta o cualquier otro nodo de comunicación.

La Figura 10 muestra un diagrama esquemático que ilustra una posible temporización cuando se implementa una transmisión rápida de una respuesta de ACK/NACK. El escenario puede ser idéntico al explicado en conexión con la Figura 3, es decir, el eNB transmite datos de enlace descendente en la subtrama 202<sub>5</sub> de la trama N. La transmisión se perturba, es decir, es propensa a errores de manera que se requiere retransmisión. Tan pronto como el UE (receptor) evalúa la recepción de los datos de enlace descendente y detecta que se requiere una retransmisión, puede transmitir los datos de evaluación en la segunda banda de frecuencia  $f_2$  usando la señal 118. Esto puede ser, por ejemplo, durante la trama 202<sub>6</sub>, que puede ser, por ejemplo, una subtrama únicamente de enlace descendente en la banda de frecuencia  $f_1$ .

Cuando se usa la segunda banda de frecuencia  $f_2$  para transmitir los datos de evaluación, una temporización de transmisión de los datos de evaluación puede ser diferente o incluso independiente de una temporización de las tramas y/o subtramas de la señal de radio 114. Como se describirá más adelante en más detalle, la segunda banda de frecuencia  $f_2$  puede usarse para un protocolo diferente de comunicaciones. Por ejemplo, la segunda banda de frecuencia  $f_2$  puede ser una portadora de GSM, en donde la primera banda de frecuencia  $f_1$  puede ser una banda de frecuencia de LTE. Cuando se accede a una portadora de GSM para transmitir los datos de evaluación mientras se reciben datos de enlace descendente mediante una portadora de LTE, la señal 118 puede adaptarse a una temporización de GSM o similar, en donde se reciben los datos de enlace descendente de acuerdo con una temporización de LTE. Después de la recepción de los datos de evaluación por el eNB, puede realizarse una retransmisión de los datos de enlace descendente por el transmisor. De acuerdo con un escenario, esta puede ser la siguiente trama de enlace descendente que sigue a la recepción de los datos de evaluación. Por lo tanto, aunque el receptor 110, el UE, respectivamente puede estar atrapado en una fase de enlace descendente únicamente de la trama N y/o en una subtrama que no permite la transmisión de mensajes propios como la subtrama 202<sub>1</sub>. El UE puede transmitir su respuesta, es decir, los datos de evaluación y, por lo tanto, puede señalar la solicitud para retransmisión antes en comparación con el escenario de la Figura 3.

Las barras 122 indican tiempos durante los que el UE normalmente no se proporciona con capacidad de enlace ascendente para el intercambio de datos en las tramas N y/o N+1. Por lo tanto, durante las subtramas indicadas por las barras 122, puede provocarse un retardo al esperar la capacidad de enlace ascendente y, por lo tanto, para retransmitir ACK y/o NACK en la primera banda de frecuencia  $f_1$ . Usando la segunda banda de frecuencia  $f_2$ , este retardo puede al menos reducirse.

De acuerdo con un ejemplo, el receptor 110 está configurado para transmitir los datos de evaluación en la banda de frecuencia 1, por ejemplo, en subtramas de enlace ascendente 202<sub>2</sub>, 202<sub>3</sub> y/o 202<sub>4</sub>, cuando una trama de este tipo sigue a una trama de enlace descendente o sigue al menos una transmisión distribuida con un retardo bajo. Por ejemplo, cuando se transmite la señal 114 en la subtrama únicamente de enlace descendente 202<sub>0</sub>, el receptor 110 puede estar configurado para transmitir los datos de evaluación en la subtrama únicamente de enlace ascendente 202<sub>2</sub> usando la banda de frecuencia  $f_1$  de acuerdo con una configuración de red normal. De acuerdo con otro ejemplo, el receptor 110 puede estar configurado para usar siempre la banda de frecuencia  $f_2$ . De acuerdo con otro ejemplo, el receptor 110 puede estar configurado para aplicar parámetros de decisión adicionales. Por ejemplo, el receptor 110 puede evaluar una probabilidad de tener recursos de enlace ascendente asignados en la siguiente trama de enlace ascendente. Cuando es poco probable que esté permitido transmitir los datos de evaluación en la siguiente subtrama de enlace ascendente o cuando el receptor tiene que esperar más tiempo que un umbral de tiempo, entonces el receptor 110 puede estar configurado para decidir usar la banda de frecuencia  $f_2$ . Un umbral de tiempo puede ser un cualquier valor aplicable, por ejemplo, 1 subtrama, 2 subtramas o 3 subtramas.

En otras palabras, las Figuras 3 y 10 muestran una transmisión de datos de enlace descendente en la subtrama 5.

Cuando no se usa canal de banda estrecha (NB) para transmisión rápida de un ACK/NACK, puede enviarse la respuesta lo antes posible en la siguiente trama de enlace ascendente, es decir, la trama 202<sub>2</sub>, como se ilustra en la Figura 3. Esto puede activar una retransmisión lo antes posible en la siguiente subtrama de enlace descendente, es decir, la subtrama 5.

5

Cuando se usa un canal de UL de HARQ de NB, es decir, la banda de frecuencia  $f_2$ , puede enviarse el ACK/NACK antes o, incluso, inmediatamente, y puede activarse también una retransmisión antes en la subtrama 8, en este caso. El canal de NB-UL puede ser un canal de NB-IoT, cuando se reservan algunos recursos de UL para PUCCH de LTE/5G.

10

De acuerdo con ejemplos, la segunda banda de frecuencia  $f_2$  es al menos parte de una banda de frecuencia designada para NB-IoT. Se describen ahora tres modos de operación para NB-IoT con referencia a las Figuras 11a a 11c, en concreto, el modo de operación de LTE dentro de banda (Figura 11a), el modo de operación de GSM independiente (Figura 11b) y el modo de operación de banda de guarda de LTE (Figura 11c). Las Figuras 11a a 11c son representaciones esquemáticas de diferentes modos de operación de acuerdo con NB-IoT, también denominados como el NB-IoT. Por lo tanto, el receptor puede estar configurado para operar de acuerdo con la norma de LTE, mientras que la segunda banda de frecuencia puede comprender un canal de NB-IoT.

15

La Figura 11a muestra el modo de operación de LTE dentro de banda de acuerdo con el que la portadora de NB-IoT o la banda de frecuencia 300, también denominado como canal de NB-IoT, se despliega dentro de la portadora de LTE de la banda de frecuencia 301. La banda de frecuencia de LTE 301 puede corresponder a la primera banda de frecuencia  $f_1$ . La portadora de NB-IoT de la banda de frecuencia 300 puede usarse como la segunda banda de frecuencia  $f_2$ .

20

La Figura 11b muestra el modo de operación de GSM independiente que coloca la banda de frecuencia de NB-IoT 300 entre una pluralidad de portadoras de GSM 302. La banda de frecuencia de NB-IoT 300 puede separarse por una banda de guarda de las portadoras de GSM. Las portadoras de GSM 302 pueden usarse como la primera banda de frecuencia  $f_1$ .

25

La Figura 11c muestra el modo de operación de banda de guarda de LTE de acuerdo con el que la portadora de NB-IoT 300 se coloca en una de las bandas de guarda de LTE proporcionadas en ambos extremos de la portadora de la norma LTE.

30

Aunque las Figuras 11a a 11c ilustran la segunda banda de frecuencia  $f_2$  que está dispuesta dentro o adyacente a un intervalo de frecuencia entre una frecuencia mínima y una frecuencia máxima de la banda de frecuencia  $f_1$ , los escenarios anteriormente descritos y no limitantes pueden combinarse entre sí. La segunda banda de frecuencia  $f_2$  puede ser cualquier banda de frecuencia no usada por la banda de frecuencia 301 o 302. Por ejemplo, un receptor puede recibir la primera señal en la primera banda de frecuencia  $f_1$  ilustrada en las Figuras 11a o 11c mientras que usa el segundo intervalo de frecuencia  $f_2$  para transmitir los datos de evaluación como se ilustra en la Figura 11b o viceversa. Como alternativa o, además, pueden usarse otras bandas de frecuencia o adicionales para la primera banda de frecuencia  $f_1$  y/o la segunda banda de frecuencia  $f_2$ . En otras palabras, en la LTE REL. 13, los canales de NB-IoT en la asistencia de LTE pueden estar integrados dentro de banda, o en la banda de guarda de una portadora de LTE existente. Una portadora de banda estrecha básica (NB) usa, por ejemplo, un ancho de banda de 200 kHz o un bloque de recurso físico (PRB) = 12 subportadoras en dominio de frecuencia. Una portadora de NB de este tipo puede proporcionar suficiente ancho de banda para transmitir datos, tales como los datos de evaluación que comprenden datos relacionados con ACK o NACK de HARQ. Se observa, que la segunda banda de frecuencia no está limitada a la utilización de portadoras de NB-IoT y/o que pueden existir o definirse las portadoras de NB-IoT con otras propiedades que las descritas en el presente documento sin limitar los ejemplos descritos en el presente documento a las presentes realizaciones. Cuando el receptor usa una trama de NB-IoT para transmitir los datos de evaluación en la segunda banda de frecuencia, el receptor puede estar configurado para transmitir los datos de evaluación durante una subtrama de enlace ascendente de una trama de NB-IoT, es decir, el receptor puede estar configurado para comunicarse de acuerdo con el respectivo protocolo usado en la segunda banda de frecuencia.

35

40

45

50

La Figura 12 ilustra un diagrama esquemático de un posible canal de acceso que puede realizarse por el receptor 110, por ejemplo. Se presenta esquemáticamente una pluralidad de subtramas 202<sub>2</sub> a 202<sub>8</sub>. Para un propósito de ilustración únicamente, cada una de las subtramas comprende una configuración únicamente de enlace descendente que incluye recursos para señalizar, tal como señales de sincronización primaria (PSS) y/o señales de sincronización secundaria (SSS). Un ancho de banda de ejemplo de la primera banda de frecuencia  $f_1$  puede ser entre 1,4 MHz y 20 MHz. El receptor puede acceder a la segunda banda de frecuencia  $f_2$  que comprende un ancho de banda  $BW_1$ . Como se describe con referencia a las Figuras 11a a 11c, la banda de frecuencia  $f_2$  puede ser, por ejemplo, una portadora de NB-IoT 300. De manera simplificada, el receptor puede usar el ancho de banda de la segunda banda de frecuencia  $f_2$  de la portadora de NB-IoT 300a. Adicionalmente, el receptor puede usar una banda de frecuencia adicional  $f_3$  que comprende un ancho de banda adicional  $BW_2$  que puede ser, por ejemplo, una portadora de NB-IoT adicional 302b. Un receptor de acuerdo con las realizaciones descritas en el presente

55

60

documento puede estar configurado para usar dos o incluso más de dos bandas de frecuencia fuera de la banda de frecuencia  $f_1$  como el canal de ARQ/HARQ. De manera simplificada, el receptor puede usar dos o más portadoras de NB-IoT, es decir, una 2<sup>a</sup> una 3<sup>a</sup>, ..., una n<sup>a</sup> portadora de canal probablemente agregado en dominio de la frecuencia. Por ejemplo, el receptor puede estar configurado para usar una banda de frecuencia  $f_4$  asociada con un NB-IoT dentro de banda de guarda como alternativa a la banda de frecuencia  $f_2$  y/o  $f_3$  o además de la misma.

Por ejemplo, el receptor puede decidir usar una de las portadoras 300a o 300b (o una portadora diferente) para transmitir los datos de evaluación, por ejemplo, basándose en una carga de trabajo del respectivo canal. Como alternativa, el receptor puede estar configurado para usar ambas portadoras 300a y 300b al mismo tiempo, es decir, para combinar las bandas de frecuencia  $f_2$  y  $f_3$ . Las bandas de frecuencia  $f_2$  y  $f_3$  pueden ser adyacentes entre sí o pueden estar separadas entre sí en el dominio de la frecuencia. Por lo tanto, la segunda banda de frecuencia también puede ser una combinación de varios canales de NB-IoT, por ejemplo, una combinación de dos o más canales de NB-IoT en la banda de guarda, de dos o más canales de NB-IoT dentro de banda y/o dos o más canales de NB-IoT de banda de guarda y/o una combinación de diferentes tipos de canales de NB-IoT. Un tipo de combinación puede diferir entre diferentes receptores y puede verse influenciada o puede depender del modo de operación del sistema de comunicación. Como se ha descrito con referencia a la Figura 11a a la Figura 11c, pueden ubicarse uno o más canales de NB-IoT en otras bandas diferentes de la primera banda de frecuencia, tal como las portadoras de GSM. En otras palabras, puede usarse 1, 2, ..., N\_SC portadoras de banda estrecha como un canal de ARQ/HARQ separado, en donde N\_SC puede ser cualquier valor, por ejemplo, menos de 1.000, menos de 500 o menos de 100. Cada portadora usada puede estar dentro de banda y/o en la banda de guarda de una portadora de LTE existente y/o en otras portadoras. Si se requiere un ancho de banda superior, cuando se compara con una única portadora de banda estrecha, pueden agregarse varias bandas de NB. La robustez de esta banda de HARQ especial puede aumentarse o puede ser alta usando un código de canal a través de los N canales de HARQ agregados. Obsérvese que, N puede ser uno, dos o un número superior, tal como tres, cuatro, cinco o mayor.

En otras palabras, la parte interna de 1,4 MHz de la banda de LTE se reserva para canales de control de LTE obligatorios, tales como señales de sincronización (PSS/SSS) e información de difusión (PBCH). Estas bandas de frecuencia no pueden usarse para subcanales de NB-IoT. También podrían agruparse NB-IoT no contiguos en un canal de HARQ de NB-IoT lógico, por ejemplo, los canales en las bandas de frecuencia  $f_2$  y  $f_4$ . Como alternativa o, además, el receptor puede estar configurado para reutilizar este "canal de HARQ", es decir, al menos una banda de frecuencia, como el canal de datos separado para capas superiores, por ejemplo, la capa de transporte. Puesto que este canal tiene baja capacidad, los paquetes pequeños de una capa superior (que no están combinados) pueden mapearse en este canal. Esto posibilita un transporte más rápido de paquetes pequeños. Si se agregan más canales de NB-IoT, la codificación de canal con intercalación a través de las bandas agregadas mejorará la robustez de la transmisión aprovechando mejor la diversidad de frecuencia y mejorará por lo tanto la eficacia global.

Por lo tanto, el receptor puede estar configurado para transmitir los datos de evaluación en al menos un primer canal de enlace ascendente y un segundo canal de enlace ascendente, comprendiendo cada uno del primer canal de enlace ascendente y el segundo canal de enlace ascendente un ancho de banda que es más estrecho en comparación con un ancho de banda de la primera banda de frecuencia. El receptor puede estar configurado para agregar el primer canal de enlace ascendente y el segundo canal de enlace ascendente aplicando un código de canal común al primer canal de enlace ascendente y al segundo canal de enlace ascendente, por ejemplo, cuando se utilizan bandas de frecuencia adyacentes tales como  $f_2$  y  $f_3$ . Esto puede permitir aumentar la capacidad en este canal de realimentación y puede aumentar la robustez puesto que puede utilizarse la codificación y la intercalación a través de un ancho de banda más amplio. La codificación y la intercalación pueden ejecutarse por el receptor para canales adyacentes y separados tales como  $f_2$  y  $f_4$  y/o  $f_3$  y  $f_4$ . Como alternativa, ambos canales podrían multiplexar la misma información de HARQ, y el decodificador en el lado de recepción podría realizar la selección de canal de HARQ, para aumentar la robustez.

Cuando se hace referencia de nuevo a la Figura 10, deberá explicarse una posible configuración del receptor 110. Cuando se reciben los datos de descarga transmitidos con la señal 114, el procesador puede procesar y/o decodificar los datos recibidos porción a porción, por ejemplo, símbolo a símbolo, bit a bit o byte a byte o similares. Por lo tanto, aunque se recibe una cantidad de datos posiblemente grande, estos datos se procesan paso a paso. De acuerdo con un ejemplo, el receptor almacena en memoria intermedia todos los datos recibidos e intenta decodificarlos cuando la recepción es completa, en donde puede determinar que la decodificación no es posible o la calidad se encuentra por debajo de un valor umbral. De acuerdo con una realización adicional, el receptor está configurado para determinar un valor de predicción que indica una probabilidad de decodificación sin errores de los datos de enlace descendente durante este procesamiento gradual, es decir, antes de que se complete la recepción. Sin errores significa un número de errores que aún debe corregirse por el receptor. Esto puede denominarse también como evaluación en línea. Por ejemplo, basándose en parámetros como desplazamientos de fase y/o bordes de señal inclinados, el receptor puede determinar que es muy probable que tengan lugar errores de bits. El receptor también puede evaluar o determinar que una cantidad de errores de bits puede ser crítica para la decodificación sin errores o puede determinar que los funcionamientos incorrectos de canal están aumentando durante la recepción. De manera simplificada, el receptor puede monitorizar o determinar si puede decodificarse un

- paquete recibido correctamente después de la recepción, pero también durante la recepción. Durante la recepción, el receptor puede determinar una predicción sobre la probabilidad de que se decodifique el paquete cuando finalmente se reciba. Por lo tanto, el receptor puede determinar un valor de predicción que indica una probabilidad de decodificación sin errores de los datos de enlace descendente. El receptor puede incluir un acuse de recibo positivo en los datos de evaluación cuando la probabilidad se encuentra por encima de un valor umbral e incluir un acuse de recibo negativo en los datos de evaluación cuando la probabilidad se encuentra por debajo del valor umbral. Por lo tanto, el receptor puede transmitir datos de evaluación basándose en una predicción relacionada con una recepción satisfactoria. En otras palabras, puede enviarse una HARQ predictiva de vuelta al transmisor.
- 10 Cuando aún se hace referencia a la Figura 10, puede enviarse el NACK durante una duración de tiempo de la subtrama 202<sub>s</sub>, cuando el receptor determina que es probable que no decodifique los datos recibidos correctamente. Por lo tanto, el receptor puede estar configurado para transmitir los datos de evaluación antes de que se complete el procesamiento de los datos de enlace descendente recibidos. El valor umbral de probabilidad puede ser cualquier valor adecuado, por ejemplo, al menos el 90 %, al menos el 95 % o al menos el 99 % de probabilidad de decodificación satisfactoria. Aunque se describe como un valor de probabilidad para decodificación satisfactoria, las realizaciones no deberán estar limitadas a lo mismo. También es posible determinar un valor umbral que indica una probabilidad o posibilidad de decodificación perturbada o insatisfactoria, en donde el procesador puede transmitir un mensaje de NACK en los datos de evaluación cuando la probabilidad determinada se encuentra por encima del valor umbral. Por ejemplo, el valor umbral puede ser como máximo 10 %, como máximo 5 % o como máximo 1 % de probabilidad de decodificación errónea. Además, no es necesario determinar directamente la probabilidad. Cualquier otro parámetro, tal como un recuento de error de bits o una variación de desplazamiento de fase durante la recepción, puede usarse como que indica un valor y, por lo tanto, para determinar si debe transmitirse un acuse de recibo positivo (ACK) o un acuse de recibo negativo (NACK).
- 25 Independiente de un tiempo en el que el receptor transmite los datos de evaluación, puede añadirse información adicional al HARQ. La información adicional puede ser, por ejemplo, un indicador de redundancia que indica cuánta redundancia se está perdiendo o debe gastarse por el transmisor para permitir una decodificación satisfactoria. Como alternativa o, además, los datos de evaluación pueden comprender un indicador de ubicación que puede ser una sugerencia sobre los recursos de retransmisión y puede estar basado en una calidad de canal percibida en el receptor. Como alternativa o, además, puede incluirse un Indicador de Calidad de Canal (CQI) en o añadido a los datos de evaluación para ayudar a la planificación de retransmisión en el transmisor. Por lo tanto, el receptor puede indicar qué canales pueden ser adecuados para retransmisión. Como alternativa o, además, los datos de evaluación pueden comprender adicionalmente un Indicador de Bloque de Código (CBI). Si se deriva un bloque de transmisión de varios bloques de código, puede indicarse el bloque de código sugerido para retransmisión. Como alternativa o, además, el receptor puede estar configurado para predecir una probabilidad de decodificación si se gastó la redundancia adicional. Los datos de evaluación pueden comprender información relacionada con esta probabilidad de decodificación.
- 40 Cada una de la información anteriormente mencionada puede transmitirse también durante la recepción o después de la recepción de la retransmisión. Además del retardo más corto entre la transmisión y retransmisión, tal información puede permitir cambiar una codificación de los datos transmitidos. Esto puede evitar la decodificación no satisfactoria de manera que puede ser innecesaria una retransmisión.
- 45 Como una alternativa o además de los datos de evaluación, el receptor 110 puede estar configurado para transmitir datos de control relacionados con una asignación de recursos de la primera señal en la primera banda de frecuencia f y/o para transmitir datos de usuario. De manera simplificada, el receptor puede usar el ancho de banda de uno o más canales secundarios de banda estrecha para transmitir los datos de evaluación e información adicional, tal como datos de control o datos de usuario. Los datos de control pueden indicar una posición de los datos de evaluación u otros datos en la segunda señal en el dominio del tiempo y/o en el dominio de la frecuencia. El receptor puede estar también configurado para recibir unos datos de control de este tipo y para transmitir los datos de evaluación o los datos en la posición indicada en la segunda señal. Por lo tanto, los datos de control pueden indicar un control sobre otro socio de comunicación o pueden comprender datos de usuario del receptor. Los datos de control de otro socio de comunicación pueden ser, por ejemplo, información que indica una cantidad de redundancia adicional para retransmisión, información que indica una de una frecuencia, un tiempo, una trama o un intervalo dentro de una trama para retransmisión, información relacionada con una calidad de canal determinada por el receptor, información relacionada con un bloque de código de los datos de enlace descendente y/o una probabilidad de decodificación para redundancia adicional solicitada. En otras palabras, cuando se usa un sistema de TDD y probablemente no está disponible otro UL, este canal puede usarse adicionalmente para otros datos de control para datos de usuario, por ejemplo, para soportar mejor el tráfico restringido en latencia y para reutilizar latencia adicional o interferencia que proviene de un ACK o NACK bloqueado.
- 60 La información adicional puede contener otros canales de control, tales como información de realimentación de MIMO, por ejemplo, información de calidad de canal (CQI), información de estado de canal (CSI), indicador de matriz de precodificación (PMI) o indicador de clasificación (RI) para una subbanda particular o grupo de subbandas. Esta

información puede incluir información de realimentación incremental. Además, este canal puede llevar también datos de usuario.

5 El receptor 110 puede estar configurado para incluir una solicitud de planificación en los datos de evaluación. La solicitud de planificación puede referirse a una solicitud para recursos de enlace ascendente en una trama de TDD. Por ejemplo, la trama de TDD puede comprender una pluralidad de subtramas, en donde una subtrama de la pluralidad de subtramas es una subtrama únicamente de enlace ascendente o una subtrama únicamente de enlace descendente. El receptor puede estar configurado para incluir, en los datos de evaluación, la solicitud de planificación o la solicitud para usar una subtrama únicamente de enlace ascendente. Esto puede permitir conseguir latencia de transmisión de enlace ascendente inferior indicando una solicitud de planificación durante transmisión de enlace descendente de TDD usando el canal del lado NB, es decir, la segunda banda de frecuencia  $f_2$ . Esto puede proporcionar ganancias significativas en la latencia de transmisión de UL en sistemas de TDD.

15 Como se ilustra en la Figura 13, las secuencias pueden modularse en la transmisión en el canal del lado NB. El receptor está configurado para transmitir los datos de evaluación, la solicitud de planificación (SR) respectivamente, de manera que es posible una identificación de usuario, es decir, una identificación del receptor en el lado del eNB, por ejemplo, insertando un identificador o similares. Adicionalmente, puede indicarse el estado de la memoria intermedia o el tamaño de transmisión de UL esperado por el receptor. Como se explica en conexión con las Figuras 11a a 11c, los datos de evaluación pueden transmitirse, por ejemplo en una banda de guarda de la portadora de LTE y/o en un canal físico de enlace ascendente de solicitud de planificación (PSRUCH).

25 Como alternativa o, además, la segunda banda de frecuencia  $f_2$  puede usarse para datos distintos de la evaluación tales como un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH). Basándose en el ancho de banda bajo, se denomina en lo sucesivo como canal NB PUCCH. La posición del canal NB PUCCH puede señalizarse por el receptor. Esto puede hacerse en el equipo de usuario (receptor), por ejemplo, a través de RRC o como parte de la información de sistema. Pueden asignarse recursos implícitamente a los usuarios dependiendo de la asignación de recurso que deben informar. Como alternativa o, además, los usuarios pueden recibir un intervalo de PUCCH como parte de la DCI. Para planificación semipersistente (SPS), puede establecerse una asignación a un plazo más largo. Como alternativa, los usuarios pueden multiplexarse usando códigos tales como Gold, DFT, Hadamard o similares. Los códigos pueden dispersarse entre los recursos de tiempo y/o frecuencia. Ambos lados tienen que acordar sobre qué códigos y secuencia debe usarse en un lado del transmisor y receptor.

35 Cada uno de los datos anteriormente mencionados para transmitirse desde el receptor al transmisor (u otros nodos) puede implementarse independientemente entre sí y puede combinarse entre sí de una manera arbitraria. El receptor 110 puede estar configurado para recibir y procesar una señal de radio, comprendiendo la señal de radio una primera banda de frecuencia que incluye una primera señal, comprendiendo la primera señal una pluralidad de tramas de TDD. El receptor está configurado para transmitir datos en la segunda banda de frecuencia fuera de la primera banda de frecuencia durante una subtrama únicamente de enlace descendente de una trama de TDD de la pluralidad de tramas de TDD. Los datos transmitidos en la segunda banda de frecuencia pueden ser los datos de evaluación de ACK/NACK, datos de control y/o datos de usuario que incluyen las solicitudes de planificación y/o datos de señalización, por ejemplo, relacionados con la posición del canal de PUCCH y/o una combinación de los mismos.

45 La Figura 14 muestra un diagrama de bloques esquemático de un transmisor 410. El transmisor 410 comprende una funcionalidad similar en comparación con el receptor 110, por ejemplo, durante una trama o subtrama de enlace ascendente. El receptor 410 comprende las antenas 412a y/o 412b para recibir la primera banda de frecuencia  $f_1$  y para transmitir en la segunda banda de frecuencia  $f_2$ . Las antenas 412a y 412b pueden corresponder a las antenas 112a y 112b. El transmisor 410 comprende el procesador 416 que puede corresponder al procesador 116. El transmisor está configurado para recibir y procesar la señal de radio 114, y la señal de radio comprende la primera banda de frecuencia  $f_1$  que incluye una primera señal, comprendiendo la primera señal una pluralidad de tramas de TDD. El transmisor puede estar configurado para transmitir datos en la segunda banda de frecuencia fuera de la primera banda de frecuencia durante una subtrama únicamente de enlace ascendente de una trama de TDD de una pluralidad de tramas de TDD. El transmisor está configurado para evaluar la recepción de datos de enlace descendente para obtener datos de evaluación. El transmisor 410 está configurado adicionalmente para transmitir los datos de evaluación en la segunda banda de frecuencia  $f_2$  fuera de la primera banda de frecuencia  $f_1$ . De manera simplificada, las tramas TDD pueden comprender secuencias de enlace ascendente y de enlace descendente, en donde, cuando se conmuta de una secuencia de enlace descendente (la recepción de la señal en la primera banda de frecuencia  $f_1$  por el receptor 110) a una secuencia de enlace ascendente (la recepción de la señal en la primera banda de frecuencia  $f_1$  por el transmisor 410). Pueden usarse los mismos mecanismos para potenciar la comunicación entre ambos nodos, el receptor 110 y el transmisor 410.

De acuerdo con la funcionalidad del transmisor, un receptor, tal como el receptor 110 puede estar configurado para recibir datos de evaluación en la segunda banda de frecuencia  $f_2$  que se transmiten en respuesta a una transmisión de datos en la primera banda de frecuencia  $f_1$  por el receptor. En otras palabras, puede usarse el canal NB para

HARQ desde el eNB para transmisiones de enlace ascendente del UE.

El transmisor 410 puede estar configurado para operar como un eNB que es una estación base de 3G. El transmisor 410 puede estar configurado para transmitir datos de planificación que indican una planificación de un nodo de NB-IoT, tal como el nodo de NB-IoT 104<sub>2</sub> que transmite en la segunda banda de frecuencia, tal como un sensor, un edificio o similares. El transmisor 410 puede estar configurado para generar los datos de planificación para planificar la transmisión del nodo de NB-IoT a una subtrama de enlace ascendente de la segunda señal en la segunda banda de frecuencia  $f_2$ , en donde puede no usarse la subtrama de enlace ascendente a la que se planifican los recursos para una transmisión por el transmisor o un equipo de usuario (receptor 110) que se comunica con el transmisor 410 en la primera banda de frecuencia  $f_1$ . Dicho de manera simplificada, el transmisor 410 puede organizar la planificación de la segunda banda de frecuencia no planificando dispositivos de NB-IoT en los recursos usados por el receptor o transmisor para una comunicación de canal secundario, por ejemplo, para PUCCH. Esto puede permitir una coexistencia entre los dispositivos NB-IoT y la comunicación del canal secundario. Los datos recibidos por el transmisor 410 pueden comprender unos datos de control que indican un control de otro socio de comunicación o pueden comprender datos de usuario de un receptor según se describe con referencia al receptor.

La Figura 15 ilustra un diagrama esquemático de una red de comunicaciones 500 que comprende un receptor, por ejemplo, el receptor 110 y que comprende un transmisor, por ejemplo, el transmisor 410. El receptor 110 transmite, en la segunda banda de frecuencia  $f_2$ , una señal de radio 510, por ejemplo, la señal de radio 118. La señal de radio 510 comprende datos de evaluación relacionados con una evaluación de una recepción de datos recibidos durante una trama de TDD de la primera señal 114 en la primera banda de frecuencia  $f_1$ . La señal de radio 510 comprende la segunda banda de frecuencia  $f_2$  y se transmite durante una trama de TDD de la señal de radio 114.

La Figura 16 ilustra un conjunto de pseudocódigo que puede usarse para implementar ejemplos descritos en el presente documento. Por ejemplo, puede implementarse un canal físico de indicador de HARQ (PHICH) separado o ejecutarse en una banda de descarga de NB. Esto puede señalizarse adicionalmente en el bloque de información maestro (MIB) del protocolo de LTE. El pseudocódigo comprende tres bloques 610, 620 y 630. Aunque la última línea del bloque de código 630 indica que únicamente se usa un canal C1, C2, ..., CN, como alternativa, pueden asignarse dos o más canales, por ejemplo, para usar diversidad de frecuencia. Esto puede ser de acuerdo con cómo se hace para transmisión de UL de PUCCH en ambos lados para el PUSCH. El bloque 610 de pseudocódigo describe el contenido del bloque de información maestro (MIB).

En el bloque 620, se añade un canal físico de indicador de HARQ (NB-PHICH) de banda estrecha opcional como se indica por el código nb-phich-Config NB-PHICH-Config OPTIONAL, -- Need ON.

El bloque de código 630 es un posible ejemplo que describe el contenido de nb-phich-Config

```

35     NB-PHICH-Config ::= SEQUENCE {
        phich-Duration ENUMERATED {normal, extendido},
        phich-Resource ENUMERATED {un sexto, mitad, uno, dos}
40     phich-Location ENUMERATED {c1, c2, ..., cN}
        }

```

Mediante el código anterior como un ejemplo, se definen algunos parámetros del PHICH de banda estrecha tal como la duración, recursos a usar y la ubicación del canal. Para usar, como un ejemplo no limitante únicamente, diversidad de frecuencia utilizando al menos dos canales de NB-IoT, phich-Location puede hacer referencia a una posición de la una o más de las bandas de frecuencia adicionales en el dominio de la frecuencia, por ejemplo, las bandas de frecuencia  $f_2$ ,  $f_3$ , y/o  $f_4$  en la Figura 12.

Como alternativa, la funcionalidad del pseudocódigo puede obtenerse de manera similar configurando la red basándose en un UE a través de RRC.

La Figura 17 muestra un diagrama de flujo esquemático de un método 700. El método 700 comprende una etapa 710 en la que se recibe y procesa una señal de radio. La señal de radio comprende una primera banda de frecuencia tal como la banda de frecuencia  $f_1$ , que incluye una primera señal, comprendiendo la primera señal una pluralidad de tramas de TDD. Una etapa 720 comprende evaluar la recepción de datos de enlace descendente para obtener datos de evaluación. Una etapa 730 comprende transmitir los datos de evaluación en una segunda banda de frecuencia fuera de la primera banda de frecuencia. El método 700 puede realizarse, por ejemplo, por el receptor 110.

La Figura 18 muestra un diagrama de flujo esquemático de un método 800 que puede realizarse, por ejemplo, por el receptor 110 o por un transmisor. Una etapa 810 comprende recibir y procesar una señal de radio, comprendiendo la señal de radio una primera banda de frecuencia que incluye una primera señal, comprendiendo la primera señal una pluralidad de tramas de TDD. Una etapa 820 del método 800 comprende transmitir datos en una segunda banda de frecuencia fuera de la primera banda de frecuencia durante una subtrama únicamente de enlace descendente de una trama de TDD de la pluralidad de tramas de TDD.

Las realizaciones descritas en el presente documento pueden usarse en redes de comunicación móviles, en particular, en servicios de banda amplia de móvil mejorados (eMBB) y de comunicación de baja latencia ultra fiable (URLLC).

5 Aunque se han descrito algunas realizaciones en conexión con configuraciones específicas de LTE de asignaciones de recursos, son posibles también otras configuraciones, por ejemplo, otras configuraciones de tramas y/o subtramas de enlace ascendente/enlace descendente.

10 Aunque se han descrito algunos aspectos en el contexto de un aparato, es evidente que estos aspectos también representan una descripción del método correspondiente, donde un bloque o dispositivo corresponde a una etapa de método o una característica de una etapa de método. De manera análoga, los aspectos descritos en el contexto de una etapa de método también representan una descripción de un bloque o elemento correspondiente o características de un aparato correspondiente.

15 En general, las realizaciones de la presente invención pueden implementarse como un producto de programa informático con un código de programa, siendo el código de programa operativo para realizar uno de los métodos cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador. El código de programa puede almacenarse, por ejemplo, en un soporte legible por máquina.

20 Otras realizaciones comprenden el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento, almacenado en soporte legible por máquina.

25 En otras palabras, una realización del método inventivo es, por lo tanto, un programa informático que tiene un código de programa para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

30 Una realización adicional de los métodos inventivos es, por lo tanto, un soporte de datos (o un medio de almacenamiento digital, o un medio legible por ordenador) que comprende, grabado en el mismo, el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento.

35 Una realización adicional del método inventivo es, por lo tanto, un flujo de datos o una secuencia de señales que representan el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento. El flujo de datos o la secuencia de señales pueden configurarse, por ejemplo, para transferirse a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, a través de Internet.

40 Una realización adicional comprende un medio de procesamiento, por ejemplo, un ordenador o un dispositivo de lógica programable, configurado para o adaptado para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento.

45 Una realización adicional comprende un ordenador que tiene instalado en el mismo el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento.

En algunas realizaciones, un dispositivo de lógica programable (por ejemplo un campo de matriz de puertas programables) puede usarse para realizar algunas o todas las funcionalidades de los métodos descritos en el presente documento. En algunas realizaciones, un campo de matriz de puertas programables puede cooperar con un microprocesador para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento. En general, los métodos se realizan preferentemente por cualquier aparato de hardware.

50 Las realizaciones anteriormente descritas son meramente ilustrativas de los principios de la presente invención. Se entiende que serán evidentes modificaciones y variaciones de las disposiciones y los detalles descritos en el presente documento para los expertos en la materia. Se pretende, por lo tanto, estar limitado únicamente por el alcance de las reivindicaciones adjuntas y no por los detalles específicos presentados por medio de descripción y explicación de las realizaciones del presente documento.

## REIVINDICACIONES

1. Un equipo de usuario, UE, (110),
  - 5 en donde el UE (110) está configurado para recibir y procesar una señal de radio (114), comprendiendo la señal de radio (114) una primera banda de frecuencia ( $f_1$ ), en donde se recibe una primera señal que comprende una pluralidad de tramas de TDD (trama N, trama N+1) en la primera banda de frecuencia ( $f_1$ ); en donde el UE (110) está configurado para evaluar la recepción de datos de enlace descendente contenidos en la primera señal para obtener datos de evaluación que indican un ACK o NACK;
  - 10 en donde el UE (110) está configurado para transmitir los datos de evaluación en una segunda banda de frecuencia ( $f_2$ ) fuera de la primera banda de frecuencia ( $f_1$ ); en donde en la primera banda de frecuencia ( $f_1$ ) cada trama de TDD (trama N, trama N+1) comprende una pluralidad de subtramas (202<sub>0</sub> - 202<sub>9</sub>), en donde el UE (110) está configurado para transmitir los datos de evaluación en una subtrama de enlace ascendente de la segunda banda de frecuencia durante una subtrama de enlace descendente (202<sub>6</sub>) de la primera banda de frecuencia.
2. El UE (110) de la reivindicación 1, en donde una subtrama usable por el UE (202<sub>1</sub>, 202<sub>2</sub>, 202<sub>3</sub>, 202<sub>4</sub>) de la pluralidad de subtramas es una subtrama únicamente de enlace ascendente o una subtrama únicamente de enlace descendente (202<sub>0</sub>, 202<sub>5</sub>, 202<sub>6</sub>, 202<sub>7</sub>, 202<sub>8</sub>, 202<sub>9</sub>).
- 20 3. El UE (110) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el UE (110) está configurado para transmitir los datos de evaluación en al menos un primer canal de enlace ascendente (300a) en la segunda banda de frecuencia ( $f_2$ ) y al menos un segundo canal de enlace ascendente (300b) en una tercera banda de frecuencia ( $f_3$ ,  $f_4$ ), comprendiendo cada uno del primer canal de enlace ascendente (300a,  $f_2$ ) y del segundo canal de enlace ascendente (300b,  $f_3$ ,  $f_4$ ) un ancho de banda (BW1, BW2) que es más estrecho cuando se compara con un ancho de banda de la primera banda de frecuencia ( $f_1$ ).
- 25 4. El UE (110) de la reivindicación 3, en donde el UE (110) está configurado para agregar el primer canal de enlace ascendente (300a) y el segundo canal de enlace ascendente (300b) aplicando un código de canal común al primer canal de enlace ascendente (300a) y al segundo canal de enlace ascendente (300b,  $f_3$ ).
- 30 5. El UE (110) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
  - 35 en donde, para obtener los datos de evaluación, el UE (110) está configurado para determinar un valor de predicción que indica una probabilidad de decodificación sin errores de los datos de enlace descendente; y para incluir un acuse de recibo positivo (ACK) en los datos de evaluación cuando la probabilidad se encuentra por encima de un valor umbral e incluir un acuse de recibo negativo (NACK) en los datos de evaluación cuando la probabilidad se encuentra por debajo del valor umbral.
- 40 6. El UE (110) de la reivindicación 5, en donde el UE (110) está configurado para transmitir los datos de evaluación antes de que se complete el procesamiento de los datos de descarga recibidos.
7. El UE (110) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el UE (110) está configurado para transmitir los datos de evaluación en respuesta a una recepción de una retransmisión de los datos de enlace descendente.
- 45 8. El UE (110) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el UE (110) está configurado para transmitir datos de control relacionados con una asignación de recursos de la primera señal (114) o para transmitir datos de usuario junto con los datos de evaluación.
- 50 9. El UE (110) de la reivindicación 8, en donde una subtrama de la pluralidad de subtramas es una subtrama únicamente de enlace ascendente (202<sub>1</sub>, 202<sub>2</sub>, 202<sub>3</sub>, 202<sub>4</sub>) o una subtrama únicamente de enlace descendente (202<sub>0</sub>, 202<sub>5</sub>, 202<sub>6</sub>, 202<sub>7</sub>, 202<sub>8</sub>, 202<sub>9</sub>), en donde el UE (110) está configurado para incluir información que indica una solicitud para usar una subtrama únicamente de enlace ascendente (202<sub>1</sub>, 202<sub>2</sub>, 202<sub>3</sub>, 202<sub>4</sub>) en los datos de evaluación.
- 55 10. El UE (110) de una de las reivindicaciones anteriores, en donde se usa la primera banda de frecuencia ( $f_1$ ) para una primera norma de comunicación móvil, en donde se usa la segunda banda de frecuencia ( $f_2$ ) para una segunda norma de comunicación móvil.
- 60 11. El UE (110) de una de las reivindicaciones anteriores, en donde el UE (110) está configurado para recibir unos datos de control en la primera banda de frecuencia ( $f_1$ ), indicando los datos de control una posición de los datos de evaluación en la segunda señal en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia, en donde el UE (110) está configurado para transmitir los datos de evaluación en la posición en la segunda señal.

## ES 2 899 278 T3

12. Un sistema de comunicación inalámbrica (500), que comprende:  
un UE (110) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11; y una estación base (410).
- 5 13. Un método (700) realizado por un equipo de usuario, comprendiendo el método:  
recibir y procesar (710) una señal de radio (114), comprendiendo la señal de radio una primera banda de  
frecuencia ( $f_1$ ), en donde se recibe una primera señal que comprende una pluralidad de tramas de TDD (trama N,  
trama N+1) en la primera banda de frecuencia ( $f_1$ );  
10 evaluar (720) la recepción de datos de enlace descendente contenidos en la señal de radio para obtener datos  
de evaluación que indican un ACK o NACK;  
transmitir (730) los datos de evaluación en una segunda banda de frecuencia ( $f_2$ ) fuera de la primera banda de  
frecuencia ( $f_1$ );  
15 de manera que en la primera banda de frecuencia ( $f_1$ ) cada trama de TDD (trama N, trama N+1) comprende una  
pluralidad de subtramas ( $202_0 - 202_9$ ), en donde los datos de evaluación se transmiten en una subtrama de  
enlace ascendente de la segunda banda de frecuencia durante una subtrama de enlace descendente ( $202_6$ ) de  
la primera banda de frecuencia.
- 20 14. Un producto de programa informático no transitorio que comprende un medio legible por ordenador que  
almacena instrucciones que, cuando se ejecutan por un ordenador, hacen que el ordenador realice el método de la  
reivindicación 13.

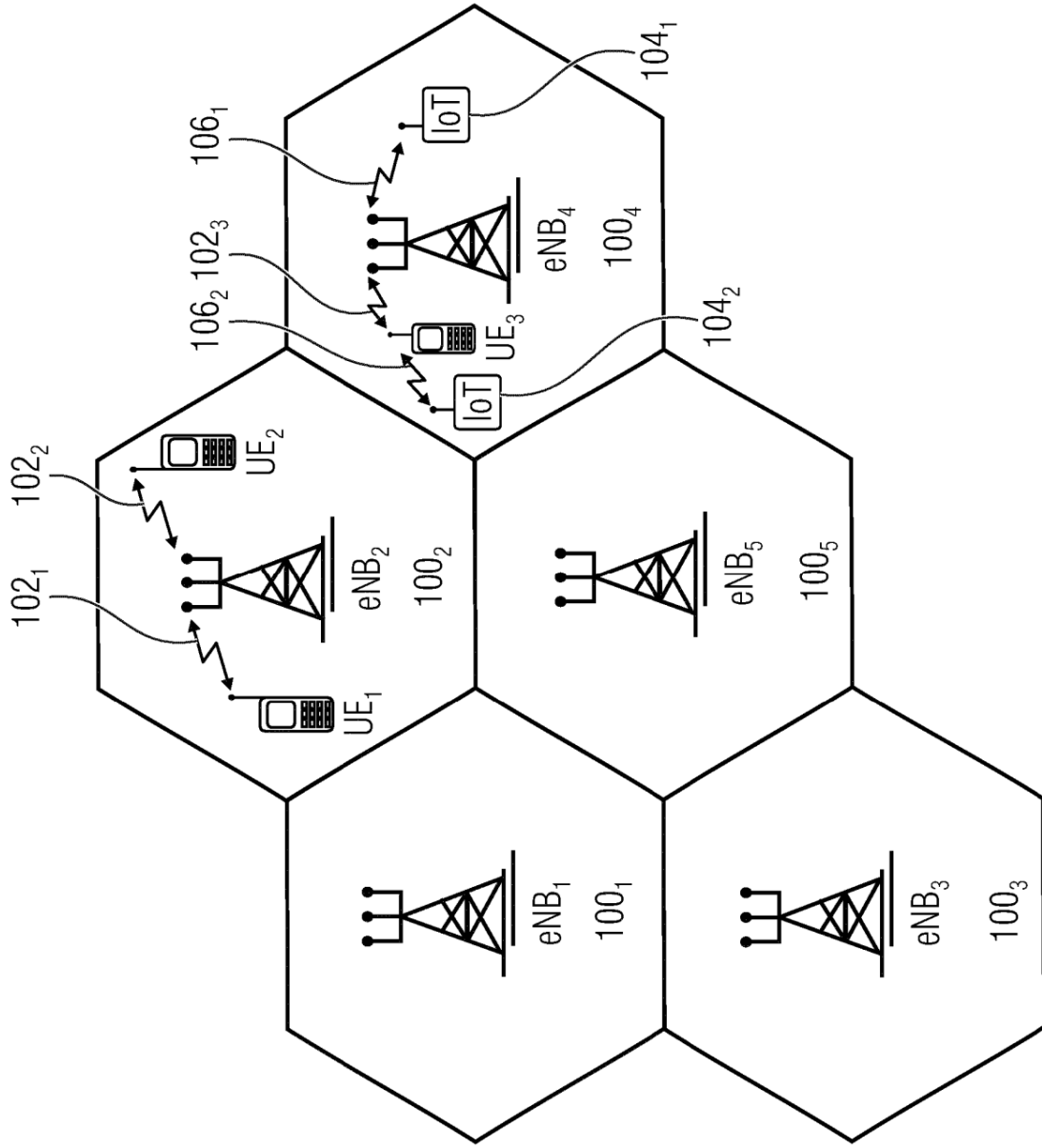


Fig. 1

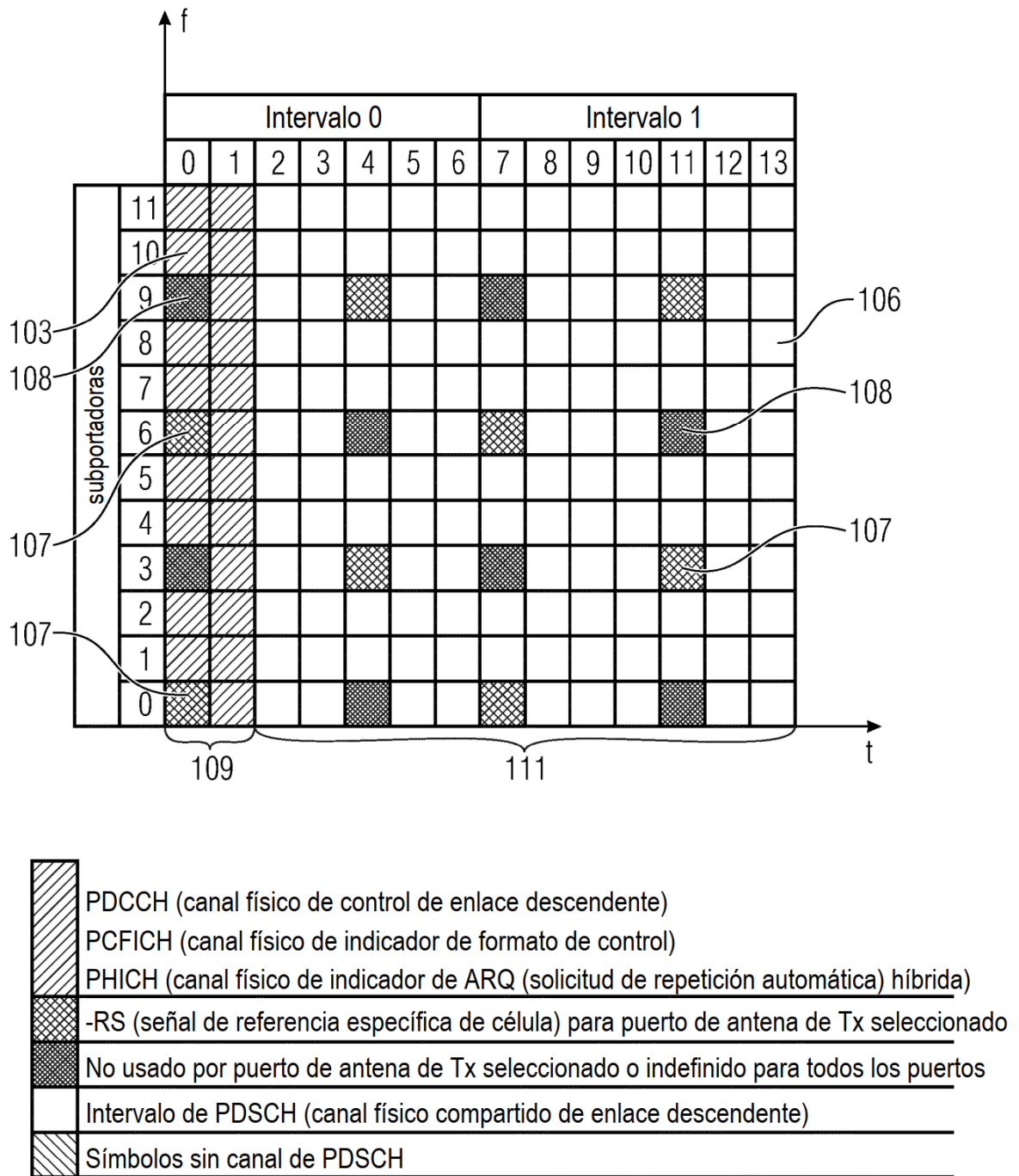


Fig. 2

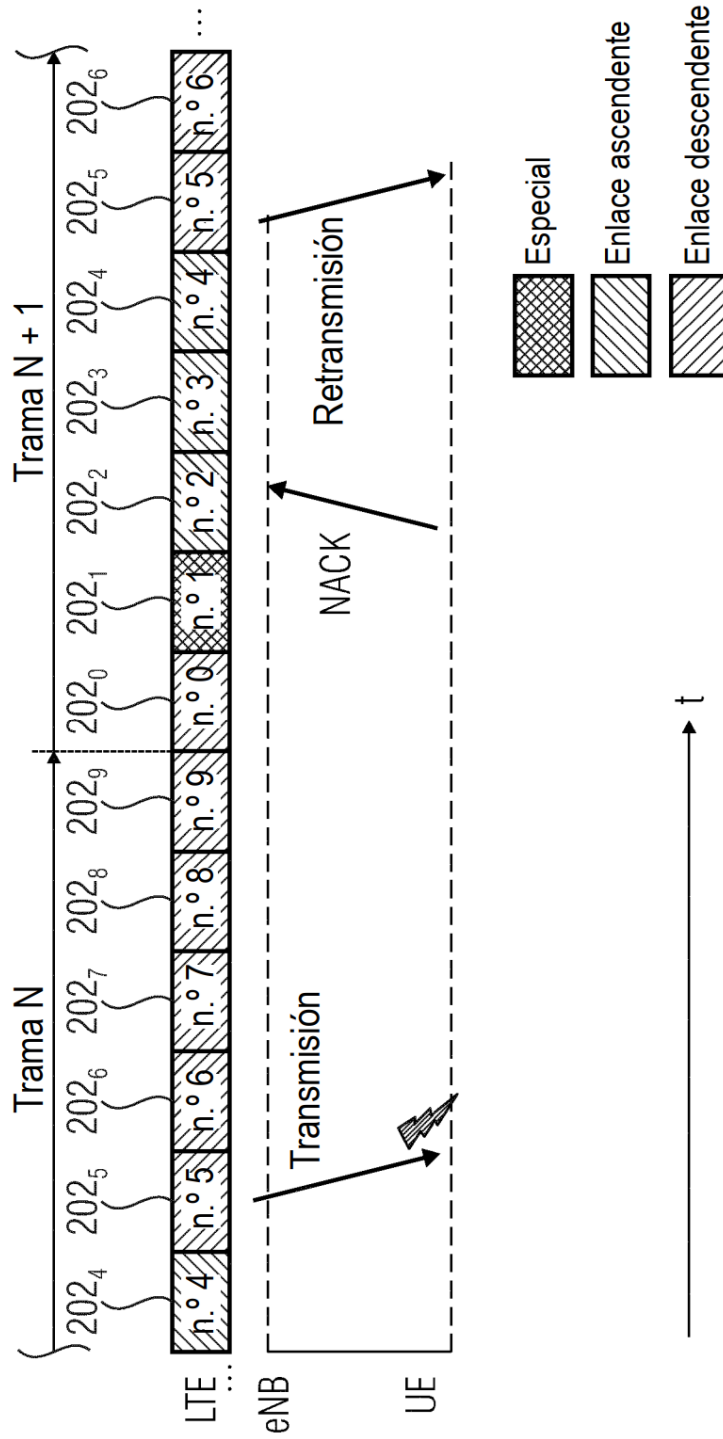


Fig. 3a

Configuración de enlace ascendente- enlace descendente	Periodicidad de conmutación de enlace		Número de subtrama									
	descendente a enlace ascendente	ascendente	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms		D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms		D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms		D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms		D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms		D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms		D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms		D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

Fig. 3b

Configuración de UL/DL	Subtrama n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	-	6	-	4	-	-	6	-	4
1	-	-	7,6	4	-	-	-	7,6	4	-
2	-	-	8,7,4,6	-	-	-	-	8,7,4,6	-	-
3	-	-	7,6,11	6,5	5,4	-	-	-	-	-
4	-	-	12,8,7,11	6,5,4,7	-	-	-	-	-	-
5	-	-	13,12,9,8,7,5,4,11,6	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	7	7	5	-	-	7	7	-

Fig. 4

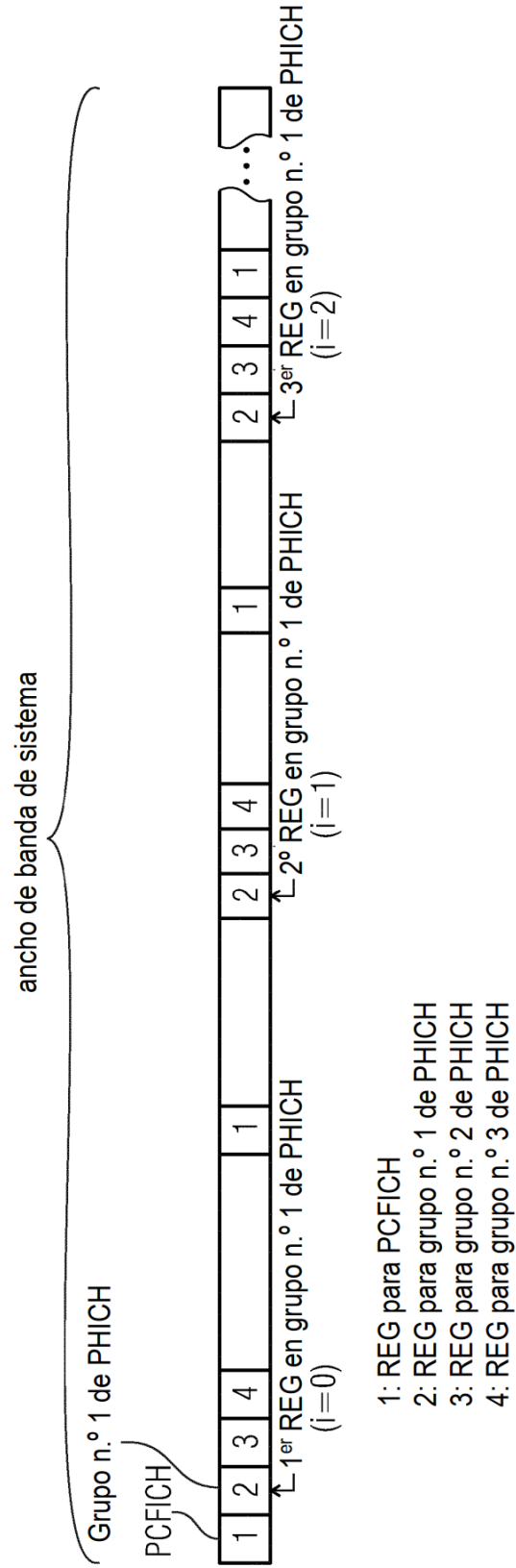


Fig. 5

Ng	$\frac{N_{DL\_RB/8}}{(50 RB)}$	Ng * $\frac{N_{DL\_RB/8}}{8}$	N.º de grupos de PHICH
1/6	6,25	1,04	2
1/2	6,25	3,13	4
1	6,25	6,25	7
2	6,25	12,50	13

Fig. 6

Formato de PUCCH	Información de UCI
Formato 1	Solicitud de planificación (SR)
Formato 1a	ACK/NACK de HARQ de 1 bit con/sin SR
Formato 1b	FDD (1CC)
	FDD (2CC)
	TDD (1CC)
Formato 2	ACK/NACK de HARQ de 2 bits con/sin SR (Esto es para MIMO, 1 bit para cada bloque de transporte)
Formato 2a	ACK/NACK de HARQ de 4 bits con selección de canal
	ACK/NACK de HARQ de 4 bits
	CQI (20 bits codificados)
Formato 2	CQI y ACK/NACK de HARQ de 1 o 2 bits - 20 bits - CP extendido únicamente
Formato 2a	CQI y ACK/NACK de HARQ de 1 bit - (20+1 bits codificados)
Formato 2b	CQI y ACK/NACK de HARQ de 2 bits - (20+2 bits codificados)
Formato 3	ACK de HARQ de hasta 10 bits
	ACK de HARQ de hasta 20 bits
Formato 3	11 bits que corresponden a ACK de HARQ de 10 bits y SR positiva/negativa de 1 bit
	21 bits que corresponden a ACK de HARQ de 20 bits y SR positiva/negativa de 1 bit

Fig. 7

Formato de PUCCH	Número de bits	Información de UCI
Formato 1		no ACK/NACK, SR únicamente
Formato 1a	1	ACK/NACK de SISO
Formato 1b	FDD (1CC)	ACK/NACK de MIMO
	FDD (2CC)	ACK/NACK de MIMO
	TDD (1CC)	ACK/NACK de MIMO
Formato 2	20	CSI, no ACK/NACK
Formato 2a	21	CSI + ACK/NACK de SISO
Formato 2b	22	CSI + ACK/NACK de MIMO
Formato 3	FDD (hasta 5CC)	ACK/NACK (hasta 5CC)
	TDD (hasta 5CC)	ACK/NACK (hasta 5CC)
Formato 3	FDD (hasta 5CC)	ACK/NACK (hasta 5CC) + SR
	TDD (hasta 5CC)	ACK/NACK (hasta 5CC) + SR

Fig. 8

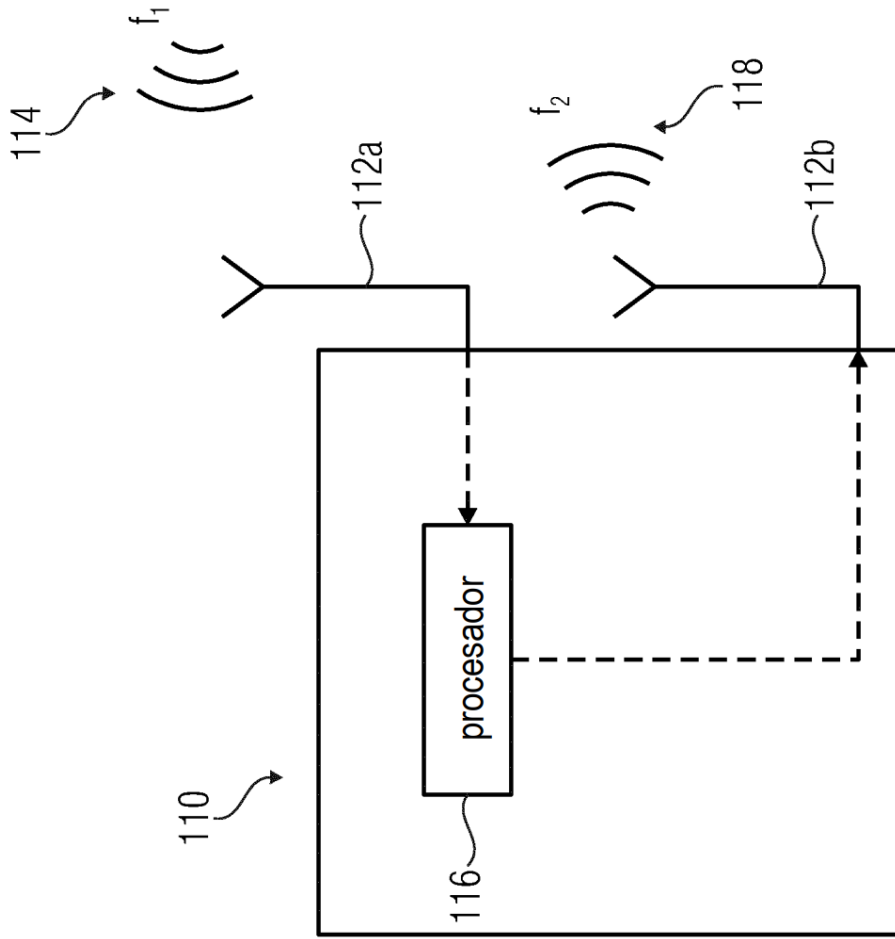


Fig. 9

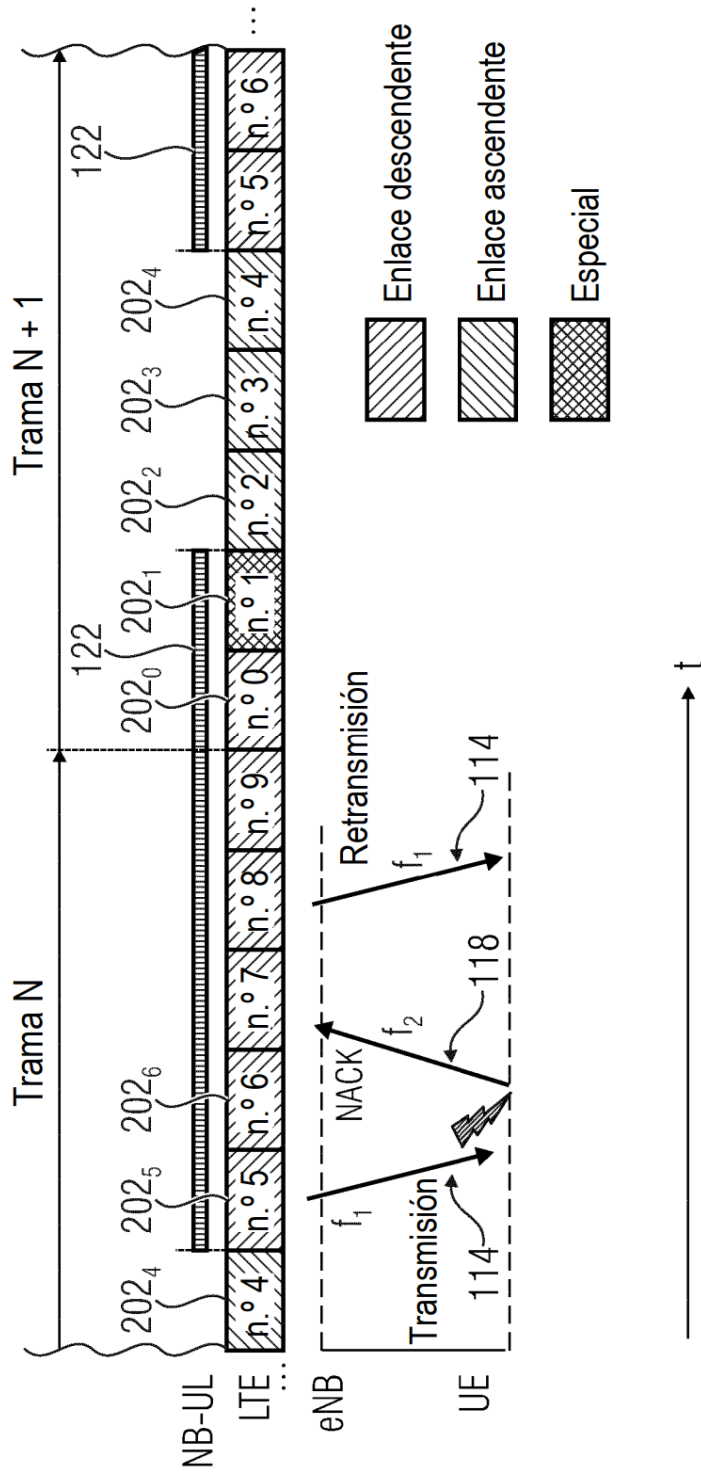
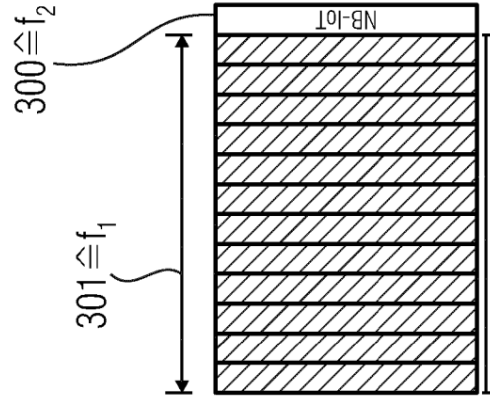
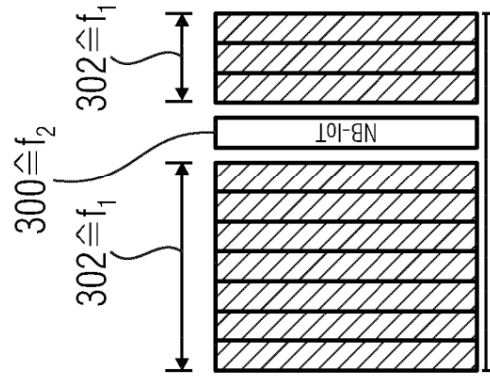


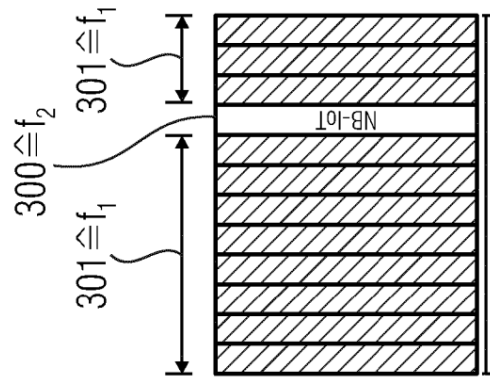
Fig. 10



Portadora LTE  
de banda de guardia



Portadoras GSM  
independientes



Portadora LTE  
dentro de banda

Fig. 11c

Fig. 11b

Fig. 11a

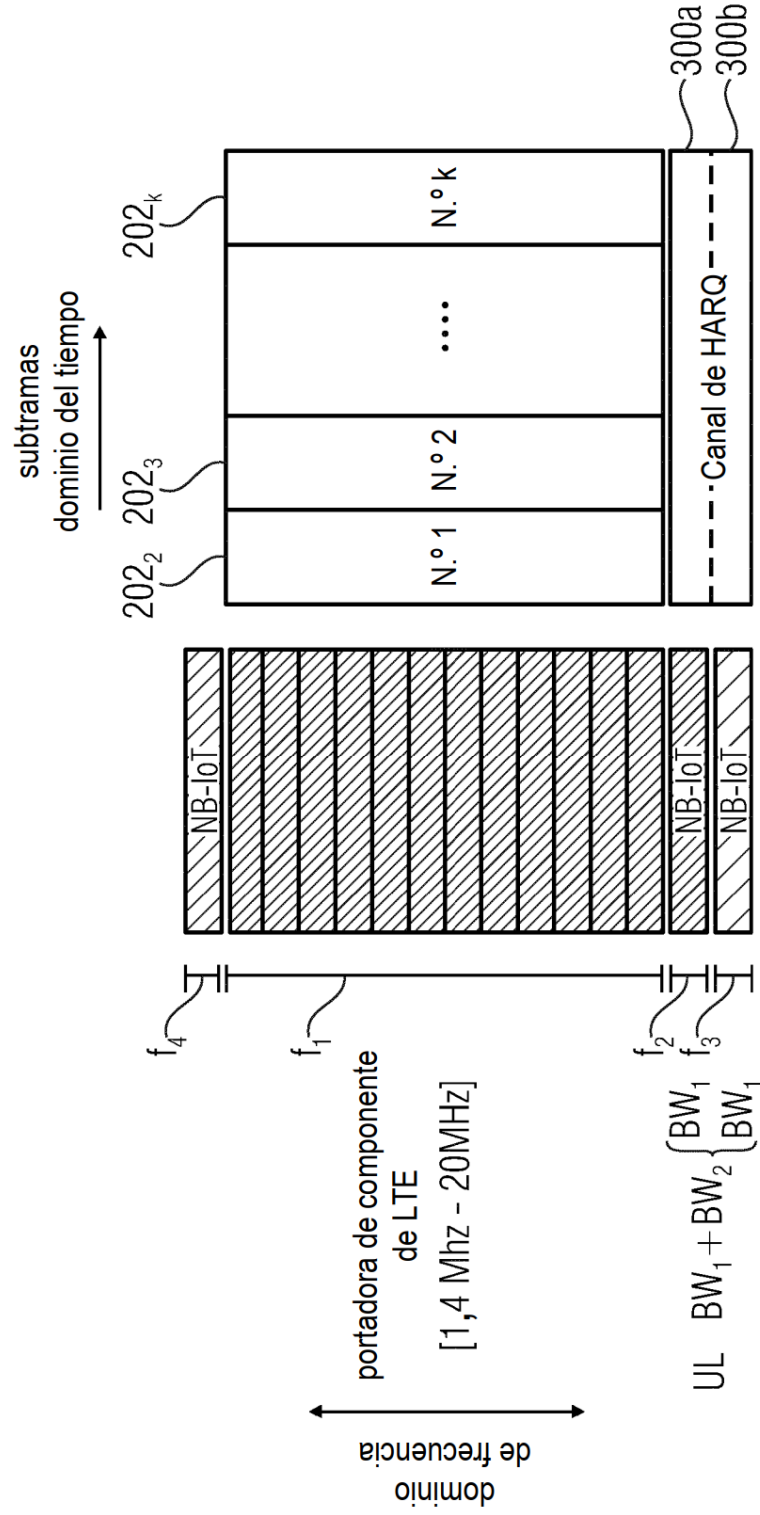


Fig. 12

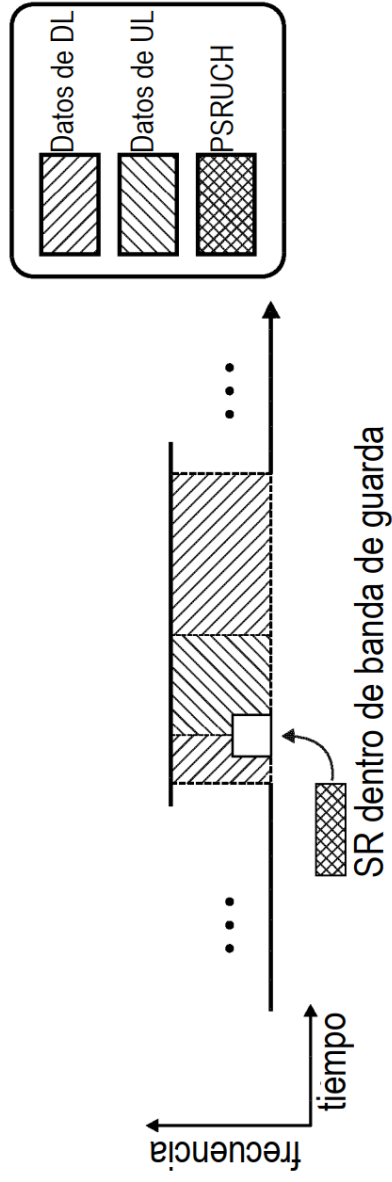


Fig. 13

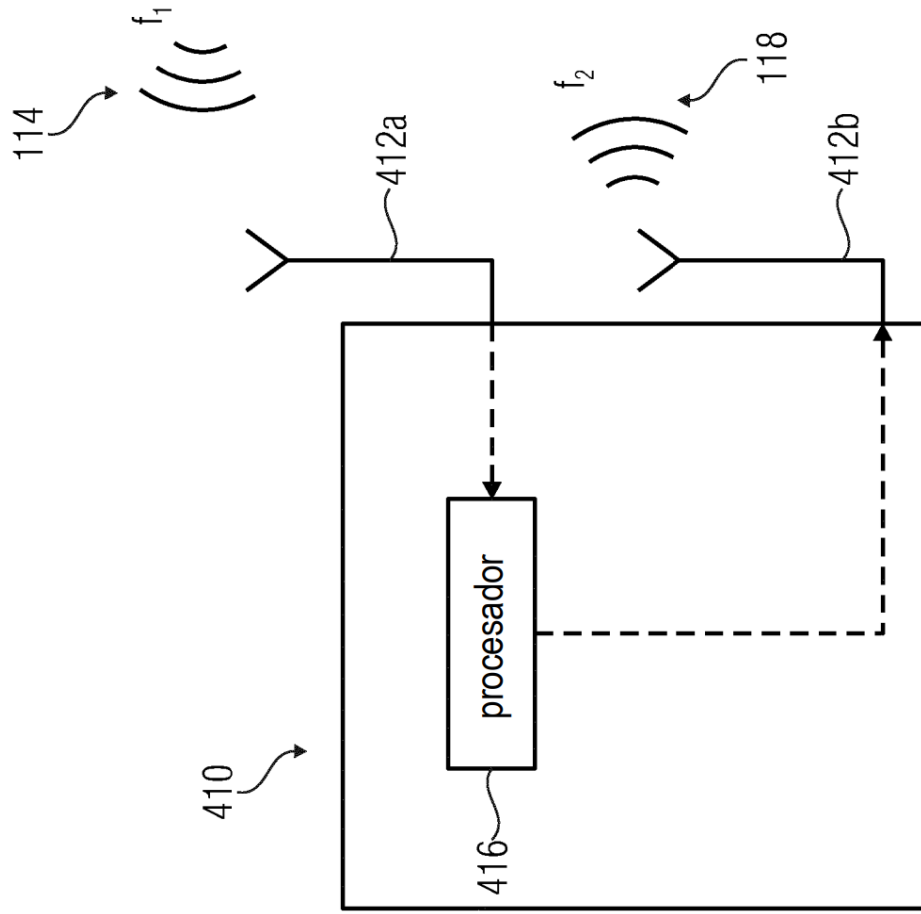


Fig. 14

500

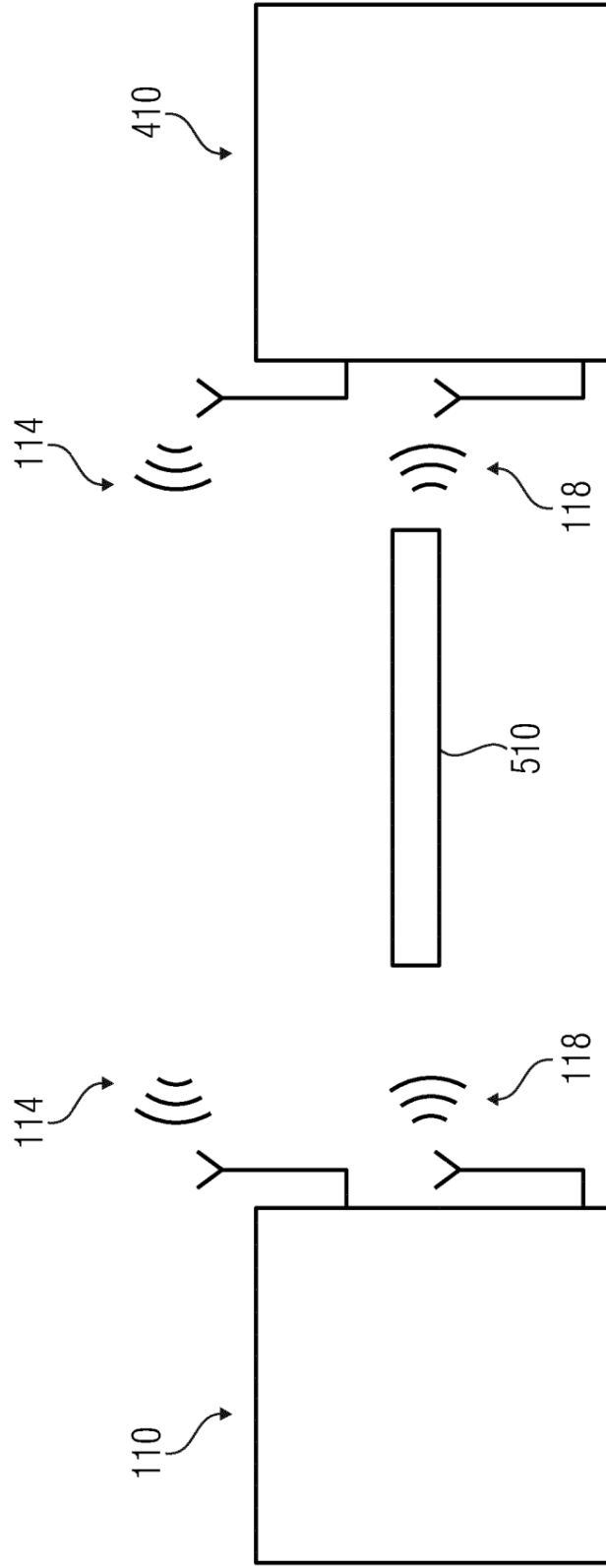


Fig. 15

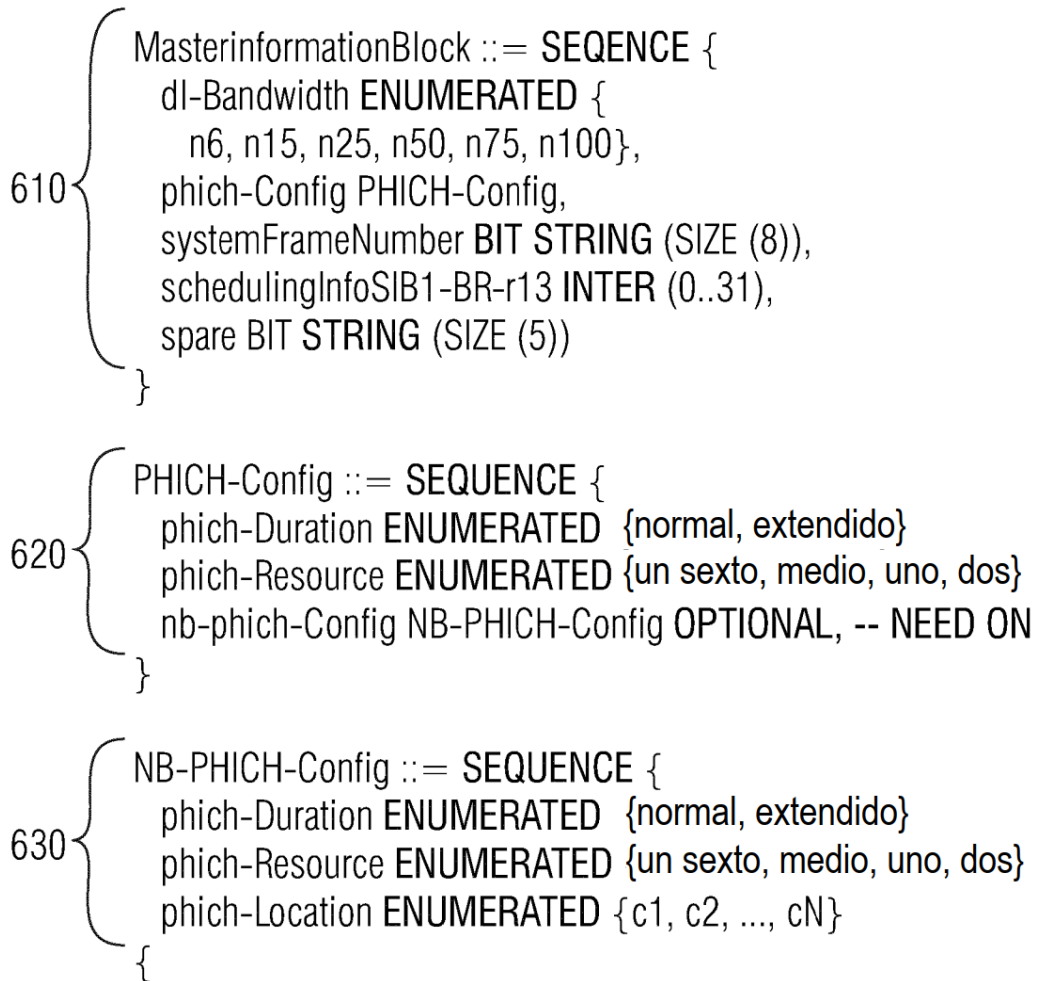


Fig. 16

700

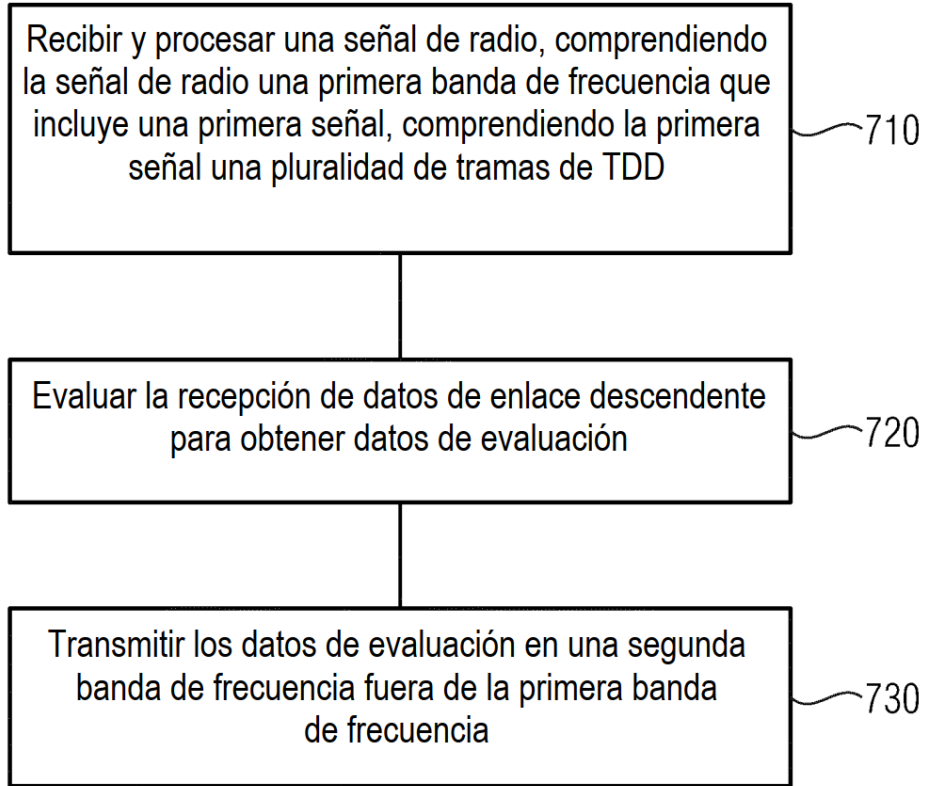


Fig. 17

800

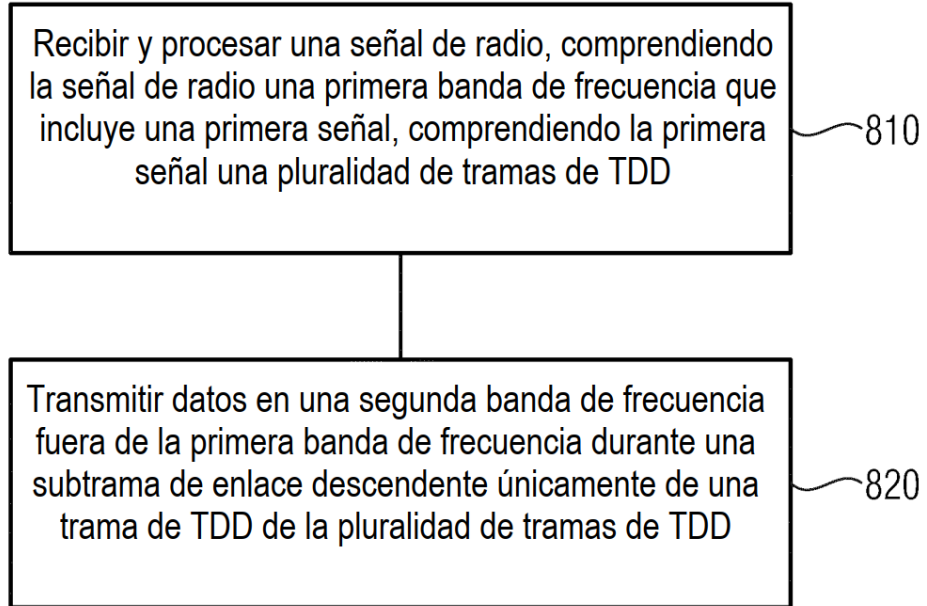


Fig. 18