

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 927 256**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04L 27/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2018** **PCT/IB2018/058509**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.08.2019** **WO19150185**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2018** **E 18808113 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2022** **EP 3747144**

54 Título: **Método y nodo de radio para la selección de subportadoras para transmisiones de sub-PRB**

30 Prioridad:

01.02.2018 US 201862625185 P

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

03.11.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

WANG, YI-PIN ERIC;
BERGMAN, JOHAN;
ERIKSSON, ANDERS K;
MEDINA ACOSTA, GERARDO AGNI y
ZHANG, CHUNHUI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 927 256 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

Método y nodo de radio para la selección de subportadoras para transmisiones de sub-PRB

Solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional de número de serie 62/625.185, presentada el 1 de febrero de 2018.

Sector técnico

La presente invención se refiere a transmisiones de subbloques de recursos físicos (PRB – Physical Resource Block, en inglés) en una red de comunicación inalámbrica.

Antecedentes

En el plenario # 75 de la red de acceso de radio (RAN – Radio Access Network, en inglés) del Proyecto de asociación de tercera generación (3GPP – Third Generation Partnership Project, en inglés), se aprobó un nuevo elemento de trabajo (WI – Work Item, en inglés) sobre una comunicación de tipo de máquina aún más mejorada (efeMTC – Even Further Enhanced Machine Type Communication, en inglés) para la evolución a largo plazo (LTE – Long Term Evolution, en inglés) [1]. Según la descripción de WI (WID – WI Description, en inglés) [2], una de las áreas que se mejorará aún más se refiere al aumento de la eficiencia espectral del canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH – Physical Uplink Shared CHannel, en inglés).

- Mayor eficiencia espectral del PUSCH [derivación RAN1, RAN2, RAN4]
 - Por ejemplo, asignación de recursos de subbloque de recursos físicos (PRB), con no menos de 3 subportadoras dentro de una asignación de sub-PRB.

En RAN1 #88bis, varias empresas proporcionaron resultados de simulación preliminares, y su opinión sobre qué técnica se debe utilizar para aumentar la eficiencia espectral del PUSCH. En RAN1 #89, se analizaron resultados adicionales utilizando supuestos de simulación comunes, así como comparaciones técnicas entre las técnicas candidatas. En RAN1 #90, se acordó especificar la técnica de sub-PRB para aumentar la eficiencia espectral del PUSCH, mientras que, en RAN1 #90bis, las empresas comenzaron a analizar los elementos básicos de diseño que deberían formar parte del soporte de sub-PRB sobre PUSCH. Recientemente, en RAN1 #91, se acordó el número de subportadoras a ser soportadas por las transmisiones de sub-PRB, junto con su soporte para los Modos A y B de mejora de la cobertura (CE – Coverage Enhancement, en inglés), y algunos otros acuerdos.

Como antecedente técnico, la técnica de sub-PRB mejora la eficiencia espectral para dispositivos de equipo de usuario (UE – User Equipment, en inglés) que tienen cobertura limitada (no ancho de banda limitado) mediante el aumento de la granularidad de asignación de subportadoras dentro de un PRB, realizada de 180 kilohercios (kHz). Por ejemplo, mediante la utilización de la técnica de sub-PRB, dos dispositivos de ancho de banda limitado / baja complejidad (BL – Bandwidth Limited, en inglés) / CE (Low Complexity, en inglés) pueden coexistir dentro de un PRB cuando a cada uno de ellos se le asignan 6 subportadoras, lo que representa una mejora de la eficiencia espectral del 100%. De manera similar, se podrían asignar cuatro dispositivos BL/CE con 3 subportadoras cada uno, lo que lleva a una mejora de la eficiencia espectral del 300%.

RAN1 acordó recientemente que las transmisiones de sub-PRB soportarán tres tipos de asignación de subportadoras:

- 6 subportadoras con modulación de codificación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK – Quadrature Phase Shift Keying, en inglés) de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA – Single Carrier Frequency Division Multiple Access, en inglés)
- 3 subportadoras con modulación de QPSK de SC-FDMA
- 3 subportadoras con modulación de codificación por desplazamiento de fase binaria (BPSK - Binary Phase Shift Keying, en inglés) de $\pi/2$ de SC-FDMA.

Las dos primeras asignaciones enumeradas anteriormente tienen casos correspondientes en otra tecnología del 3GPP, Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT – Narrow Band Internet of the Things, en inglés), mientras que la tercera asignación es nueva en comparación con NB-IoT, que, en cambio, tiene un caso de subportadora única.

La reducción de la utilización de recursos en el dominio de la frecuencia habitualmente se compensa extendiendo la utilización de recursos en el dominio del tiempo. Este principio ha sido adoptado para el soporte de sub-PRB en el PUSCH, donde la duración de la transmisión fundamental (es decir, la longitud de la Unidad de recursos (RU – Resource Unit, en inglés)) se determina en función del número de subportadoras asignadas. Si bien se ha acordado que el número de subportadoras para transmisiones de sub-PRB sobre el PUSCH sea de 3 y 6, aún no se han determinado las longitudes exactas de las RU.

En una transmisión de PUSCH normal sobre un PRB, se asigna (map, en inglés) un bloque de transporte (TB – Transport Block, en inglés) sobre 12 subportadoras de 15 kHz cada una (es decir, 180 kHz) durante 1 milisegundo (ms) (puesto que hay 14 símbolos de SC-FDMA en 1 ms, un total de $12 \times 14 = 168$ elementos de recurso (RE – Resource Element, en inglés) están ocupados). En las transmisiones de sub-PRB, con el objetivo de preservar el mismo número de RE que se pueden utilizar en una asignación de PRB completa, las longitudes de las RU para “6 subportadoras con modulación de QPSK de SC-FDMA” y “3 subportadoras con modulación de QPSK de SC-FDMA” deben ser igual a {2 ms, 4 ms} para {6, 3} subportadoras, respectivamente.

Por otro lado, para “3 subportadoras con modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA”, se ha decidido que solo se utilizan dos de las tres subportadoras asignadas, por lo que el número de RE utilizables disminuye. En este sentido, mantener sin impacto el número de RE utilizables con respecto a una asignación convencional de 3 subportadoras requeriría utilizar una longitud de RU igual a 6 ms. Sin embargo, una longitud de RU igual a 6 ms no se adapta bien al número total máximo de subtramas (válidas) que se utilizarán para las transmisiones de sub-PRB (es decir, 32 y 2048) y, por lo tanto, la longitud de RU en este caso podría en su lugar, ser de 4 ms u 8 ms. Una longitud de RU igual a 4 ms está por debajo de la longitud de RU que, en principio, se necesita (es decir, 6 ms) y, por lo tanto, una longitud de RU igual a 8 ms sería una mejor opción (por ejemplo, proporcionará mejores velocidades de código, por lo que permitirá soportar TB más grandes).

Además, para “3 subportadoras con modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA” existe un conjunto de acuerdos que definen ciertas características que deberá tener este tipo de asignación [3] y [4]:

Convenio:

- 3 subportadoras con modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA
 - La rotación de $\pi/2$ se realiza por medio de símbolos de SC-FDMA
 - Utilizar solo 2 subportadoras adyacentes de las 3 subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante DFT de longitud 2
 - FFS: qué 2 subportadoras de las 3 subportadoras asignadas se utilizan
 - Suposición de trabajo: las 2 subportadoras utilizadas se fijarán por cada celda por especificación
 - FFS: Configurada de manera semiestática
 - FFS: configuración semiestática
 - FFS: caso de salto de frecuencia

Se acordó soportar la asignación de “3 subportadoras con modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA” para transmisiones de sub-PRB sobre PUSCH, debido a su capacidad de proporcionar el mismo rendimiento de relación de potencia máxima frente a promedio (PAPR – Peak to Average Power Ratio, en inglés) que la transmisión de una única subportadora, también conocida como de tono único. Para que esto funcione, es necesario utilizar dos de las tres subportadoras asignadas, por lo que, en el transceptor la salida de la transformada rápida de Fourier (FFT – Fast Fourier Transform, en inglés) N convierte el BPSK de dos tonos en un BPSK de un solo tono.

En otras palabras, la cadena de transceptores de SC-FDMA de LTE de banda base heredada permanece esencialmente sin cambios, lo que significa que el único cambio consiste en “reemplazar” el módulo de QPSK por un módulo de BPSK. El principio de funcionamiento de alto nivel detrás de la utilización de “3 subportadoras con modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA” se ilustra a continuación, donde el número de subportadoras utilizadas es $N = 2$.

0 0 → Modulador de BPSK → {1; 1} → N-FFT → {2;0} → ...

0 1 → Modulador de BPSK → {1; -1} → N-FFT → {0;2} → ...

1 0 → Modulador de BPSK → {-1; 1} → N-FFT → {0;-2} → ...

1 1 → Modulador de BPSK → {-1; -1} → N-FFT → {-2;0} → ...

De la ilustración anterior es posible observar que “3 subportadoras con modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA” en todos los casos proporciona como salida de la FFT-N una señal de banda base de un solo tono.

Una vez que se ha descrito por qué “3 subportadoras con modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA” utilizan “solo 2 subportadoras adyacentes de las 3 subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante transformada discreta de

Fourier (DFT – Discrete Fourier Transform, en inglés) de longitud 2”, existen otros aspectos técnicos que deben ser resueltos.

Compendio

5 Se describen sistemas y métodos para seleccionar subportadoras que se utilizarán para la transmisión de subbloques de recursos físicos (PRB) y, en algunas realizaciones, para asignar señales de referencia de demodulación (DMRS – Demodulation Reference Signals, en inglés) a recursos en las subportadoras seleccionadas. La invención está definida por las reivindicaciones independientes 1 y 19 adjuntas.

10 En algunas realizaciones, un método de operación de un nodo de radio para proporcionar transmisión de sub-PRB comprende seleccionar dos subportadoras adyacentes de un conjunto de tres subportadoras asignadas, que están asignadas para una transmisión de sub-PRB que utiliza modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK) de $\pi/2$ de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) que utiliza solo dos subportadoras adyacentes del conjunto de tres subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante transformada discreta de Fourier (DFT), de longitud 2. En algunas realizaciones, la selección de dos subportadoras de las tres subportadoras asignadas es tal que las subportadoras adyacentes seleccionadas varían, por ejemplo, de una celda a otra. Con ello, se distribuye la interferencia.

15 En algunas realizaciones, el método comprende, además, realizar una o más tareas relacionadas con la transmisión de sub-PRB. En algunas realizaciones, realizar una o más tareas comprende realizar la transmisión de sub-PRB utilizando modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA que utiliza solo las dos subportadoras adyacentes seleccionadas del conjunto de tres subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante DFT, de longitud 2. En algunas otras realizaciones, realizar una o más tareas comprende enviar información que indica las dos subportadoras adyacentes seleccionadas, a otro nodo.

20 En algunas realizaciones, seleccionar las dos subportadoras adyacentes del conjunto de tres subportadoras asignadas comprende seleccionar las dos subportadoras adyacentes basándose en un identificador de celda (ID) de una celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB. Además, en algunas realizaciones, la selección de las dos subportadoras adyacentes basándose en el ID de celda de la celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB comprende la selección de las dos subportadoras adyacentes basándose en un valor igual al ID de la celda módulo 2. Además, en algunas realizaciones, las dos subportadoras adyacentes son las dos subportadoras con los índices más bajos entre el conjunto de tres subportadoras asignadas si el valor obtenido de la operación de celda ID módulo 2 es “0”, y las dos subportadoras adyacentes son las dos subportadoras con los índices más altos entre el conjunto de tres subportadoras asignadas, si el valor obtenido de la operación módulo 2 sobre el ID de celda es “1”. En algunas realizaciones, el ID de celda es un valor en el intervalo comprendido entre 0 y 503, ambos incluidos.

En algunas realizaciones, seleccionar las dos subportadoras adyacentes del conjunto de tres subportadoras asignadas comprende seleccionar las dos subportadoras adyacentes basándose en si una celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB es “par” o “impar”.

35 En algunas realizaciones, seleccionar las dos subportadoras adyacentes del conjunto de tres subportadoras asignadas comprende seleccionar aleatoriamente las dos subportadoras adyacentes, por cada celda.

En algunas realizaciones, una DMRS es asignada a las dos subportadoras adyacentes seleccionadas según un patrón alternativo. En algunas realizaciones, el patrón alternativo es determinista.

40 En algunas realizaciones, una DMRS es asignada a las dos subportadoras adyacentes seleccionadas según un patrón predefinido. En algunas realizaciones, el patrón predefinido es un patrón periódico que alterna la asignación de DMRS entre las dos subportadoras adyacentes seleccionadas. En algunas otras realizaciones, el patrón predefinido es un patrón pseudoaleatorio que mapea una DMRS entre las dos subportadoras adyacentes seleccionadas.

45 En algunas realizaciones, una DMRS es asignada a solo una de las dos subportadoras adyacentes seleccionadas de una manera predefinida. En algunas realizaciones, una de las dos subportadoras adyacentes seleccionadas a las que se asigna una DMRS es la subportadora central del conjunto de tres subportadoras asignadas. En algunas otras realizaciones, el método comprende, además, seleccionar una de las dos subportadoras adyacentes seleccionadas a las que se asigna la DMRS basándose en si una celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB es “par” o “impar”.

En algunas realizaciones, una DMRS es asignada a las dos subportadoras adyacentes seleccionadas de una manera predefinida.

50 En algunas realizaciones, el nodo de radio es un dispositivo inalámbrico. En algunas realizaciones, el método comprende, además, proporcionar datos de usuario y reenviar los datos de usuario a un ordenador central por medio de una transmisión hacia la estación base.

En algunas otras realizaciones, el nodo de radio es una estación base. En algunas realizaciones, el método comprende, además, obtener datos de usuario y reenviar los datos de usuario a un ordenador central o a un dispositivo inalámbrico.

También se dan a conocer realizaciones de un nodo de radio. En algunas realizaciones, un nodo de radio para proporcionar transmisión de sub-PRB comprende circuitería de procesamiento, configurada para hacer que el nodo de radio seleccione dos subportadoras adyacentes de un conjunto de tres subportadoras asignadas, que se asignan para una transmisión de sub-PRB que utiliza modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA que utiliza solo dos subportadoras adyacentes del conjunto de tres subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante DFT, de longitud 2.

En algunas realizaciones, un nodo de radio para proporcionar transmisión de sub-PRB está adaptado para seleccionar dos subportadoras adyacentes de un conjunto de tres subportadoras asignadas que están asignadas para una transmisión de sub-PRB que utiliza modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA que utiliza solo dos subportadoras adyacentes del conjunto de tres subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante DFT, de longitud 2.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras de los dibujos adjuntos incorporados y que forman parte de esta memoria descriptiva ilustran varios aspectos de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

La figura 1 ilustra un ejemplo de una red de comunicaciones celular, en la que se pueden implementar las realizaciones de la presente invención;

La figura 2 ilustra un ejemplo de selección de dos de las tres subportadoras asignadas para una transmisión de subbloques de recursos físicos (PRB) utilizando modulación de codificación por desplazamiento de fase binaria (BPSK) de $\pi/2$ de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA), según algunas realizaciones de la presente invención;

Las figuras 3 a 7 ilustran ejemplos de asignación de señal de referencia de demodulación (DMRS) cuando se utilizan dos de tres subportadoras asignadas para una transmisión de sub-PRB utilizando modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA, según varias realizaciones de la presente invención;

La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de un nodo de radio para transmisión de sub-PRB utilizando modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA, según algunas realizaciones de la presente invención;

La figura 9 es un diagrama de bloques esquemático de un nodo de acceso de radio, según algunas realizaciones de la presente invención;

La figura 10 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una realización virtualizada del nodo de acceso de radio, según algunas realizaciones de la presente invención;

La figura 11 es un diagrama de bloques esquemático del nodo de acceso de radio, según algunas otras realizaciones de la presente invención;

La figura 12 es un diagrama de bloques esquemático de un equipo de usuario (UE) según algunas realizaciones de la presente invención;

La figura 13 es un diagrama de bloques esquemático del UE, según algunas otras realizaciones de la presente invención;

La figura 14 ilustra un sistema de comunicación, según algunas realizaciones de la presente invención;

La figura 15 ilustra un UE, una estación base y un ordenador central, según algunas realizaciones de la presente invención; y

Las figuras 16 a 19 son diagramas de flujo que ilustran métodos implementados en un sistema de comunicación, según varias realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada

Las realizaciones expuestas a continuación representan información que permite a los expertos en la materia poner en práctica las realizaciones e ilustrar el mejor modo de poner en práctica las realizaciones. Tras la lectura de la siguiente descripción a la luz de las figuras de los dibujos adjuntos, los expertos en la materia comprenderán los conceptos de la invención y reconocerán las aplicaciones de estos conceptos que no se abordan de manera concreta en el presente documento. Se debe comprender que estos conceptos y aplicaciones caen dentro del alcance de la invención.

En general, todos los términos utilizados en el presente documento deben ser interpretados según su significado corriente en el sector técnico correspondiente, a menos que se dé claramente un significado diferente y/o quede implícito del contexto en el que se utiliza. Todas las referencias a un/una/el/la elemento, aparato, componente, medio, etapa, etc. deben ser interpretadas abiertamente como referencias a, al menos, una instancia del elemento, aparato, componente, medio, etapa, etc., a menos que se indique explícitamente otra cosa. Las etapas de cualquiera de los métodos dados a conocer en el presente documento no tienen que ser realizadas en el orden exacto dado a conocer, a menos que una etapa se describa explícitamente como siguiente o anterior a otra etapa y/o cuando esté implícito

que una etapa debe seguir o preceder a otra etapa. Cualquier característica de cualquiera de las realizaciones dadas a conocer en el presente documento se puede aplicar a cualquier otra realización, cuando sea apropiado. Asimismo, cualquier ventaja de cualquiera de las realizaciones se puede aplicar a cualquier otra realización, y viceversa. Otros objetivos, características y ventajas de las realizaciones adjuntas serán evidentes a partir de la siguiente descripción.

- 5 Algunas de las realizaciones contempladas en este documento se describirán a continuación con más detalle, con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, otras realizaciones están contenidas dentro del alcance de la materia dada a conocer en el presente documento, la materia dada a conocer no debe ser interpretada como limitada únicamente a las realizaciones establecidas en el presente documento; más bien, estas realizaciones se dan a conocer a modo de ejemplo, para transmitir el alcance del tema a los expertos en la materia.

- 10 **Nodo de radio:** Tal como se utiliza en el presente documento, un “nodo de radio” es un nodo de acceso de radio o un dispositivo inalámbrico.

- 15 **Nodo de acceso de radio:** Tal como se utiliza en el presente documento, un “nodo de acceso de radio” o “nodo de la red de radio” es cualquier nodo en una red de acceso de radio, de una red de comunicaciones celulares, que funciona para transmitir y/o recibir señales de manera inalámbrica. Algunos ejemplos de un nodo de acceso de radio incluyen, entre otros, una estación base (por ejemplo, una estación base (gNB) de Nueva Radio (NR – New Radio, en inglés) en una red de NR de quinta generación (5G) del Proyecto de asociación de tercera generación (3GPP) o un Nodo B mejorado o evolucionado (eNB) en una red de evolución a largo plazo (LTE – Long Term Evolution, en inglés) del 3GPP), una macroestación base o de alta potencia, una estación base de baja potencia (por ejemplo, una microestación base, una picoestación base, un eNB doméstico, o similar), y un nodo de retransmisión.

- 20 **Nodo de la red central:** Tal como se utiliza en el presente documento, un “nodo de la red central” es cualquier tipo de nodo en una red central. Algunos ejemplos de un nodo de red central incluyen, por ejemplo, una entidad de gestión de la movilidad (MME – Mobility Management Entity, en inglés), una puerta de enlace de red de datos en paquetes (P-GW – Packet data network GateWay, en inglés), una función de exposición de capacidad de servicio (SCEF – Service Capability Exposure Function, en inglés), o similares.

- 25 **Dispositivo inalámbrico:** Tal como se utiliza en el presente documento, un “dispositivo inalámbrico” es cualquier tipo de dispositivo que tiene acceso a (es decir, es atendido por) una red de comunicaciones celular, mediante la transmisión y/o recepción inalámbrica de señales a uno o más nodo(s) de acceso de radio. Algunos ejemplos de un dispositivo inalámbrico incluyen, entre otros, un dispositivo de equipo de usuario (UE) en una red de 3GPP y un dispositivo de comunicación de tipo de máquina (MTC – Machine Type Communication, en inglés).

- 30 **Nodo de red:** Tal como se utiliza en el presente documento, un “nodo de red” es cualquier nodo que forme parte de la red de acceso de radio o la red central de una red/sistema de comunicaciones celulares.

- 35 Téngase en cuenta que la descripción dada a conocer en el presente documento se centra en un sistema de comunicaciones celulares del 3GPP y, como tal, a menudo se utiliza terminología del 3GPP o terminología similar a la terminología del 3GPP. Sin embargo, los conceptos dados a conocer en el presente documento no están limitados a un sistema del 3GPP.

- Téngase en cuenta que, en la presente descripción, se puede hacer referencia al término “celda”; sin embargo, concretamente con respecto a los conceptos de NR 5G, se pueden utilizar haces en lugar de celdas y, por lo tanto, es importante tener en cuenta que los conceptos descritos en el presente documento son igualmente aplicables tanto a las celdas como a los haces.

- 40 Cuando se asignan tres subportadoras con modulación de codificación por desplazamiento de fase binaria (BPSK) de $\pi/2$ de acceso múltiple por división de la frecuencia de portadora única (SC-FDMA) para una transmisión de subbloques de recursos físicos (PRB), existe la necesidad de un mecanismo para seleccionar qué dos subportadoras de las tres subportadoras asignadas para la transmisión de sub-PRB, se utilizarán. Además, para tres subportadoras con modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA, la señal de referencia de demodulación (DMRS) diseñada para Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT) en el caso de asignar tres subportadoras no se puede reutilizar, puesto que solo se utilizan dos de tres subportadoras asignadas. Además, la asignación de subportadoras de DMRS sobre dos de tres subportadoras debería dar como resultado una transmisión de un solo tono (instantánea).

- Ciertos aspectos de la presente invención y sus realizaciones pueden proporcionar soluciones a los problemas mencionados anteriormente u otros.

- 50 • Para “3 subportadoras con modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA”, la selección de “solo 2 subportadoras adyacentes de las 3 subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante DFT de longitud 2” se puede realizar por medio de cualquiera de las siguientes alternativas:
- La selección de dos de las tres subportadoras asignadas se basa en si la celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB es una celda “par” o “impar”.

- El Identificador de celda física (PCI – Physical Cell Identifier, en inglés), que va de 0 a 503, se puede utilizar como una manera de seleccionar dos de las tres subportadoras asignadas.

- La selección de dos de las tres subportadoras asignadas es aleatoria por celda.

5 • La DMRS puede ser asignada a elementos de recursos dentro del ancho de banda de las dos subportadoras utilizadas considerando al menos una de las siguientes alternativas:

- La DMRS siempre se asigna a solo una de las dos subportadoras utilizables de una manera predefinida.

- La DMRS se asigna solo a una de las dos subportadoras utilizables sobre la base de si la celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB es una celda par o impar.

- La DMRS tiene un patrón periódico que alterna la asignación de DMRS entre las dos subportadoras utilizadas.

10 • El patrón de DMRS es una secuencia pseudoaleatoria que alterna entre las dos subportadoras utilizadas.

Para la introducción de transmisiones de sub-PRB sobre canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH), cuando se asignan tres subportadoras con modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA y solo se utilizan dos de las tres subportadoras asignadas, la presente invención da a conocer métodos para seleccionar y datos de asignación y señales de referencia de demodulación para transmisiones de sub-PRB sobre PUSCH. Los métodos propuestos para seleccionar las dos de tres subportadoras asignadas tienen como objetivo aleatorizar la interferencia, incluyendo basar la decisión dependiendo de si la celda está clasificada como celda par o impar, utilizando el PCI para determinar las subportadoras utilizables, o utilizando un generador de números aleatorios por cada celda. Por otro lado, los métodos para realizar la asignación de DMRS se pueden utilizar para obtener una buena estimación de uno de los dos tonos utilizables (por ejemplo, predeterminar el elemento de recurso (RE) que transportará una DMRS), o algunos otros métodos (por ejemplo, patrón de DMRS alterno o asignación de DMRS aleatorio) para obtener estimaciones para ambos tonos utilizables.

Ciertas realizaciones pueden proporcionar una o más de la(s) siguiente(s) ventaja(s) técnica(s).

- Entre las celdas desplegadas de una red determinada, la utilización de un mecanismo que se puede utilizar para variar la selección de solo 2 subportadoras adyacentes de las 3 subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante transformada discreta de Fourier (DFT) de longitud 2 ayudará a distribuir la interferencia.

- Para la DMRS, los beneficios difieren según la solución.

- Si la DMRS siempre se asigna solo a una de las dos subportadoras utilizables de una manera predefinida o basándose en si la celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB es una celda par o impar, entonces una estimación del canal de enlace ascendente para uno de los tonos sería tan buena como en la referencia.

- Para la solución predefinida, la subportadora central entre las tres asignadas puede ser utilizada para transportar una DMRS independientemente de saber qué dos subportadoras adyacentes se utilizarían, ya que siempre se utiliza la central.

- Si la DMRS tiene un patrón determinista que alterna la asignación de DMRS entre las dos subportadoras utilizadas, la cantidad de estimaciones de canal por tono será la mitad en comparación con la referencia, pero aún será posible obtener estimaciones de los canales de enlace ascendente para ambos tonos.

- Si la asignación de DMRS conmuta aleatoriamente entre las dos subportadoras utilizadas, la cantidad de estimaciones de canal para cada tono puede estar desequilibrada (es decir, debido a la aleatoriedad), pero aún será posible obtener estimaciones de los canales de enlace ascendente para ambos tonos.

La figura 1 ilustra un ejemplo de una red de comunicaciones celular 100, según algunas realizaciones de la presente invención. En las realizaciones dadas a conocer en el presente documento, la red de comunicaciones celulares 100 es una red de NR 5G o una red de LTE. En este ejemplo, la red de comunicaciones celulares 100 incluye las estaciones base 102-1 y 102-2, que en LTE se denominan eNB y en NR 5G se denominan gNB, que controlan las macroceldas 104-1 y 104-2 correspondientes. Las estaciones base 102-1 y 102-2 generalmente se denominan en el presente documento de manera conjunta estaciones base 102, e individualmente como estación base 102. Asimismo, las macroceldas 104-1 y 104-2 se denominan en general en el presente documento, de manera conjunta, macroceldas 104 e, individualmente, macrocelda 104. La red de comunicaciones celular 100 también incluye varios nodos de baja potencia 106-1 a 106-4 que controlan las celdas pequeñas 108-1 a 108-4 correspondientes. Los nodos de baja potencia 106-1 a 106-4 pueden ser estaciones base pequeñas (tales como pico o femto estaciones base) o cabeceras de radio remotas (RRH – Remote Radio Heads, en inglés), o similares. En concreto, aunque no se ilustra, una o más de las celdas pequeñas 108-1 a 108-4 pueden ser proporcionadas alternativamente por las estaciones base 102. Los nodos de baja potencia 106-1 a 106-4 en general se denominan en el presente documento conjuntamente como nodos de baja potencia 106 e individualmente como nodo de baja potencia 106. Asimismo, las celdas pequeñas 108-1 a 108-

4 se denominan en el presente documento celdas pequeñas 108, e individualmente, como celda pequeña 108. Las estaciones base 102 (y opcionalmente los nodos de baja potencia 106) están conectados a una red central 110.

Las estaciones base 102 y los nodos de baja potencia 106 prestan servicio a los dispositivos inalámbricos 112-1 a 112-5 en las celdas 104 y 108 correspondientes. Los dispositivos inalámbricos 112-1 a 112-5 en general se denominan en el presente documento, en conjunto, dispositivos inalámbricos 112, e individualmente, dispositivo inalámbrico 112. Los dispositivos inalámbricos 112 también se denominan a veces en el presente documento, UE.

La presente invención se refiere a una transmisión de sub-PRB a la que se le asigna un conjunto de N_A subportadoras asignadas, y que utiliza una modulación que utiliza solo N_S subportadoras adyacentes de las N_A subportadoras asignadas donde $N_S < N_A$. En las realizaciones preferidas descritas en el presente documento, la modulación es modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA que utiliza solo dos subportadoras adyacentes de las tres subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante DFT de longitud 2 (es decir, $N_S = 2$ y $N_A = 3$). Sin embargo, las realizaciones descritas en el presente documento no se limitan a las mismas. Realizaciones para seleccionar las N_S subportadoras adyacentes de las N_A subportadoras asignadas se describen en el presente documento (véanse, por ejemplo, las secciones I(A) -I(C) que se muestran a continuación). También se describen realizaciones para asignar una DMRS a las subportadoras adyacentes seleccionadas (véanse, por ejemplo, las secciones II(A)-II(D) que se muestran a continuación).

I. Selección de las dos de tres subportadoras

Para tres subportadoras con modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA, la selección de solo dos subportadoras adyacentes de las tres subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante DFT de longitud 2, se puede realizar por medio de cualquiera de las alternativas descritas en las subsecciones A, B y C que se muestran a continuación. La alternativa descrita en la subsección B está de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 ilustra un ejemplo en el que se han seleccionado dos subportadoras adyacentes de tres subportadoras asignadas para realizar una transmisión de sub-PRB sobre PUSCH. En concreto, la figura 2 ilustra un ejemplo de una asignación de subportadora que consta de 3 subportadoras cuando solo se utilizan dos de tres, y donde la longitud de la unidad de recursos (RU) es de 8 milisegundos (ms). Téngase en cuenta que en los "Elementos de recursos utilizables para transportar datos", la transmisión similar a un solo tono puede aparecer en cualquiera de los dos tonos utilizables, que depende de los bits proporcionados en la entrada de la cadena del transceptor que se producen en la salida de la transformada rápida de Fourier (FFT)-N una transmisión de un solo tono en cualquiera de las subportadoras (es decir, $\{2;0\}$ o $\{0;2\}$ o $\{0;-2\}$ o $\{-2;0\}$).

Por lo tanto, la única consideración para realizar la asignación de DMRS es asegurarse de que la transmisión sea una transmisión de un solo tono.

A. La selección de las dos de tres subportadoras asignadas se basa en si la celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB es una celda par o impar

Una celda que, por ejemplo, por medio de un identificador de celda, ha sido clasificada como una celda par o impar, puede hacer uso de dicha clasificación para determinar qué dos subportadoras adyacentes de las tres subportadoras asignadas se utilizarán.

Por ejemplo, para una celda que ha sido clasificada como "celda par", no se utilizaría la subportadora con el índice más bajo; mientras que para una celda que ha sido clasificada como "celda impar", no se utilizaría la subportadora con el índice más alto. Eso es:

- Una "celda par" que ha asignado la subportadora #0, #1 y #2 a un dispositivo determinado descartaría la subportadora #0 y, por lo tanto, dos de las tres subportadoras utilizables serían las subportadoras #1 y #2.
- Por el contrario, una "celda impar" que ha asignado la subportadora #0, #1 y #2 a un dispositivo determinado descartaría la subportadora #2 y, por lo tanto, dos de las tres subportadoras utilizables serían las subportadoras #0 y #1.

Lo anterior es solo un ejemplo. No se excluyen diferentes interpretaciones siempre que las dos subportadoras utilizables sigan siendo adyacentes entre sí. Por ejemplo, la siguiente interpretación es igualmente válida: para una celda que ha sido clasificada como "celda par", se utilizarían las dos subportadoras con los índices más bajos entre las subportadoras asignadas; mientras que para una celda que ha sido clasificada como "celda impar", se utilizarían las subportadoras con los índices más altos entre las subportadoras asignadas.

B. El PCI que varía entre, por ejemplo, 0 y 503 se puede utilizar como una manera de seleccionar dos de tres subportadoras asignadas

Otra manera de seleccionar dos de las tres subportadoras asignadas se puede basar en el PCI, que varía entre, por ejemplo, 0 y 503. utilizando el PCI, se puede aplicar una operación de módulo para determinar la subportadora que no se utilizará (por ejemplo, $\text{Non_used_allocated_subcarrier} = \text{mod}(\text{PCI}, 2)$).

A primera vista, puede ser que “tres” sea el número utilizado en la operación de módulo (es decir, $\text{mod}(\text{PCI}, 3)$), pero eso a veces conducirá a no utilizar la subportadora central; sin embargo, el acuerdo dice que las dos subportadoras seleccionadas deben ser adyacentes. Por lo tanto, se debe utilizar $\text{mod}(\text{PCI}, 2)$, donde, por ejemplo, “0” podría significar que la subportadora #0 no se puede utilizar, y “1” podría significar que la subportadora #2 no se puede utilizar.

- 5 Una vez más, no se excluyen otras interpretaciones. Otra interpretación para el resultado de la operación $\text{mod}(\text{PCI}, 2)$ puede ser, por ejemplo, que “0” podría significar que se utilizarían las dos subportadoras con los índices más bajos entre las subportadoras asignadas, y “1” podría significar que se utilizarían las dos subportadoras con los índices más altos entre las tres subportadoras asignadas.

C. La selección de las dos de tres subportadoras asignadas es aleatoria por cada celda

- 10 Otra alternativa para seleccionar dos de tres subportadoras asignadas puede estar basada en hacer uso de un generador de números aleatorios utilizando una semilla diferente por cada celda. Por ejemplo:

- Si el generador devuelve valores enteros iguales a “0” y “1”, que se extraen de una distribución discreta, entonces la metodología descrita en la selección de las dos de tres subportadoras asignadas se basa en si la celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB es una celda par o impar. Se puede seguir la sección anterior, donde el “0” y el “1” adoptan la función de una celda par o impar.
- Por otro lado, si el generador devuelve valores enteros pseudoaleatorios extraídos de una distribución discreta, entonces se puede utilizar la metodología descrita en el PCI que varía entre 0 y 503, como una manera de seleccionar dos de tres subportadoras asignadas, donde el número aleatorio adopta la función del PCI.

20 *II. Asignación de DMRS sobre una de las dos subportadoras utilizables*

La DMRS puede ser asignada a RE dentro del ancho de banda de las dos subportadoras utilizadas, siguiendo cualquiera de las alternativas descritas en las subsecciones que se muestran a continuación.

A. La DMRS es asignada a las dos subportadoras utilizables de una manera predefinida

- 25 Con este enfoque, la DMRS siempre se asigna a las dos subportadoras utilizables de una manera predefinida, lo que significa que la estimación del canal de enlace ascendente para uno de los dos tonos sería tan buena como en la referencia. La figura 3 muestra un ejemplo en el que la DMRS estaba predeterminada para ser asignada a la subportadora central (es decir, la subportadora no. 1) independientemente de saber cuál de las dos subportadoras adyacentes (subportadoras no. 0 y no. 1 en el ejemplo representado) se utilizaría para transportar datos, ya que siempre se utiliza la subportadora central entre tres asignadas. Específicamente, la figura 3 muestra un ejemplo de una asignación de subportadora que consta de 3 subportadoras, cuando solo se utilizan dos de tres, donde la longitud de RU es de 8 ms y, cuando la DMRS se asigna de manera predeterminada a solo una subportadora.

- 30 Otro ejemplo está representado en la figura 4, donde la DMRS siempre se asigna a la subportadora situada en el borde entre las subportadoras utilizadas, es decir, la subportadora #0 en el ejemplo representado. Téngase en cuenta que si, por el contrario, la subportadora utilizable hubiera sido las subportadoras no. 1 y no. 2, entonces la portadora en el borde donde se asignaría la DMRS habría sido la subportadora no. 2. Más específicamente, la figura 4 muestra un ejemplo de una asignación de subportadora que consta de 3 subportadoras cuando solo se utilizan dos de tres, donde la longitud de la RU es de 8 ms, y cuando la DMRS se asigna a la subportadora con el índice más bajo entre las subportadoras utilizables.

- 35 El método de asignar la DMRS a las dos subportadoras utilizables de una manera predefinida puede ser combinado con cualquiera de los métodos descritos en la sección anterior de Selección de las dos de tres subportadoras asignadas, para seleccionar dos de las tres subportadoras asignadas.

B. La DMRS se asigna solo a una de las dos subportadoras utilizables basándose en si la celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB es una celda par o impar

- 40 Una celda que, por ejemplo, por medio de un identificador de celda ha sido clasificada como una celda par o impar puede hacer uso de dicha clasificación para determinar qué dos subportadoras adyacentes se utilizarán para transportar la DMRS.

- 45 Como ejemplo, para una celda que ha sido clasificada como “celda par”, la subportadora con el índice más bajo entre dos subportadoras adyacentes puede ser utilizada para transportar DMRS, mientras que para una celda que ha sido clasificada como “celda impar”, la subportadora con el índice más alto entre las dos subportadoras adyacentes se puede utilizar para transportar la DMRS. En la figura 5 se muestra un ejemplo. La figura 5 muestra un ejemplo de una asignación de subportadora que consiste en 3 subportadoras cuando solo se utilizan dos de tres, donde la longitud de la RU es de 8 ms, y cuando la DMRS se asigna a la subportadora con el índice más bajo entre las subportadoras utilizables, puesto que la celda ha sido clasificada como “celda par”.

Además, esta solución se puede combinar con cualquiera de los métodos para seleccionar dos de tres subportadoras asignadas, descritos anteriormente. En un ejemplo, si una celda se clasifica como “celda par”, entonces la subportadora con el índice más bajo (es decir, la subportadora #0) no se utiliza y, por lo tanto, se puede seleccionar la subportadora que transporta una DMRS para que sea la que tiene el índice más bajo entre las restantes subportadoras utilizables (es decir, subportadora #1), mientras que, por otro lado, si la celda se clasifica como “celda impar”, entonces la subportadora con el índice más alto (es decir, subportadora #2) no se utiliza y, por lo tanto, la subportadora que transporta una DMRS se puede seleccionar para que sea la que tenga el índice más alto entre las subportadoras utilizables restantes (es decir, la subportadora #1). En este ejemplo, la subportadora #1 termina siendo utilizada para DMRS en celdas pares e impares, pero no se excluyen otras combinaciones.

C. La DMRS tiene un patrón determinista que alterna la asignación de DMRS entre las dos subportadoras utilizadas

La DMRS puede consistir en un patrón determinista que alterna la asignación de DMRS entre las dos subportadoras utilizadas, tal como se muestra en la figura 6. En este caso, la cantidad de estimaciones de canal por cada tono será la mitad en comparación con las de la referencia, pero seguirá siendo posible obtener estimaciones de los canales de enlace ascendente para ambos tonos. Más específicamente, la figura 6 muestra un ejemplo de una asignación de subportadora que consiste en 3 subportadoras cuando solo se utilizan dos de tres, donde la longitud de la RU es de 8 ms y cuando la DMRS es asignada de manera alterna entre las dos subportadoras utilizables.

No se excluyen otros patrones alternos, y esta solución puede ser combinada con cualquiera de los métodos para seleccionar dos de tres subportadoras asignadas, descritos anteriormente.

Téngase en cuenta que, puesto que en algunas realizaciones las dos subportadoras utilizadas se seleccionan de las tres subportadoras asignadas según el identificador (ID) de celda, también se puede decir que la asignación de DMRS se basa en el ID de celda, ya que las dos subportadoras a las que se asigna la DMRS se seleccionan basándose en el ID de la celda, en esas realizaciones.

D. La asignación de DMRS conmuta según una secuencia pseudoaleatoria entre las dos subportadoras utilizadas

La asignación de DMRS se puede hacer para conmutar según una secuencia pseudoaleatoria entre las dos subportadoras utilizadas, tal como se muestra en la figura 7. En este caso, la cantidad de estimaciones de canal para cada tono podría estar desequilibrada (es decir, debido a la aleatoriedad, dependiendo de la distribución utilizada para recuperar los valores aleatorios), pero aún será posible obtener estimaciones de los canales de enlace ascendente para ambos tonos. Más específicamente, la figura 7 muestra un ejemplo de una asignación de subportadora que consiste en 3 subportadoras cuando solo se utilizan dos de tres, donde la longitud de RU es de 8 ms y cuando la DMRS se asigna de manera aleatoria entre las dos subportadoras utilizables.

La asignación de DMRS varía y depende de la distribución utilizada para generar los valores aleatorios que determinan el RE que se utilizará para realizar la asignación de subportadora. Además, esta solución se puede combinar con cualquiera de los métodos para seleccionar dos de tres subportadoras asignadas, descritos anteriormente.

La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de un nodo de radio (por ejemplo, una estación base 102, un nodo de baja potencia 106 o un dispositivo inalámbrico 112), según algunas realizaciones de la presente invención. Las etapas opcionales están representadas por líneas discontinuas. Tal como se ilustra, el nodo de radio selecciona un número N_S de subportadoras adyacentes de un conjunto de N_A subportadoras asignadas que se asignan para una transmisión de sub-PRB que utiliza una modulación que utiliza solo N_S subportadoras adyacentes de N_A subportadoras asignadas donde $N_S < N_A$ (etapa 800). En otras palabras, el nodo de radio selecciona N_S subportadoras adyacentes de un conjunto de N_A subportadoras asignadas, cuyos datos correspondientes pasan por medio de una modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA y una longitud de ensanchamiento mediante DFT, de 2. Tal como se explicó anteriormente, en algunas realizaciones preferidas, están dispuestas tres subportadoras asignadas (es decir, $N_A = 3$), y la modulación es modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA que utiliza solo dos (es decir, $N_S = 2$) de las tres subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante DFT, de longitud 2. Por lo tanto, en algunas realizaciones en la etapa 800, el nodo de radio selecciona dos subportadoras adyacentes de un conjunto de tres subportadoras asignadas que se asignan para una transmisión de sub-PRB que utiliza modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA que utiliza solo dos subportadoras adyacentes de las tres subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante DFT, de longitud 2 (etapa 800A). El nodo de radio selecciona las N_S (por ejemplo, 2) subportadoras adyacentes de las subportadoras asignadas, según cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente.

Opcionalmente, el nodo de radio determina una asignación de DMRS para las subportadoras adyacentes seleccionadas (etapa 802). La asignación de DMRS puede ser determinada según cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente. Opcionalmente, el nodo de radio realiza una o más tareas utilizando las subportadoras adyacentes seleccionadas y, opcionalmente, la asignación de DMRS determinada (etapa 804). Por ejemplo, en algunas realizaciones, el nodo de radio es un dispositivo inalámbrico 112, y el dispositivo inalámbrico 112 realiza la transmisión de sub-PRB utilizando las subportadoras adyacentes seleccionadas. Al realizar la transmisión de sub-PRB, el dispositivo inalámbrico 112 asigna una DMRS a las subportadoras adyacentes seleccionadas según la asignación de DMRS determinada. Como ejemplo adicional, en algunas realizaciones, el nodo de radio es un nodo de acceso de radio (por ejemplo, una estación base 102 o un nodo de baja potencia 106), y el nodo de acceso de radio

envía una indicación de las subportadoras adyacentes seleccionadas y, opcionalmente, la asignación de DMRS a otro nodo (por ejemplo, un dispositivo inalámbrico 112 para el cual se asigna la transmisión de sub-PRB).

Algunas realizaciones de ejemplo son como sigue. En una realización, para tres subportadoras con modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA, la selección de solo dos subportadoras adyacentes de las tres subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante DFT de longitud 2, se basa en si la celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB es una celda par o impar (por ejemplo, una "celda par" que ha asignado las subportadoras #0, #1 y #2 a un dispositivo determinado, descartaría la subportadora #0 y, por lo tanto, las dos de las tres subportadoras utilizables serían la subportadora #1 y #2).

En una realización, para tres subportadoras con modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA, la selección de solo dos subportadoras adyacentes de las tres subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante DFT de longitud 2 se basa en el PCI junto con una operación de Módulo para determinar la subportadora que no se utilizará (por ejemplo, $\text{Non_used_allocated_subcarrier} = \text{mod}(\text{PCI}, 2)$).

En una realización, para tres subportadoras con modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA, la selección de solo dos subportadoras adyacentes de las tres subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante DFT de longitud 2 se basa en hacer uso de un generador de números aleatorios que utiliza una semilla diferente por cada celda.

En una realización, la DMRS siempre se asigna a solo una de las dos subportadoras utilizables de una manera predefinida, con el objetivo de obtener estimaciones de canal precisas para uno de los dos tonos utilizables. En relación con esta realización, la subportadora central entre las tres subportadoras asignadas puede ser utilizada para transportar una DMRS independientemente de saber qué dos subportadoras adyacentes se utilizarían, ya que siempre se utiliza la central.

En una realización, la DMRS se asigna a solo una de las dos subportadoras utilizables sobre la base de si la celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB es una celda par o impar, con el objetivo de obtener estimaciones de canal precisas para uno de los dos tonos utilizables.

En una realización, la DMRS es asignada utilizando un patrón determinista que alterna la asignación de DMRS entre las dos subportadoras utilizadas, con el objetivo de obtener estimaciones de canal para los dos tonos utilizables.

En una realización, la DMRS es asignada utilizando una secuencia alterna pseudoaleatoria que conmuta entre las dos subportadoras utilizadas, con el objetivo de obtener estimaciones de canal para los dos tonos utilizables.

En una realización, los métodos para asignar la DMRS en los RE de las dos subportadoras utilizables son compatibles con las realizaciones que describen métodos para seleccionar dos de tres subportadoras asignadas.

La figura 9 es un diagrama de bloques esquemático de un nodo de acceso de radio 900, según algunas realizaciones de la presente invención. El nodo de acceso de radio 900 puede ser, por ejemplo, una estación base 102 o 106. Tal como se ilustra, el nodo de acceso de radio 900 incluye un sistema de control 902 que incluye uno o más procesadores 904 (por ejemplo, Unidades Centrales de Procesamiento (CPU – Central Processing Units, en inglés), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC - Application Specific Integrated Circuits, en inglés), matrices de puertas programables en campo (FPGA – Field Programmable Gate Array, en inglés) y/o similares), una memoria 906 y una interfaz de red 908. Además, el nodo de acceso de radio 900 incluye una o más unidades de radio 910 que incluyen cada una, uno o más transmisores 912 y uno o más receptores 914 acoplados a una o más antenas 916. En algunas realizaciones, las una o más unidad(es) de radio 910 son externas al sistema de control 902, y están conectadas al sistema de control 902 mediante, por ejemplo, una conexión por cable (por ejemplo, un cable óptico). Sin embargo, en algunas otras realizaciones, las una o más unidad(es) de radio 910 y potencialmente las una o más antena(s) 916 están integradas junto con el sistema de control 902. Los uno o más procesadores 904 funcionan para proporcionar una o más función(es) de un nodo de acceso de radio 900 tal como se ha descrito en este documento. En algunas realizaciones, las una o más función(es) se implementan mediante software, que se almacena, por ejemplo, en la memoria 906 y es ejecutado por uno o más procesadores 904.

La figura 10 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una realización virtualizada del nodo de acceso de radio 900, según algunas realizaciones de la presente invención. Esta explicación es igualmente aplicable a otros tipos de nodos de red. Además, otros tipos de nodos de red pueden tener arquitecturas virtualizadas similares.

Tal como se utiliza en el presente documento, un nodo de acceso de radio "virtualizado" es una implementación del nodo de acceso de radio 900 en la que al menos una parte de la funcionalidad del nodo de acceso de radio 900 se implementa como un(os) componente(s) virtual(es) (por ejemplo, a través de una o más máquina(s) que se ejecutan en uno o más nodo(s) físico(s) de procesamiento en una o más red(es)). Tal como se ilustra, en este ejemplo, el nodo de acceso de radio 900 incluye el sistema de control 902 que incluye uno o más procesadores 904 (por ejemplo, CPU, ASIC, FPGA y/o similares), la memoria 906 y la interfaz de red 908 y las una o más unidades de radio 910 que incluyen cada una los uno o más transmisores 912 y los uno o más receptores 914 acoplados a las una o más antenas 916, tal como se ha descrito anteriormente. El sistema de control 902 está conectado a las una o más unidad(es) de radio 910 mediante, por ejemplo, un cable óptico o similar. El sistema de control 902 está conectado a uno o más nodos de procesamiento 1000 acoplados o incluidos como parte de una o más red(es) 1002 a través de la interfaz de red 908.

Cada nodo de procesamiento 1000 incluye uno o más procesadores 1004 (por ejemplo, CPU, ASIC, FPGA, y/o similares), la memoria 1006 y una interfaz de red 1008.

En este ejemplo, las funciones 1010 del nodo de acceso de radio 900 descrito en el presente documento se implementan en uno o más nodos de procesamiento 1000 o se distribuyen por medio del sistema de control 902 y de los uno o más nodos de procesamiento 1000, de cualquier manera deseada. En algunas realizaciones concretas, algunas o todas las funciones 1010 del nodo de acceso de radio 900 descritas en el presente documento se implementan como componentes virtuales ejecutados por una o más máquinas virtuales implementadas en un(os) entorno(s) virtual(es) alojados por los uno o más nodo(s) de procesamiento 1000. Tal como apreciará un experto en la materia, se utiliza señalización o comunicación adicional entre el/los nodo(s) de procesamiento 1000 y el sistema de control 902 para llevar a cabo al menos algunas de las funciones 1010 deseadas. En concreto, en algunas realizaciones, el sistema de control 902 puede no estar incluido, en cuyo caso las una o más unidad(es) de radio 910 se comunican directamente con los uno o más nodo(s) de procesamiento 1000 a través de una o más interfaz/interfaces de red apropiadas.

En algunas realizaciones, un programa informático que incluye instrucciones que, cuando son ejecutada por al menos un procesador, hacen que al menos un procesador lleve a cabo la funcionalidad del nodo de acceso de radio 900 o de un nodo (por ejemplo, un nodo de procesamiento 1000) que implementa una o más de las funciones 1010 del nodo de acceso de radio 900 en un entorno virtual, según cualquiera de las realizaciones dadas a conocer en el presente documento. En algunas realizaciones, se proporciona una portadora que comprende el producto de programa informático mencionado anteriormente. La portadora es una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por ordenador (por ejemplo, un medio no transitorio legible por ordenador, tal como una memoria).

La figura 11 es un diagrama de bloques esquemático del nodo de acceso de radio 900, según algunas otras realizaciones de la presente invención. El nodo de acceso de radio 900 incluye uno o más módulos 1100, cada uno de los cuales está implementado mediante software. Los uno o más módulo(s) 1100 proporcionan la funcionalidad del nodo de acceso de radio 900 descrita en el presente documento. Esta explicación es igualmente aplicable al nodo de procesamiento 1000 de la figura 10, donde los módulos 1100 pueden ser implementados en uno de los nodos de procesamiento 1000 o distribuidos entre múltiples nodo(s) de procesamiento 1000 y/o distribuidos entre los nodos de procesamiento 1000 y el sistema de control 902.

La figura 12 es un diagrama de bloques esquemático de un UE 1200, según algunas realizaciones de la presente invención. Tal como se ilustra, el UE 1200 incluye uno o más procesadores 1202 (por ejemplo, una CPU, un ASIC, una FPGA y/o similares), una memoria 1204 y uno o más transceptores 1206, cada uno de los cuales incluye uno o más transmisores 1208 y uno o más receptores 1210 acoplados a una o más antenas 1212. En algunas realizaciones, la funcionalidad del UE 1200 descrita anteriormente puede ser implementada total o parcialmente mediante software que, por ejemplo, está almacenado en la memoria 1204 y es ejecutado por los uno o más procesador(es) 1202.

En algunas realizaciones, se da a conocer un programa informático que incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador, hacen que al menos un procesador lleve a cabo la funcionalidad del UE 1200, según cualquiera de las realizaciones dadas a conocer en el presente documento. En algunas realizaciones, se da a conocer una portadora que comprende el producto de programa informático mencionado anteriormente. La portadora es una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por ordenador (por ejemplo, un medio no transitorio legible por ordenador, tal como una memoria).

La figura 13 es un diagrama de bloques esquemático del UE 1200, según algunas otras realizaciones de la presente invención. El UE 1200 incluye uno o más módulos 1300, cada uno de los cuales está implementado en software. Los uno o más módulo(s) 1300 proporcionan la funcionalidad del UE 1200 descrita en el presente documento.

Con referencia a la figura 14, según una realización, un sistema de comunicación incluye una red de telecomunicaciones 1400, tal como una red celular de tipo 3GPP, que comprende una red de acceso 1402, tal como una red de acceso de radio (RAN), y una red central 1404. La red de acceso 1402 comprende una pluralidad de estaciones base 1406A, 1406B, 1406C, tal como Nodo B, eNB, gNB u otros tipos de puntos de acceso (AP – Access Point, en inglés) inalámbricos, cada uno de los cuales define un área de cobertura 1408A, 1408B, 1408C correspondiente. Cada estación base 1406A, 1406B, 1406C se puede conectar a la red central 1404 a través de una conexión fija o inalámbrica 1410. Un primer UE 1412 situado en el área de cobertura 1408C está configurado para conectarse de manera inalámbrica a la estación base 1406C correspondiente o ser buscado por ella. Un segundo UE 1414 en el área de cobertura 1408A se puede conectar de manera inalámbrica a la estación base 1406A correspondiente. Si bien en este ejemplo se ilustran una pluralidad de UE 1412, 1414, las realizaciones descritas son igualmente aplicables a una situación en la que un único UE se encuentra en el área de cobertura, o donde un único UE se conecta a la estación base 1406 correspondiente.

La propia red de telecomunicación 1400 está conectada a un ordenador central 1416, que puede estar incorporado en el hardware y/o software de un servidor independiente, un servidor implementado en la nube, un servidor distribuido o como recursos de procesamiento en una granja de servidores. El ordenador central 1416 puede estar bajo la propiedad o el control de un proveedor de servicios, o puede ser operado por el proveedor de servicios o en nombre del proveedor

de servicios. Las conexiones 1418 y 1420 entre la red de telecomunicación 1400 y el ordenador central 1416 se pueden extender directamente desde la red central 1404 al ordenador central 1416 o pueden ir a través de una red intermedia 1422 opcional. La red intermedia 1422 puede ser una, o una combinación de más de una, de una red pública, privada o alojada; la red intermedia 1422, si la hay, puede ser una red central o Internet; en concreto, la red intermedia 1422 puede comprender dos o más subredes (no mostradas).

El sistema de comunicación de la figura 14, como conjunto, permite la conectividad entre los UE 1412, 1414 conectados y el ordenador central 1416. La conectividad se puede describir como una conexión de libre transmisión (OTT - Over-the-Top, en inglés) 1424. El ordenador central 1416 y los UE 1412, 1414 conectados están configurados para comunicar datos y/o señalización a través de la conexión OTT 1424, utilizando la red de acceso 1402, la red central 1404, cualquier red intermedia 1422 y una posible infraestructura adicional (no mostrada) como intermediarios. La conexión OTT 1424 puede ser transparente en el sentido de que los dispositivos de comunicación participantes a través de los cuales pasa la conexión OTT 1424 desconocen el enrutamiento de las comunicaciones de enlace ascendente y enlace descendente. Por ejemplo, la estación base 1406 puede no ser informada o no necesita ser informada sobre el enrutamiento pasado de una comunicación de enlace descendente entrante con datos que se originan en el ordenador central 1416 para ser reenviados (por ejemplo, entregados) a un UE 1412 conectado. De manera similar, la estación base 1406 no necesita conocer el enrutamiento futuro de una comunicación de enlace ascendente saliente que se origina desde el UE 1412 hacia el ordenador central 1416.

Las implementaciones de ejemplo, según una realización, del UE, de la estación base y del ordenador central explicadas en los párrafos anteriores se describirán a continuación con referencia a la figura 15. En un sistema de comunicación 1500, un ordenador central 1502 comprende hardware 1504 que incluye una interfaz de comunicación 1506 configurada para establecer y mantener una conexión fija o inalámbrica con una interfaz de un dispositivo de comunicación diferente del sistema de comunicación 1500. El ordenador central 1502 comprende, además, un circuito de procesamiento 1508, que puede tener capacidades de almacenamiento y/o procesamiento. En concreto, el circuito de procesamiento 1508 puede comprender uno o más procesadores programables, ASIC, FPGA o combinaciones de estos (no mostradas) adaptados para ejecutar instrucciones. El ordenador central 1502 comprende, además, software 1510, que está almacenado en el ordenador central 1502 o es accesible por el mismo y ejecutable por parte del circuito de procesamiento 1508. El software 1510 incluye una aplicación principal 1512. La aplicación principal 1512 puede funcionar para proporcionar un servicio a un usuario remoto, tal como un UE 1514 que se conecta a través de una conexión OTT 1516 que termina en el UE 1514 y en el ordenador central 1502. Al proporcionar el servicio al usuario remoto, la aplicación principal 1512 puede proporcionar datos de usuario que son transmitidos utilizando la conexión OTT 1516.

El sistema de comunicación 1500 incluye, además, una estación base 1518 dispuesta en un sistema de telecomunicación y que comprende hardware 1520 que le permite comunicarse con el ordenador central 1502 y con el UE 1514. El hardware 1520 puede incluir una interfaz de comunicación 1522, para configurar y mantener una conexión fija o inalámbrica con una interfaz de un dispositivo de comunicación diferente del sistema de comunicación 1500, así como una interfaz de radio 1524, para establecer y mantener al menos una conexión inalámbrica 1526 con el UE 1514 situado en un área de cobertura (no se muestra en la figura 15) atendida por la estación base 1518. La interfaz de comunicación 1522 puede ser configurada para facilitar una conexión 1528 al ordenador central 1502. La conexión 1528 puede ser directa o puede pasar a través de una red central (no mostrada en la figura 15) de la red de telecomunicaciones, y/o a través de una o más redes intermedias fuera del sistema de telecomunicaciones. En la realización mostrada, el hardware 1520 de la estación base 1518 incluye, además, un circuito de procesamiento 1530, que puede comprender uno o más procesadores programables, ASIC, FPGA o combinaciones de estos (no mostrados) adaptados para ejecutar instrucciones. La estación base 1518 tiene, además, un software 1532 almacenado internamente o accesible a través de una conexión externa.

El sistema de comunicación 1500 incluye, además, el UE 1514 al que ya se ha hecho referencia. El hardware 1534 del UE 1514 puede incluir una interfaz de radio 1536, configurada para establecer y mantener una conexión inalámbrica 1526 con una estación base que da servicio a un área de cobertura en la que se encuentra actualmente el UE 1514. El hardware 1534 del UE 1514 incluye, además, un circuito de procesamiento 1538, que puede comprender uno o más procesadores programables, ASIC, FPGA o combinaciones de estos (no mostradas) adaptados para ejecutar instrucciones. El UE 1514 comprende, además, el software 1540, que está almacenado en el UE 1514 o es accesible por él y ejecutable por el circuito de procesamiento 1538. El software 1540 incluye una aplicación de cliente 1542. La aplicación de cliente 1542 puede funcionar para proporcionar un servicio a un ser humano o a un usuario no humano a través del UE 1514, con el soporte del ordenador central 1502. En el ordenador central 1502, la aplicación principal de ejecución 1512 se puede comunicar con la aplicación cliente de ejecución 1542 a través de la conexión OTT 1516 que termina en el UE 1514 y el ordenador central 1502. Al proporcionar el servicio al usuario, la aplicación cliente 1542 puede recibir datos de solicitud de la aplicación principal 1512 y proporcionar datos de usuario en respuesta a los datos de solicitud. La conexión OTT 1516 puede transferir tanto los datos de la solicitud como los datos del usuario. La aplicación cliente 1542 puede interactuar con el usuario para generar los datos de usuario que proporciona.

Se observa que el ordenador central 1502, la estación base 1518 y el UE 1514 ilustrados en la figura 15 pueden ser similares o idénticos al ordenador central 1416, a una de las estaciones base 1406A, 1406B, 1406C y a uno de los UE 1412, 1414 de la figura 14, respectivamente. Es decir, el funcionamiento interno de estas entidades puede ser tal como se muestra en la figura 15 e, independientemente, la topología de red circundante puede ser la de la figura 14.

En la figura 15, la conexión OTT 1516 se ha dibujado de manera abstracta para ilustrar la comunicación entre el ordenador central 1502 y el UE 1514 a través de la estación base 1518 sin referencia explícita a ningún dispositivo intermedio y el enrutamiento preciso de mensajes a través de estos dispositivos. La infraestructura de red puede determinar el enrutamiento, que puede ser configurado para ocultarse del UE 1514 o del proveedor de servicios que opera el ordenador central 1502, o de ambos. Mientras la conexión OTT 1516 está activa, la infraestructura de la red puede, además, tomar decisiones mediante las cuales cambia dinámicamente el enrutamiento (por ejemplo, sobre la base de la consideración del equilibrio de carga o la reconfiguración de la red).

La conexión inalámbrica 1526 entre el UE 1514 y la estación base 1518 está de acuerdo con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta invención. Una o más de las diversas realizaciones mejoran el rendimiento de los servicios OTT proporcionados al UE 1514 utilizando la conexión OTT 1516, en la que la conexión inalámbrica 1526 forma el último segmento. Más precisamente, las explicaciones de estas realizaciones pueden mejorar, por ejemplo, la velocidad de datos, la latencia y/o el consumo de energía y, por lo tanto, proporcionar beneficios tales como, por ejemplo, menor tiempo de espera del usuario, restricción relajada en el tamaño del archivo, mejor capacidad de respuesta y/o mayor duración de la batería.

Se puede dar a conocer un procedimiento de medición con el fin de monitorizar la velocidad de datos, la latencia y otros factores en los que mejoran una o más realizaciones. Puede haber además una funcionalidad de red opcional para reconfigurar la conexión OTT 1516 entre el ordenador central 1502 y el UE 1514, en respuesta a variaciones en los resultados de la medición. El procedimiento de medición y/o la funcionalidad de red para reconfigurar la conexión OTT 1516 pueden ser implementados en el software 1510 y el hardware 1504 del ordenador central 1502 o en el software 1540 y el hardware 1534 del UE 1514, o en ambos. En algunas realizaciones, los sensores (no mostrados) pueden ser implementados en, o en asociación con, dispositivos de comunicación a través de los cuales pasa la conexión OTT 1516; los sensores pueden participar en el procedimiento de medición suministrando valores de las cantidades monitorizadas ejemplificadas anteriormente, o suministrando valores de otras cantidades físicas a partir de las cuales el software 1510, 1540 puede calcular o estimar las cantidades monitorizadas. La reconfiguración de la conexión OTT 1516 puede incluir formato de mensaje, ajustes de retransmisión, enrutamiento preferido, etc.; la reconfiguración no necesita afectar a la estación base 1514, y puede ser desconocida o imperceptible para la estación base 1514. Dichos procedimientos y funcionalidades pueden ser conocidos y puestos en práctica en la técnica. En ciertas realizaciones, las mediciones pueden implicar la señalización del UE patentado que facilita las mediciones del rendimiento, de los tiempos de propagación, de la latencia y similares, del ordenador central 1502. Las mediciones pueden ser implementadas haciendo que el software 1510 y 1540 haga que se transmitan mensajes, en concreto, mensajes vacíos o 'ficticios', utilizando la conexión OTT 1516 mientras monitoriza tiempos de propagación, errores, etc.

La figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra un método implementado en un sistema de comunicación, según una realización. El sistema de comunicación incluye un ordenador central, una estación base y un UE que pueden ser los descritos con referencia a las figuras 14 y 15. Para simplificar la presente invención, solo se incluirán referencias de dibujos a la figura 16 en esta sección. En la etapa 1600, el ordenador central proporciona datos de usuario. En la subetapa 1602 (que puede ser opcional) de la etapa 1600, el ordenador central proporciona los datos del usuario mediante la ejecución de una aplicación principal. En la etapa 1604, el ordenador central inicia una transmisión que transporta los datos del usuario al UE. En la etapa 1606 (que puede ser opcional), la estación base transmite al UE los datos de usuario que fueron transportados en la transmisión que inició el ordenador central, según las explicaciones de las realizaciones descritas a lo largo de la presente invención. En la etapa 1608 (que también puede ser opcional), el UE ejecuta una aplicación de cliente asociada con la aplicación principal ejecutada por el ordenador central.

La figura 17 es un diagrama de flujo que ilustra un método implementado en un sistema de comunicación, según una realización. El sistema de comunicación incluye un ordenador central, una estación base y un UE que pueden ser los descritos con referencia a las figuras 14 y 15. Para simplificar la presente invención, en esta sección solo se incluirán referencias de dibujos a la figura 17. En la etapa 1700 del método, el ordenador central proporciona datos de usuario. En una subetapa opcional (no mostrada), el ordenador central proporciona los datos del usuario mediante la ejecución de una aplicación principal. En la etapa 1702, el ordenador central inicia una transmisión que transporta los datos del usuario al UE. La transmisión puede pasar a través de la estación base, según las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de la presente invención. En la etapa 1704 (que puede ser opcional), el UE recibe los datos de usuario transportados en la transmisión.

La figura 18 es un diagrama de flujo que ilustra un método implementado en un sistema de comunicación, según una realización. El sistema de comunicación incluye un ordenador central, una estación base y un UE, que pueden ser los descritos con referencia a las figuras 14 y 15. Para simplificar la presente invención, en esta sección solo se incluirán referencias a los dibujos de la figura 18. En la etapa 1800 (que puede ser opcional), el UE recibe datos de entrada proporcionados por el ordenador central. Adicional o alternativamente, en la etapa 1802, el UE proporciona datos de usuario. En la subetapa 1804 (que puede ser opcional) de la etapa 1800, el UE proporciona los datos del usuario mediante la ejecución de una aplicación de cliente. En la subetapa 1806 (que puede ser opcional) de la etapa 1802, el UE ejecuta una aplicación de cliente que proporciona los datos del usuario en reacción a los datos de entrada recibidos proporcionados por el ordenador central. Al proporcionar los datos del usuario, la aplicación de cliente ejecutada puede considerar, además, la entrada de usuario recibida del usuario. Independientemente de la forma específica en que se proporcionaron los datos de usuario, el UE inicia, en la subetapa 1808 (que puede ser opcional), la transmisión de los

datos de usuario al ordenador central. En la etapa 1810 del método, el ordenador central recibe los datos de usuario transmitidos desde el UE, según las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta invención.

La figura 19 es un diagrama de flujo que ilustra un método implementado en un sistema de comunicación, según una realización. El sistema de comunicación incluye un ordenador central, una estación base y un UE que pueden ser los descritos con referencia a las figuras 14 y 15. Para simplificar la presente invención, en esta sección solo se incluirán referencias a los dibujos de la figura 19. En la etapa 1900 (que puede ser opcional), según las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta invención, la estación base recibe datos de usuario del UE. En la etapa 1902 (que puede ser opcional), la estación base inicia la transmisión de los datos de usuario recibidos, al ordenador central. En la etapa 1904 (que puede ser opcional), el ordenador central recibe los datos de usuario transportados en la transmisión iniciada por la estación base.

Cualquier etapa, método, característica, función o beneficio apropiado descrito en el presente documento puede ser realizado a través de una o más unidades funcionales o módulos de uno o más aparatos virtuales. Cada aparato virtual puede comprender varias de estas unidades funcionales. Estas unidades funcionales pueden ser implementadas por medio de circuitería de procesamiento, que pueden incluir uno o más microprocesadores o microcontroladores, así como otro hardware digital, que puede incluir procesadores de señales digitales (DSP – Digital Signal Processor, en inglés), lógica digital de propósito especial y similares. La circuitería de procesamiento puede ser configurada para ejecutar código de programa almacenado en la memoria, que puede incluir uno o varios tipos de memoria, tal como una memoria de solo lectura (ROM – Read Only Memory, en inglés), una memoria de acceso aleatorio (RAM – Random Access Memory, en inglés), una memoria oculta, dispositivos de memoria flash, dispositivos de almacenamiento óptico, etc. El código de programa almacenado en la memoria incluye instrucciones de programa para ejecutar uno o más protocolos de telecomunicaciones y/o comunicaciones de datos, así como instrucciones para llevar a cabo una o más de las técnicas dadas a conocer en el presente documento. En algunas implementaciones, la circuitería de procesamiento se puede utilizar para hacer que la unidad funcional respectiva realice las funciones correspondientes según una o más realizaciones de la presente invención.

Si bien los procesos en las figuras pueden mostrar un orden concreto de operaciones realizadas por ciertas realizaciones de la presente invención, se debe comprender que dicho orden es a modo de ejemplo (por ejemplo, realizaciones alternativas pueden realizar las operaciones en un orden diferente, combinar ciertas operaciones, superponer ciertas operaciones, etc).

Abreviaturas

Al menos algunas de las siguientes abreviaturas pueden ser utilizadas en esta invención. Si hay una inconsistencia entre las abreviaturas, se debe dar preferencia a como se ha utilizado anteriormente. Si se enumeran varias veces a continuación, se debe preferir la primera vez que aparece frente a cualquier aparición posterior.

• 3GPP	Proyecto de asociación de tercera generación
• 5G	Quinta Generación
• PA	Punto de acceso
• ASIC	Circuito Integrado de Aplicación Especifica
• BL	Baja complejidad limitada por ancho de banda
• BPSK	Modulación por desplazamiento de fase binaria
• CE	Mejora de la cobertura
• CPU	Unidad Central de procesamiento
• DFT	Transformada de Fourier discreta
• DMRS	Señal de referencia de demodulación
• DSP	Procesador de señal digital
• efeMTC	Comunicación de tipo de máquina aún más mejorada
• eNB	Nodo B mejorado o evolucionado
• FFT	Transformada rápida de Fourier
• FPGA	Matrices de puertas programables en campo
• gNB	Nueva estación base de radio
• ID	Identificador
• kHz	Kilohercio

	• LTE	Evolución a largo plazo
	• MME	Entidad de gestión de la movilidad
	• ms	Milisegundo
	• TC	Comunicación de tipo máquina
5	• NB-IoT	Internet de las cosas de banda estrecha
	• NR	Radio nueva
	• OTT	De libre transmisión
	• PAPR	Relación de potencia máxima a media
	• PCI	Identificador de celda física
10	• P-GW	Puerta de enlace de la red de datos en paquetes
	• PRB	Bloque de recursos físicos
	• PUSCH	Canal físico compartido de enlace ascendente
	• QPSK	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura
	• RAM	Memoria de acceso aleatorio
15	• RAN	Red de acceso de radio
	• RE	Elemento de recurso
	• ROM	Memoria de solo lectura
	• RRH	Cabecera de radio remota
	• RU	Unidad de recursos
20	• SCEF	Función de exposición de capacidad de servicio
	• SC-FDMA	Acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única
	• TB	Bloque de transporte
	• UE	Equipo de usuario
	• WI	Elemento de trabajo
25	• WID	Descripción del elemento de trabajo

Referencias

- [1] Huawei et al., "RP-170309: WID revisado: LTE Advanced inter-band CA Rel-14 for 3DL/1UL", reunión del 3GPP TSG RAN no. 75, 6-9 de marzo de 2017, Dubrovnik, Croacia.
- 30 [2] Ericsson et al., "RP-171427: Revised WID on even further enhanced MTC for LTE", reunión no. 76 del 3GPP TSG RAN, del 5-8 de junio de 2017, West Palm Beach, EE. UU.
- [3] Ad-hoc chair (NTT DOCOMO, INC.), "R1-1721237: Chairman's notes of AI 6.2.5 even further enhanced MTC for LTE", Reunión 91 del 3GPP TSG RAN WG1, 27 de noviembre al 1 de diciembre de 2017, Reno, EE. UU.
- [4] TSG RAN WG1: "LS on PUSCH sub-PRB allocation Rel-15 LTE-MTC", 5 de diciembre de 2017, XP051376060

REIVINDICACIONES

1. Un método de operación de un nodo de radio (102, 106, 112) para proporcionar transmisión de subbloques de recursos físicos, PRB, que comprende:
 - 5 seleccionar dos subportadoras adyacentes de un conjunto de tres subportadoras asignadas que se asignan para una transmisión de sub-PRB que utiliza modulación de codificación por desplazamiento de fase binaria, BPSK, de $\pi/2$ de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única, SC-FDMA, que utiliza solo dos subportadoras adyacentes del conjunto de las tres subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante transformada de Fourier discreta, DFT, de longitud 2;
 - caracterizado por que
 - 10 seleccionar las dos subportadoras adyacentes del conjunto de tres subportadoras asignadas comprende seleccionar las dos subportadoras adyacentes basándose en un identificador de celda, ID, de una celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB;
 - en el que seleccionar las dos subportadoras adyacentes basándose en el ID de celda de la celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB comprende seleccionar las dos subportadoras adyacentes basándose en un valor
 - 15 resultante de la operación módulo 2 del ID de celda.
2. El método de la reivindicación 1, que comprende, además, realizar una o más tareas relacionadas con la transmisión de sub-PRB.
3. El método de la reivindicación 2, en el que realizar una o más tareas comprende realizar la transmisión de sub-PRB utilizando modulación de BPSK de $\pi/2$ de SC-FDMA que utiliza solo las dos subportadoras adyacentes
 - 20 seleccionadas del conjunto de tres subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante DFT, de longitud 2.
4. El método de la reivindicación 2, en el que realizar una o más tareas comprende enviar información que indica las dos subportadoras adyacentes seleccionadas, a otro nodo.
5. El método de la reivindicación 1, en el que las dos subportadoras adyacentes son dos subportadoras con los
 - 25 índices más bajos de entre el conjunto de tres subportadoras asignadas si el valor es "0", y las dos subportadoras adyacentes son dos subportadoras con los índices más altos de entre el conjunto de tres subportadoras asignadas, si el valor es "1".
6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el ID de celda es un valor en el intervalo comprendido entre 0 y 503, ambos incluidos.
7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la señal de referencia de demodulación,
 - 30 DMRS, es asignada a las dos subportadoras adyacentes seleccionadas, según un patrón alternativo.
8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la señal de referencia de demodulación, DMRS, es asignada a las dos subportadoras adyacentes seleccionadas, según un patrón alternativo determinista.
9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la señal de referencia de demodulación, DMRS, es asignada a las dos subportadoras adyacentes seleccionadas, según un patrón predefinido.
10. El método de la reivindicación 9, en el que el patrón predefinido es un patrón periódico que alterna la asignación
 - 35 de DMRS entre las dos subportadoras adyacentes seleccionadas.
11. El método de la reivindicación 9, en el que el patrón predefinido es un patrón pseudoaleatorio que asigna una DMRS entre las dos subportadoras adyacentes seleccionadas.
12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la señal de referencia de demodulación,
 - 40 DMRS, es asignada solo a una de las dos subportadoras adyacentes seleccionadas de una manera predefinida.
13. El método de la reivindicación 12, en el que una de las dos subportadoras adyacentes seleccionadas a las que es asignada la DMRS es una subportadora central del conjunto de tres subportadoras asignadas.
14. El método de la reivindicación 12 que comprende, además, seleccionar una de las dos subportadoras adyacentes
 - 45 seleccionadas a las que es asignada la DMRS sobre la base de si una celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB es "par" o "impar", donde si la celda es "par" o "impar" se basa en el ID de celda de la celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB.
15. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el nodo de radio (102, 106, 112) es un dispositivo inalámbrico (112).
16. El método de la reivindicación 2. 15, que comprende, además:

suministrar datos de usuario; y

reenviar los datos de usuario a un ordenador central por medio de una transmisión a la estación base.

17. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el nodo de radio (102, 106, 112) es una estación base (102, 106).

5 18. El método de la reivindicación 2. 17, que comprende, además:

obtener datos de usuario; y

reenviar los datos de usuario a un ordenador central o a un dispositivo inalámbrico.

19. Un nodo de radio (102, 106, 112), para proporcionar transmisión de subbloques de recursos físicos, PRB, que comprende:

10 circuitería de procesamiento (904, 1004, 1202), configurada para hacer que el nodo de radio (102, 106, 112) seleccione dos subportadoras adyacentes de un conjunto de tres subportadoras asignadas que son asignadas para una transmisión de sub-PRB que utiliza, modulación de codificación por desplazamiento de fase binaria, BPSK, de $\pi/2$ de acceso múltiple por división de frecuencia de una sola portadora, SC-FDMA que utiliza solo dos subportadoras adyacentes del conjunto de tres subportadoras asignadas con ensanchamiento mediante transformada discreta de Fourier, DFT, de longitud 2;

15

caracterizado por que

seleccionar las dos subportadoras adyacentes del conjunto de tres subportadoras asignadas comprende seleccionar las dos subportadoras adyacentes basándose en un identificador de celda, ID, de una celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB;

20 en el que seleccionar las dos subportadoras adyacentes basándose en el ID de celda de la celda que ha asignado la transmisión de sub-PRB comprende seleccionar las dos subportadoras adyacentes basándose en un valor resultante de la operación módulo 2 del ID de celda.

20. El nodo de radio (102, 106, 112) de la reivindicación 19, en el que la circuitería de procesamiento (904, 1004, 1202) está configurada, además, para hacer que el nodo de radio (102, 106, 112) realice el método de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 18.

25

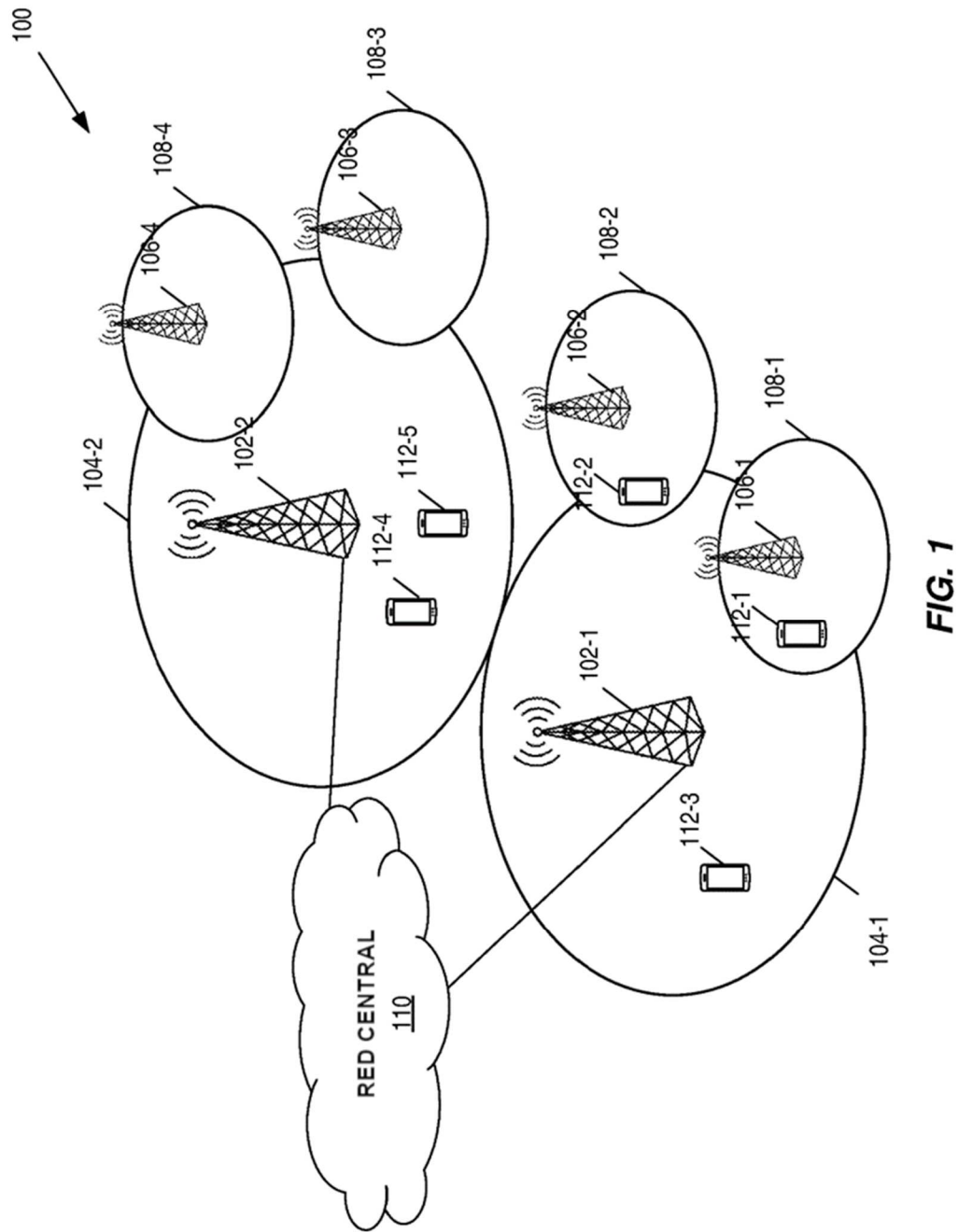


FIG. 1

Ejemplo de una asignación de subportadora que consta de 3 subportadoras cuando solo se utilizan dos de tres, y donde la longitud de RU es de 8 ms

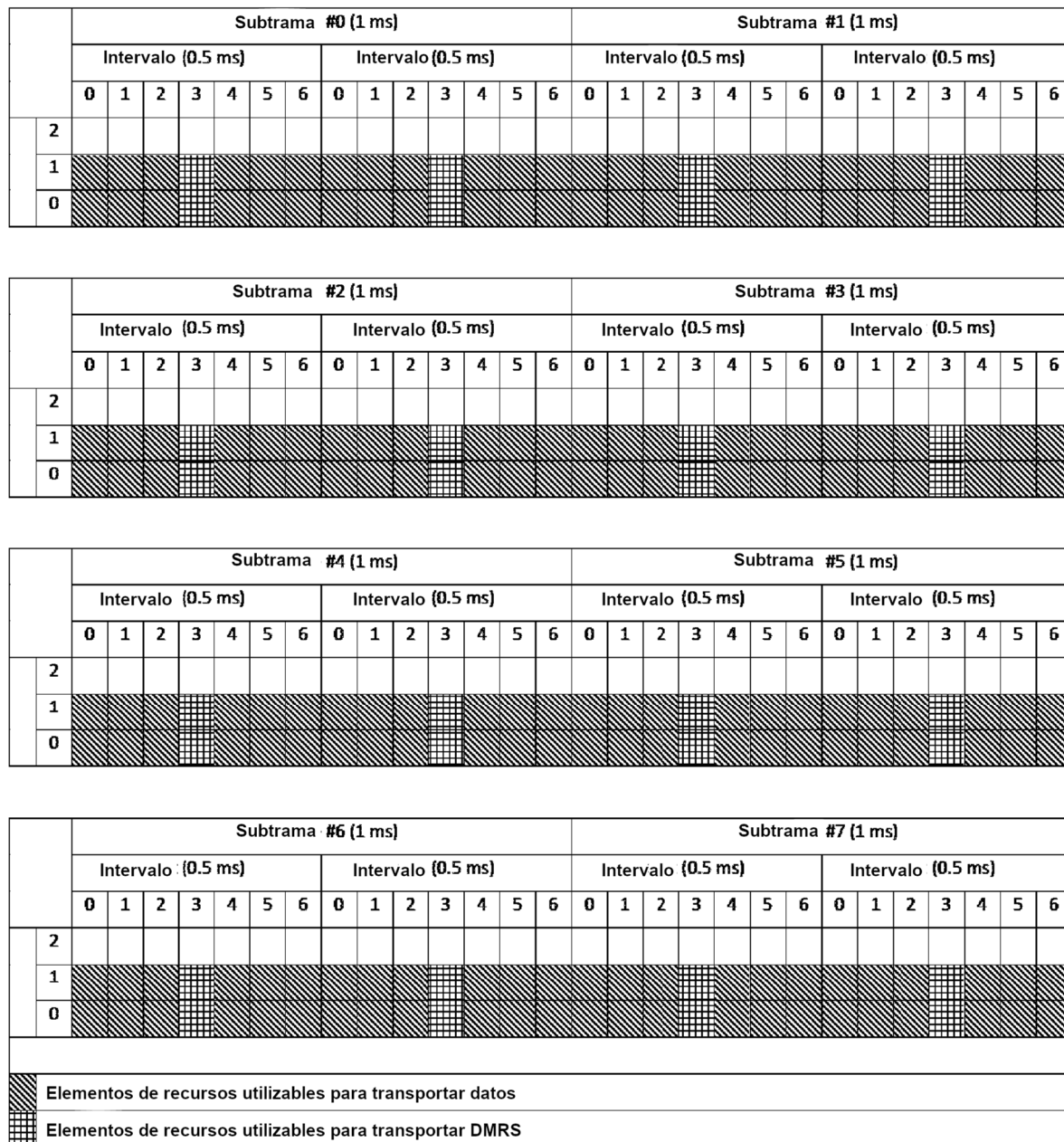


FIG. 2

Ejemplo de una asignación de subportadora que consta de 3 subportadoras cuando solo se utilizan dos de tres, donde la longitud de RU es de 8 ms, y cuando la DMRS se asigna de manera predeterminada a solo una subportadora

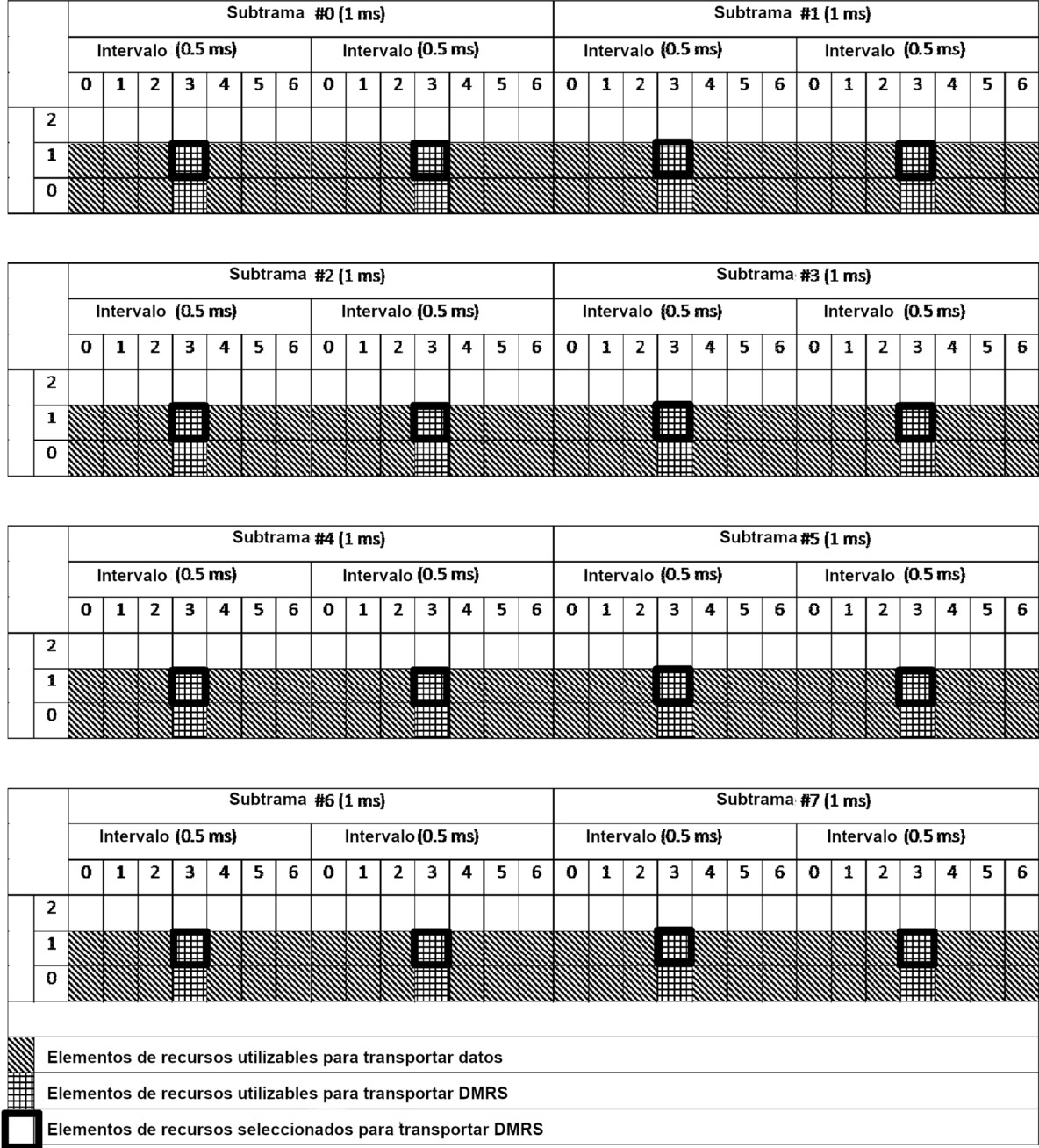


FIG. 3

Ejemplo de una asignación de subportadora que consta de 3 subportadoras cuando solo se utilizan dos de tres, donde la longitud de RU es de 8 ms, y cuando la DMRS se asigna a la subportadora con el índice más bajo entre las subportadoras utilizables

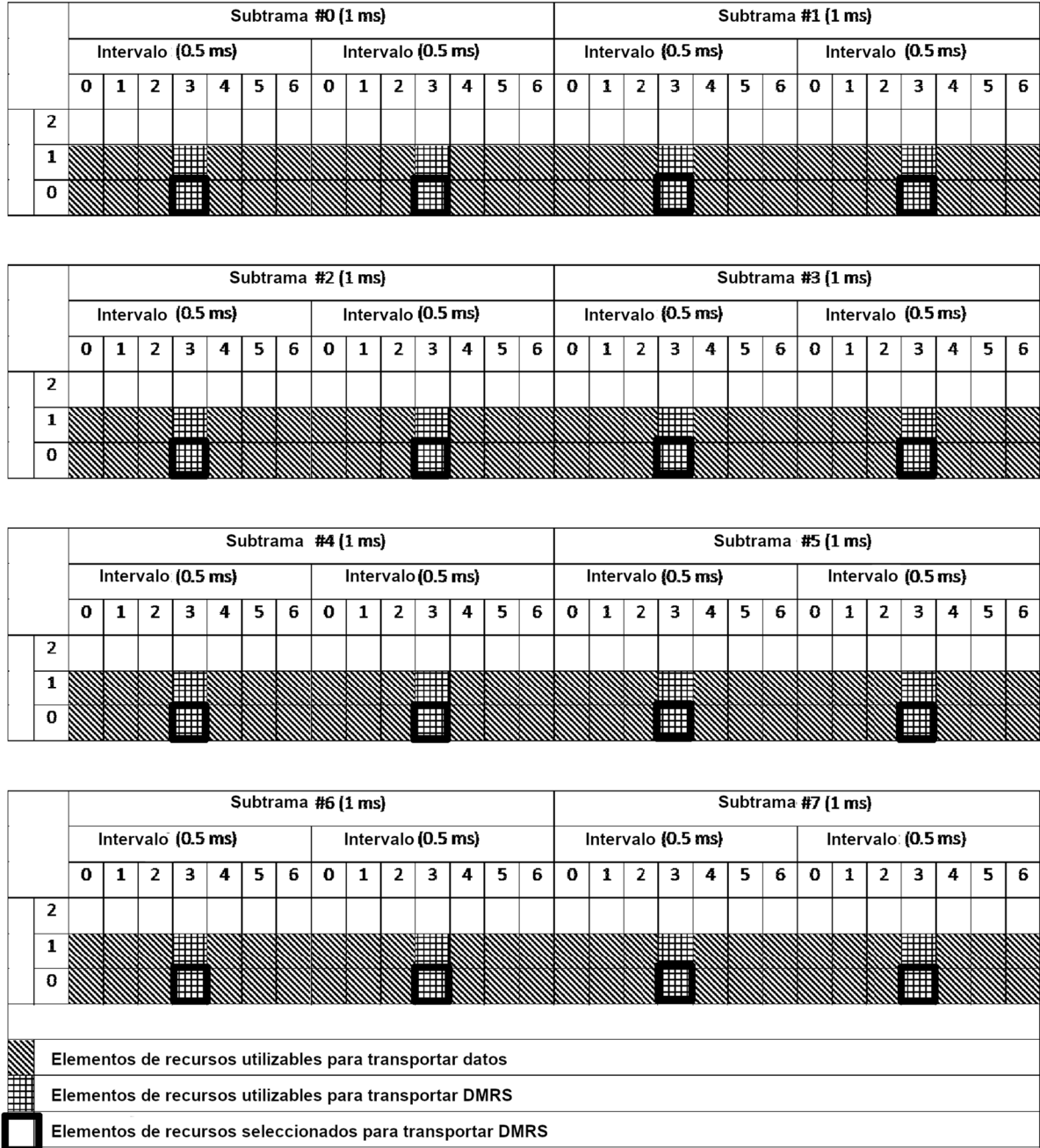


FIG. 4

Ejemplo de una asignación de subportadora que consta de 3 subportadoras cuando solo se utilizan dos de tres, donde la longitud de RU es de 8 ms, y cuando la DMRS se asigna a la subportadora con el índice más bajo entre las subportadoras utilizables, puesto que la celda ha sido clasificada como "celda par"

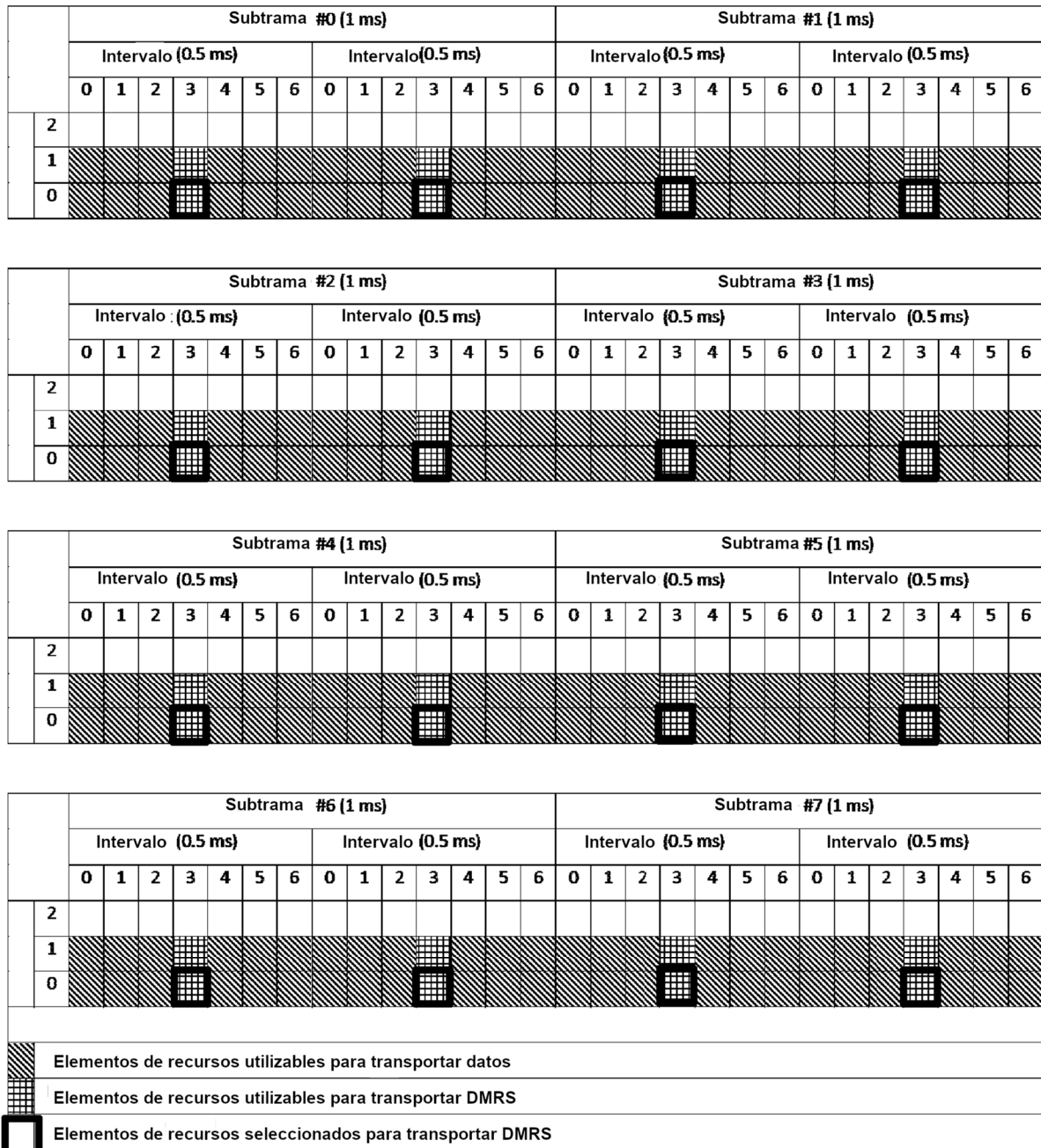


FIG. 5

Ejemplo de una asignación de subportadora que consta de 3 subportadoras cuando solo se utilizan dos de tres, donde la longitud de RU es de 8 ms, y cuando la DMRS es asignada de manera alterna entre las dos subportadoras utilizables

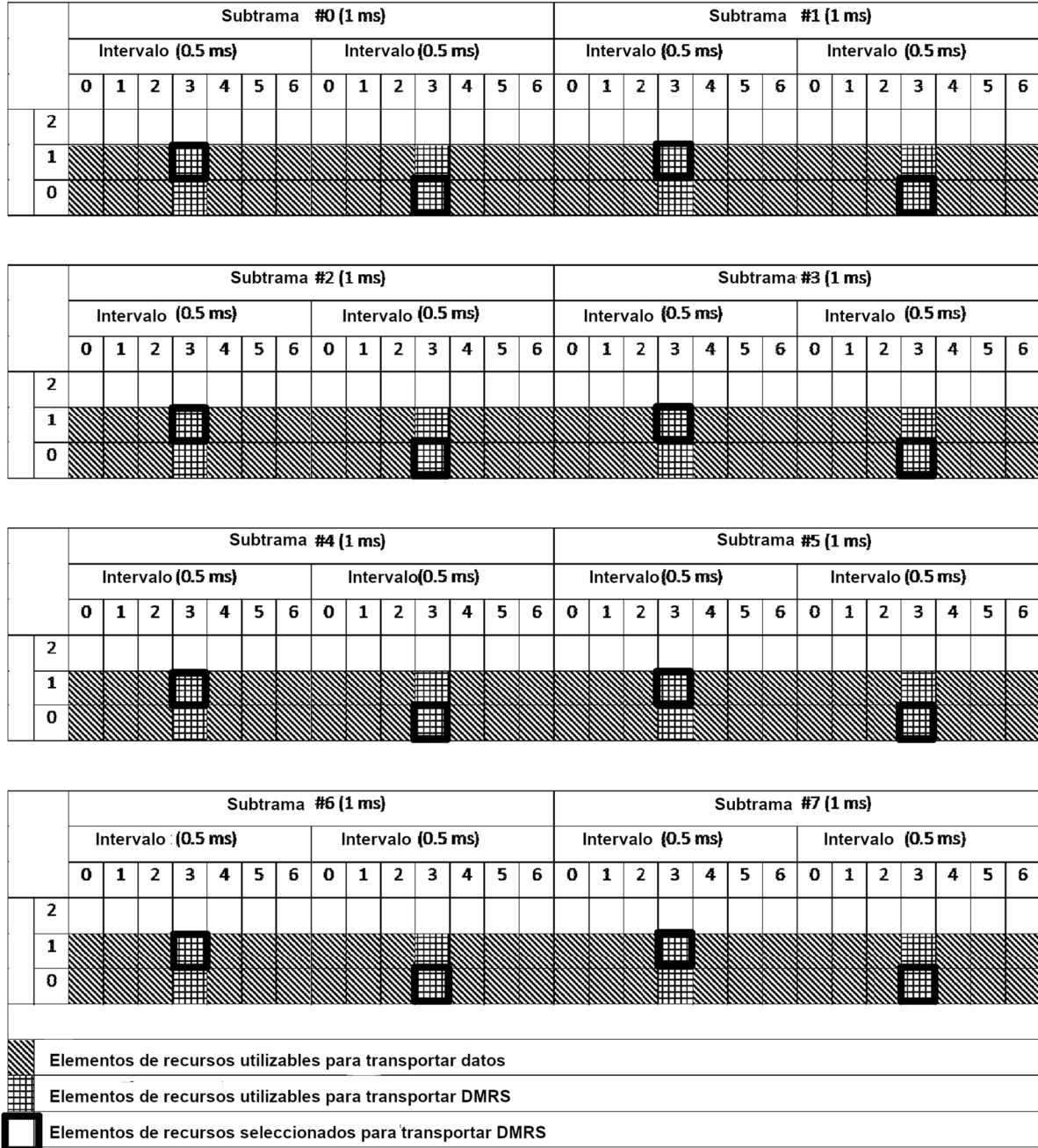


FIG. 6

Ejemplo de una asignación de subportadora que consta de 3 subportadoras cuando solo se utilizan dos de tres, donde la longitud de RU es de 8 ms, y cuando la DMRS se asigna a la subportadora con el índice más bajo entre las subportadoras utilizables, puesto que la celda ha sido clasificada como “celda par”

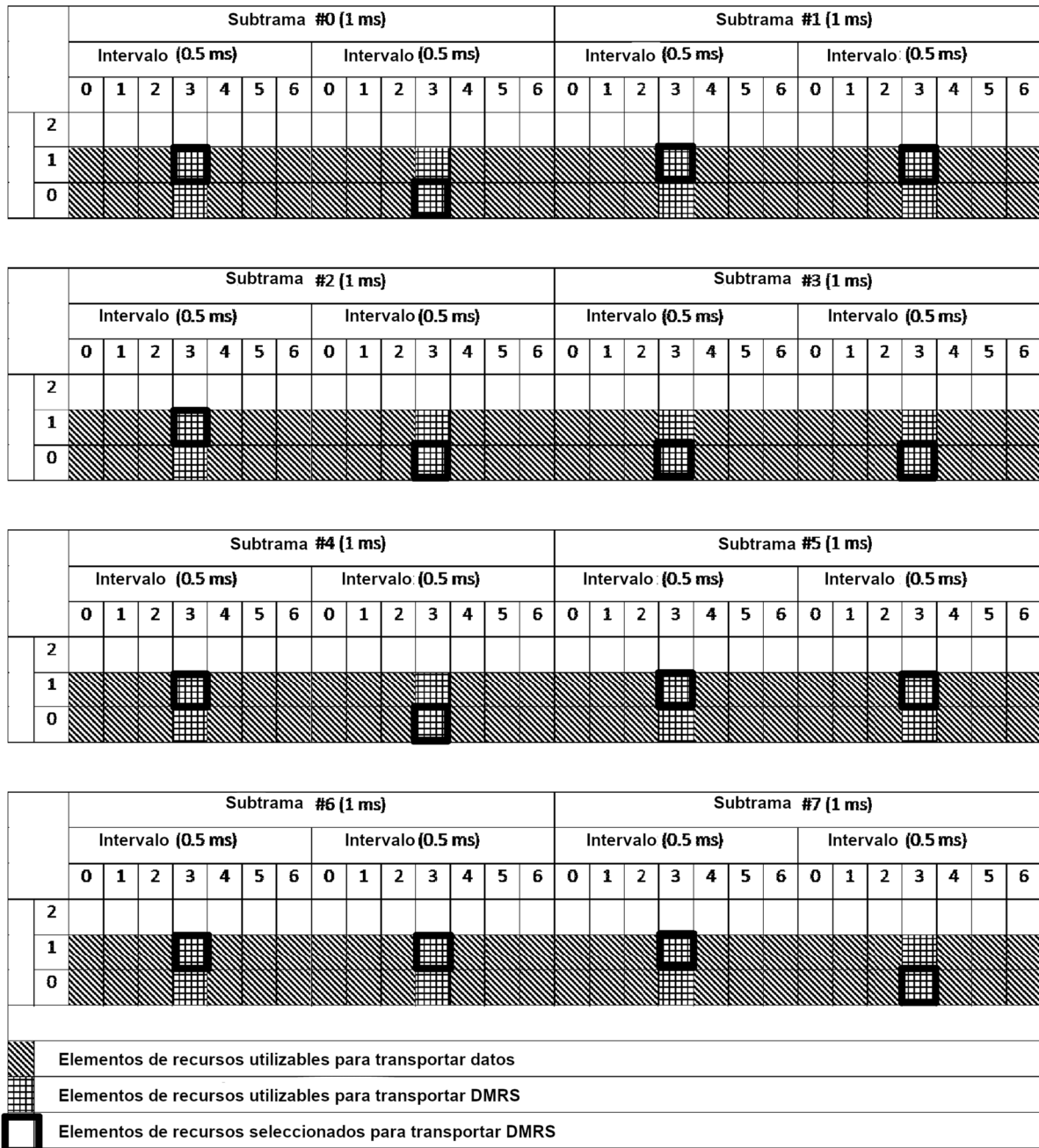


FIG. 7

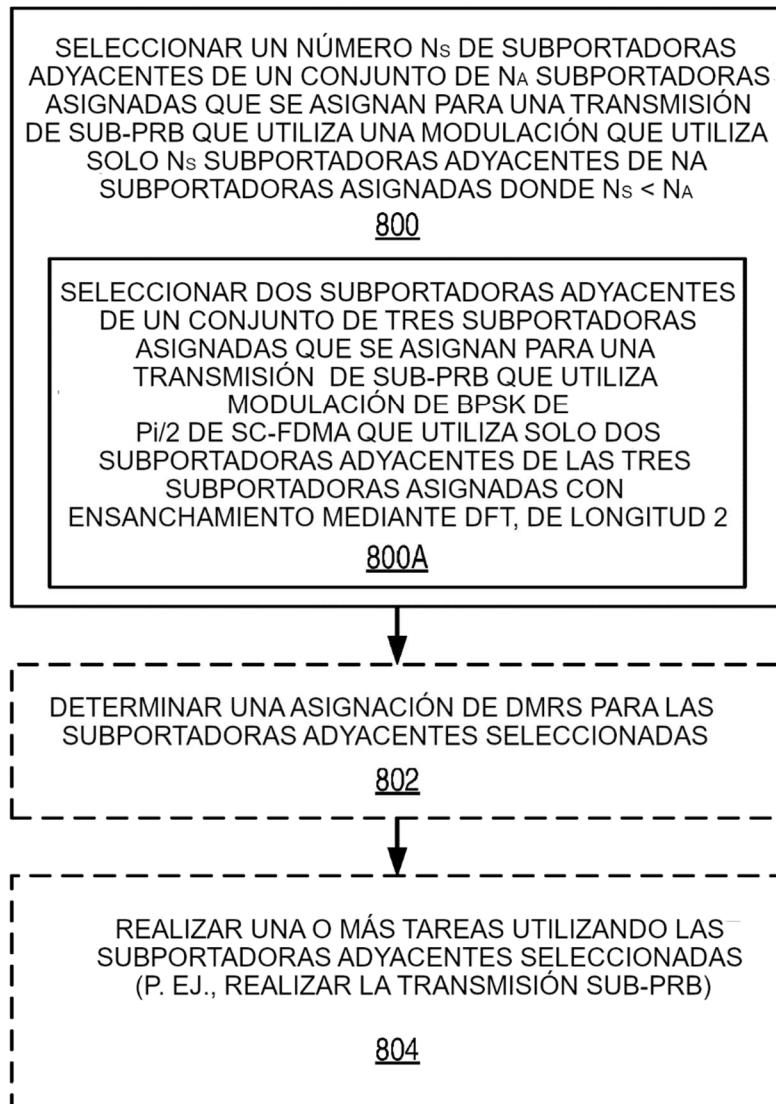


FIG. 8

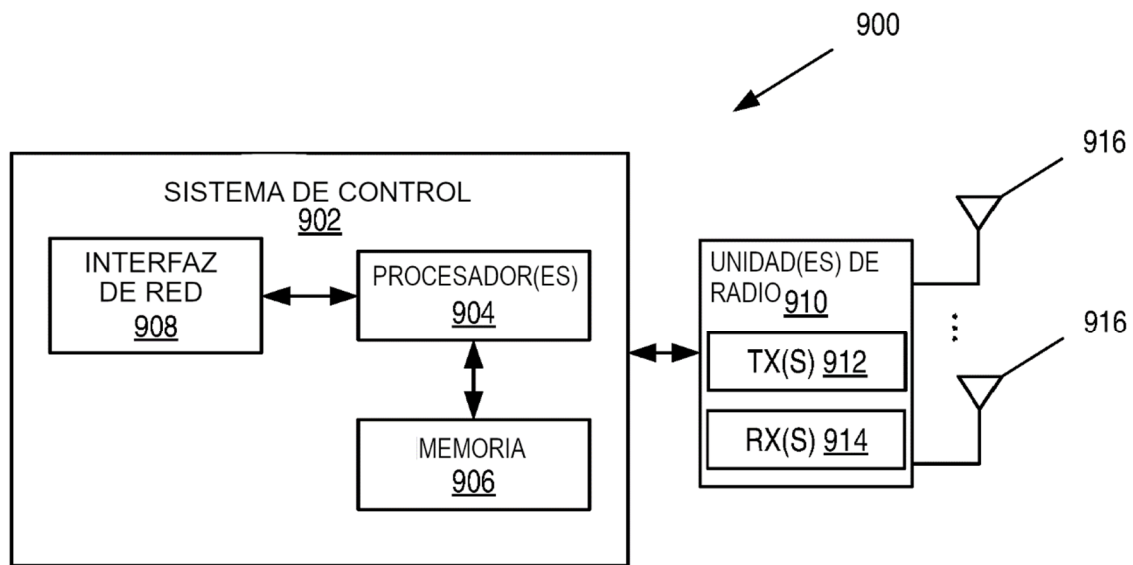


FIG. 9

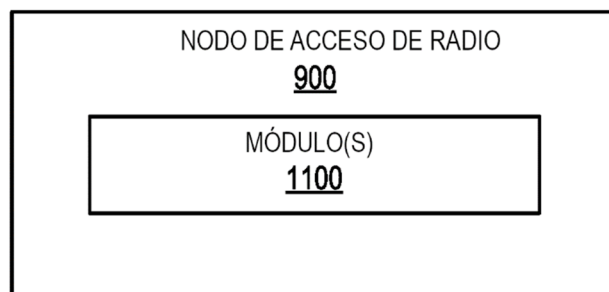


FIG. 11

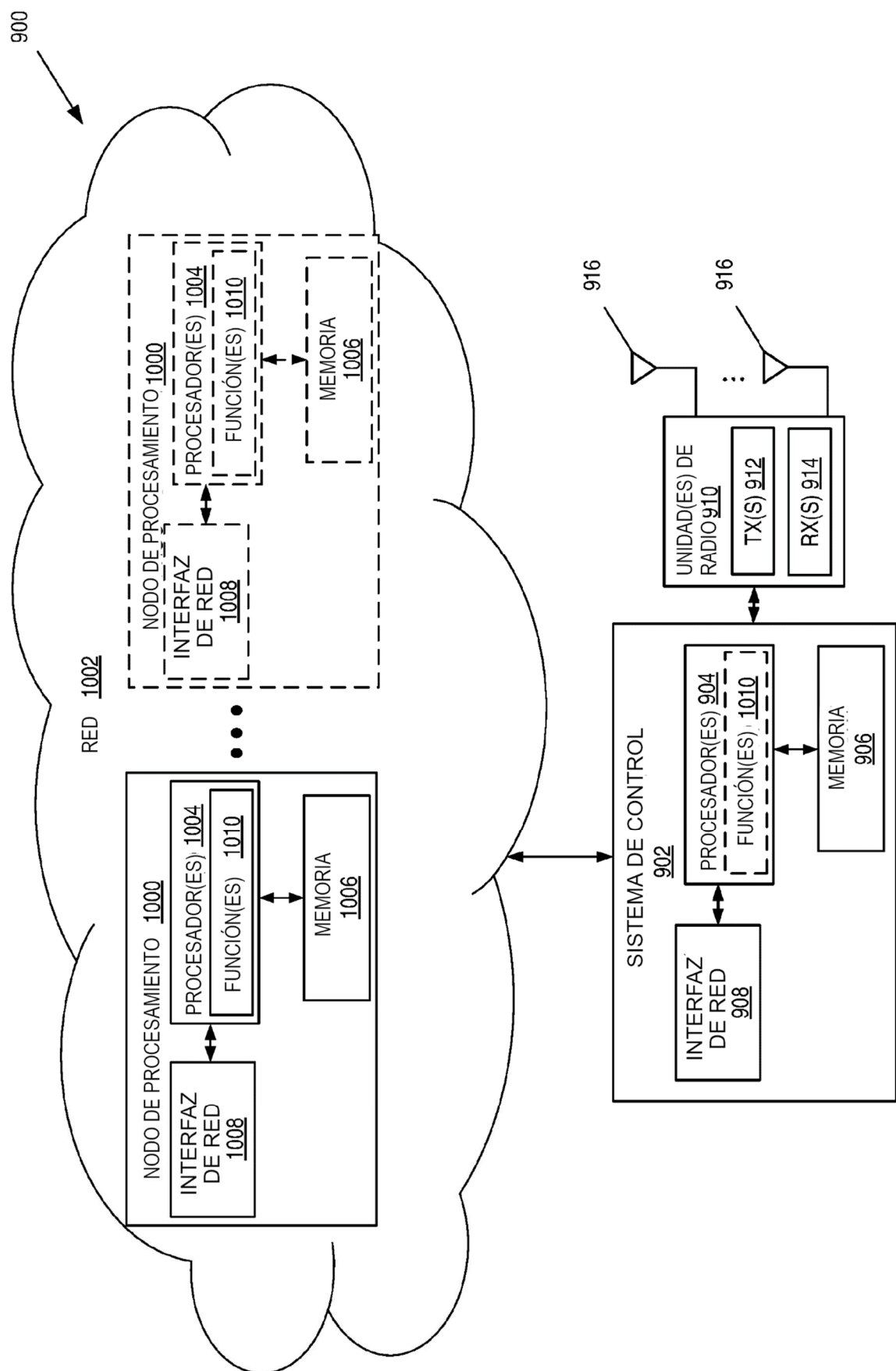


FIG. 10

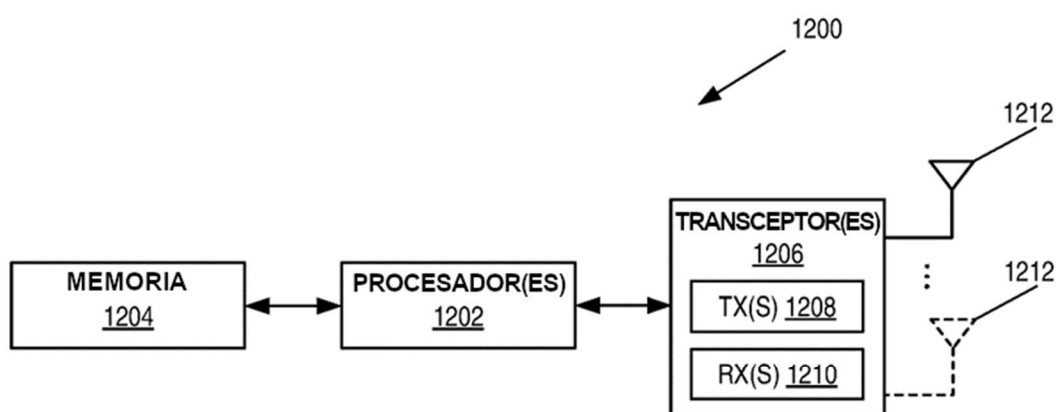


FIG. 12

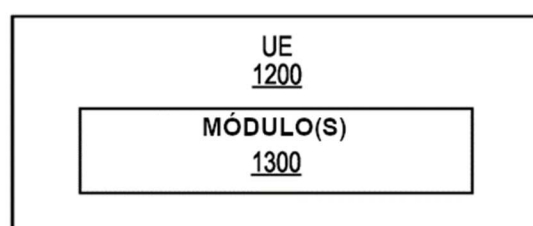


FIG. 13

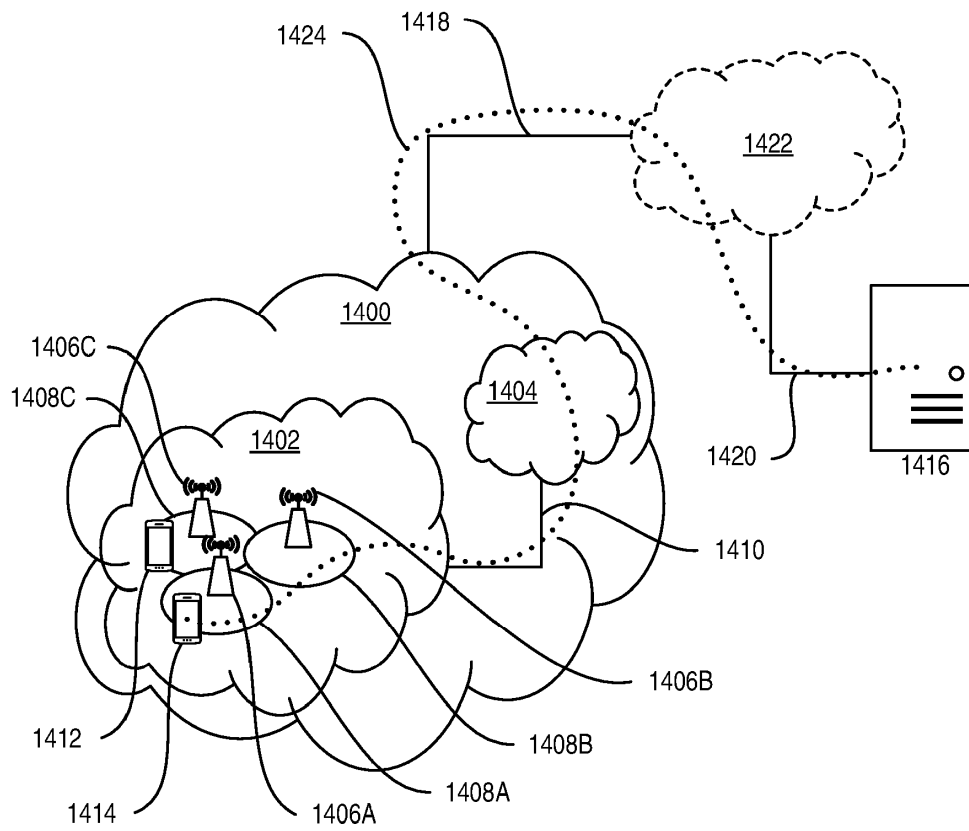


FIG. 14

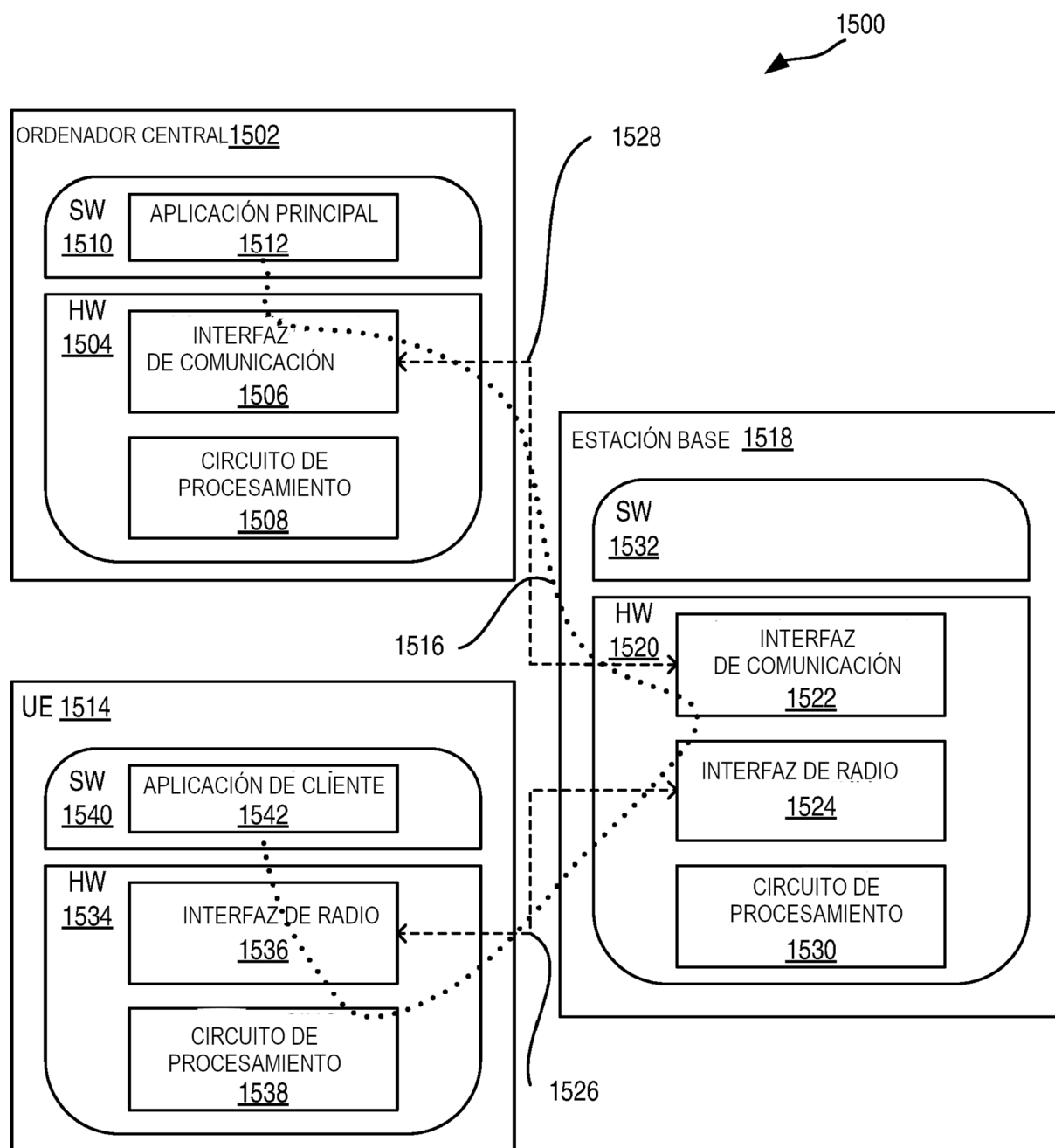


FIG. 15

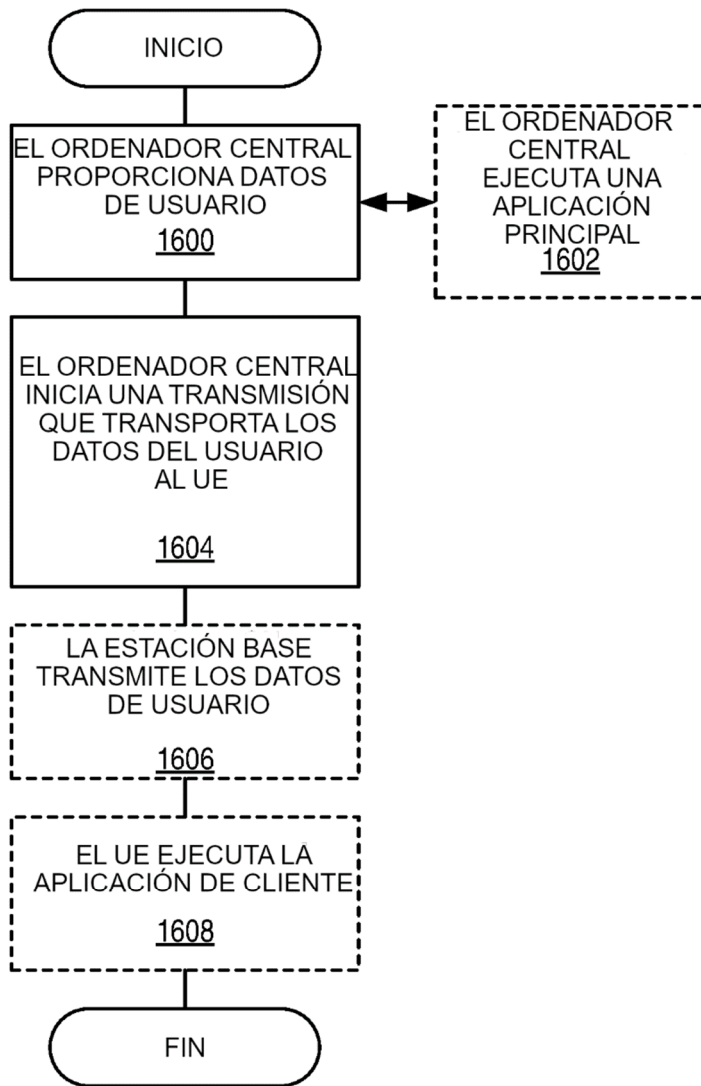


FIG. 16

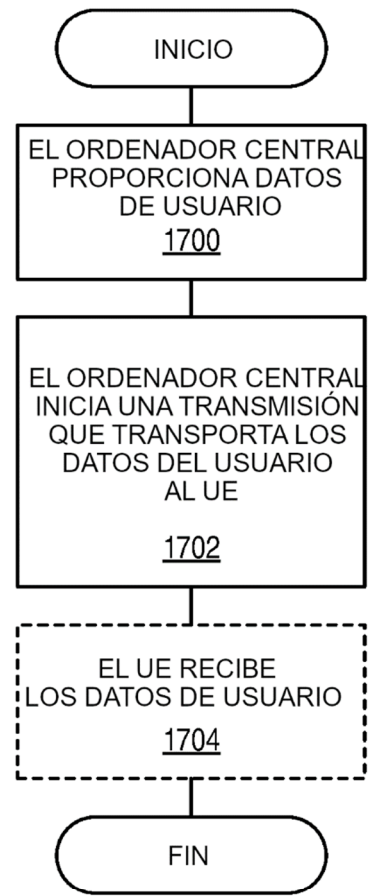


FIG. 17

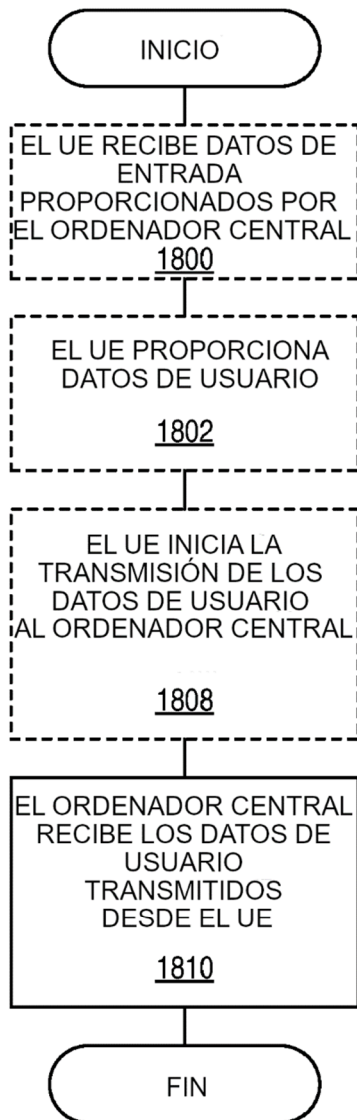


FIG. 18



FIG. 19