

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 973 056**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2017** **E 21201304 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2024** **EP 3965356**

54 Título: **Obtención e indicación de la combinación de componentes utilizada para CSI-RS**

30 Prioridad:

08.12.2016 US 201662431743 P

18.09.2017 US 201762560019 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
18.06.2024

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)

164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

GRANT, STEPHEN y
FRENNE, MATTIAS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 973 056 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

Obtención e indicación de la combinación de componentes utilizada para CSI-RS

Campo técnico

- 5 El objeto dado a conocer se refiere, en general, a las telecomunicaciones y, más particularmente, al control de la densidad de la señal de referencia de la información del estado del canal (CSI-RS – Channel State Information Reference Signal, en inglés) en los canales de un sistema de comunicación inalámbrico, móvil, de próxima generación.

Antecedentes

- 10 El sistema de comunicación inalámbrica, móvil, de próxima generación (5G o NR) soportará un conjunto diverso de casos de uso y un conjunto diverso de escenarios de despliegue. Este último incluye el despliegue tanto en frecuencias bajas (cientos de MHz), similar a LTE hoy en día, como en frecuencias muy altas (ondas de mm en las decenas de GHz). A altas frecuencias, las características de propagación dificultan el logro de una buena cobertura. Una solución al problema de la cobertura es emplear la conformación de haz de alta ganancia, normalmente de manera analógica, para conseguir un balance de enlace satisfactorio. La conformación de haz también se utilizará a menores frecuencias (normalmente conformación de haz digital) y se espera que sea de naturaleza similar al sistema 3GPP LTE ya estandarizado (4G).

15 A modo de antecedentes, en esta sección se describen algunos de los aspectos clave de LTE. De particular relevancia es la subsección que describe las señales de referencia de información del estado del canal (CSI-RS). También se diseñará una señal similar para NR, y es el objeto de la presente solicitud.

- 20 Téngase en cuenta que la terminología utilizada en el presente documento, como eNodeB y UE, debe ser considerada no limitativa y, en particular, no implica una cierta relación jerárquica entre los dos; en general, el "eNodeB" podría ser considerado como el dispositivo 1 y el "UE", como el dispositivo 2, y estos dos dispositivos se comunican entre sí por algún canal de radio. En el presente documento, también se centra la atención en las transmisiones inalámbricas en el enlace descendente, pero la invención es igualmente aplicable en el enlace ascendente.

- 25 LTE y NR utilizan OFDM en el enlace descendente y OFDM u OFDM con dispersión de DFT en el enlace ascendente. El recurso físico básico de enlace descendente de LTE o NR puede ser considerado como una cuadrícula de tiempo y frecuencia, tal como se ilustra en la figura 6, en la que cada elemento de recurso corresponde a una subportadora de OFDM durante un intervalo de símbolo de OFDM.

- 30 Además, tal como se muestra en la figura 7, en el dominio del tiempo, las transmisiones de enlace descendente de LTE se organizan en tramas de radio de 10 milisegundos, consistiendo cada trama de radio en diez subtramas de igual tamaño de longitud $T_{\text{subtrama}} = 1$ milisegundo.

- 35 Además, la asignación de recursos en LTE se describe normalmente en términos de bloques de recursos, en los que un bloque de recursos corresponde a un intervalo (0,5 milisegundos) en el dominio del tiempo y a 12 subportadoras contiguas en el dominio de la frecuencia. Los bloques de recursos se numeran en el dominio de la frecuencia, partiendo de 0 desde un extremo del ancho de banda del sistema. Para NR, un bloque de recursos también es de 12 subportadoras en frecuencia, pero aún no se ha determinado el número de símbolos de OFDM en el bloque de recursos de NR. Se apreciará que el término "bloque de recursos", tal como se utiliza en el presente documento, se referirá a un bloque de recursos que abarca un cierto número de subportadoras y un cierto número de símbolos de OFDM; el término tal como se utiliza en el presente documento puede referirse, en algunos casos, a un bloque de recursos de diferente tamaño de lo que se denomina en última instancia "bloque de recursos" en los estándares para NR o en los estándares para algún otro sistema.

- 40 Las transmisiones de enlace descendente se planifican de manera dinámica, es decir, en cada subtrama, la estación base transmite información de control sobre a qué terminales se transmiten los datos y sobre qué bloques de recursos se transmiten los datos, en la subtrama de enlace descendente actual. Esta señalización de control se transmite normalmente en los primeros 1, 2, 3 o 4 símbolos de OFDM en cada subtrama en LTE, y en 1 o 2 símbolos de OFDM en NR. Un sistema de enlace descendente con 3 símbolos OFDM como control se ilustra en la subtrama de enlace descendente ilustrada en la figura 8.

Precodificación basada en libro de códigos

- 50 Las técnicas de múltiples antenas pueden aumentar significativamente las velocidades de datos y la fiabilidad de un sistema de comunicación inalámbrico. El rendimiento mejora particularmente si tanto el transmisor como el receptor están equipados con múltiples antenas, lo que da como resultado un canal de comunicación de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO – Multiple Input Multiple Output, en inglés). Dichos sistemas y/o técnicas relacionadas se denominan habitualmente MIMO.

NR está evolucionando actualmente con soporte de MIMO. Un componente central en NR es el soporte de implementaciones de antenas de MIMO y técnicas relacionadas con MIMO, incluida la conformación de haz a mayores frecuencias de portadora. Actualmente, LTE y NR soportan un modo de multiplexación espacial de 8 capas para hasta 32 antenas de Tx con precodificación dependiente de canal. El modo de multiplexación espacial está destinado a altas velocidades de transmisión de datos en condiciones de canal favorables. En la figura 9 se proporciona una ilustración de la operación de multiplexación espacial.

Tal como se observa, la información que transporta el vector de símbolo $\mathbf{s}$ se multiplica por una matriz de precodificador $\mathbf{W}$ de $N_T \times r$, que sirve para distribuir la energía de transmisión en un subespacio del espacio vectorial de N_T dimensiones (correspondiente a N_T puertos de antena). La matriz de precodificador se selecciona normalmente de un libro de códigos de posibles matrices de precodificador, y normalmente se indica por medio de un indicador de matriz de precodificador (PMI – Precoder Matrix Indicator, en inglés), que especifica una matriz de precodificador única en el libro de códigos para un número determinado de secuencias de símbolos. Los r símbolos en $\mathbf{s}$ corresponden, cada uno, a una capa y r se conoce como el rango de transmisión. De esta manera, se consigue la multiplexación espacial, ya que se pueden transmitir simultáneamente múltiples símbolos sobre el mismo elemento de recurso de tiempo/frecuencia (TFRE – Time/Frequency Resource Element, en inglés). El número de símbolos r se adapta normalmente para adecuarse a las propiedades del canal actual.

LTE y NR utilizan OFDM en el enlace descendente y, por lo tanto, el vector $\mathbf{y}_n$ de $N_R \times 1$ recibido para un determinado TFRE en la subportadora n (o, alternativamente, el número de TFRE de datos n) es modelado, de este modo, mediante

$$\mathbf{y}_n = \mathbf{H}_n \mathbf{W} \mathbf{s}_n + \mathbf{e}_n$$

donde $\mathbf{e}_n$ es un vector de ruido/interferencia obtenido como realizaciones de un proceso aleatorio. El precodificador, implementado por la matriz de precodificador $\mathbf{W}$, puede ser un precodificador de banda ancha que sea constante en frecuencia o que sea selectivo en frecuencia.

La matriz de precodificador a menudo se elige para que coincida con las características de la matriz $\mathbf{H}_n$ de canales de MIMO de $N_R \times N_T$, lo que da como resultado la llamada precodificación dependiente del canal. Esto también se conoce comúnmente como precodificación de circuito cerrado, y se esfuerza, esencialmente, por enfocar la energía de transmisión en un subespacio que es fuerte en el sentido de transportar gran parte de la energía transmitida al UE. Además, la matriz de precodificador también se puede seleccionar para tratar de ortogonalizar el canal, lo que significa que, después de una ecualización lineal adecuada en el UE, se reduce la interferencia entre capas.

El rango de transmisión y, por tanto, el número de capas multiplexadas espacialmente, se refleja en el número de columnas del precodificador. Para un rendimiento eficiente, es importante que se seleccione un rango de transmisión que coincida con las propiedades del canal.

Símbolos de referencia de información de estado del canal (CSI-RS)

En LTE y NR, se introdujo una secuencia de símbolos de referencia con el propósito de estimar la información del estado del canal, la CSI-RS. El CSI-RS ofrece varias ventajas sobre la base de la retroalimentación de la CSI en los símbolos de referencia comunes (CRS – Common Reference Symbols, en inglés) que se utilizaron, para ese propósito, en versiones anteriores. En primer lugar, la CSI-RS no se utiliza para la demodulación de la señal de datos y, por lo tanto, no requiere la misma densidad (es decir, la sobrecarga de la CSI-RS es sustancialmente menor). En segundo lugar, la CSI-RS proporciona un medio mucho más flexible para configurar las mediciones de retroalimentación de CSI (por ejemplo, se puede configurar qué recurso de CSI-RS medir de una manera específica para el UE).

Realizando una medición en una CSI-RS, un UE puede estimar el canal efectivo que atraviesa la CSI-RS, incluido el canal de propagación de radio y las ganancias de la antena. Con más rigor matemático, esto implica que si se transmite una señal $\mathbf{x}$ de CSI-RS conocida, un UE puede estimar el acoplamiento entre la señal transmitida y la señal recibida (es decir, el canal efectivo). Por lo tanto, si no se realiza virtualización en la transmisión, la señal $\mathbf{y}$ recibida se puede expresar como

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{e}$$

y el UE puede estimar el canal $\mathbf{H}$ efectivo.

Se pueden configurar hasta 32 puertos de CSI-RS para un UE de LTE o NR, es decir, el UE puede estimar, de este modo, el canal desde hasta ocho antenas de transmisión.

Un puerto de antena es equivalente a un recurso de señal de referencia que el UE utilizará para medir el canal. Por lo tanto, una estación base con dos antenas podría definir dos puertos de CSI-RS, donde cada puerto es un conjunto de elementos de recurso en la cuadrícula de tiempo y frecuencia dentro de una subtrama o intervalo. La estación base transmite cada una de estas dos señales de referencia desde cada una de las dos antenas, para que el UE pueda medir los dos canales de radio y reportar la información del estado del canal a la estación base basándose en estas mediciones. En LTE se soportan recursos de CSI-RS de 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 y 32 puertos.

La CSI-RS utiliza un código de cobertura ortogonal (OCC – Orthogonal Cover Code, en inglés) de longitud dos, para superponer dos puertos de antena en dos RE consecutivos. Tal como se observa en la figura 10, que representa las cuadrículas de elementos de recurso sobre un par de RB con posiciones potenciales para una RS específica para un UE de LTE de versión 9/10 (amarillo), una CSI-RS (marcada con un número correspondiente al puerto de antena de CSI-RS), y una CRS (azul y azul oscuro), existen muchos patrones de CSI-RS diferentes disponibles. Para el caso de 2 puertos de antena de CSI-RS, existen 20 patrones diferentes dentro de una subtrama. El número correspondiente de patrones es 10 y 5 para 4 y 8 puertos de antena de CSI-RS, respectivamente. Para TDD, están disponibles algunos patrones de CSI-RS adicionales.

Las configuraciones de la señal de referencia de CSI se proporcionan en la siguiente tabla, tomada de las especificaciones de LTE TS 36.211 v.12.5.0. Por ejemplo, la configuración 5 de CSI RS para 4 puertos de antenas utiliza $(k', l') = (9, 5)$ en el intervalo 1 (el segundo intervalo de la subtrama), y según las fórmulas siguientes, los puertos 15, 16, utilizan OCC sobre los elementos de recurso $(k, l) = (9, 5)$, $(9, 6)$ y los puertos 17, 18 utilizan OCC sobre los elementos de recurso $(3, 5)$ $(3, 6)$, respectivamente (suponiendo índice de PRB $m = 0$), donde k es el índice de la subportadora y 1 es el índice del símbolo de OFDM.

El código de cobertura ortogonal (OCC) se introduce a continuación mediante el factor w_l''

$$k = k' + 12m + \begin{cases} -0 \text{ para } p \in \{15, 16\}, \text{ prefijo cíclico normal} \\ -6 \text{ para } p \in \{17, 18\}, \text{ prefijo cíclico normal} \\ -1 \text{ para } p \in \{19, 20\}, \text{ prefijo cíclico normal} \\ -7 \text{ para } p \in \{21, 22\}, \text{ prefijo cíclico normal} \\ -0 \text{ para } p \in \{15, 16\}, \text{ prefijo cíclico extendido} \\ -3 \text{ para } p \in \{17, 18\}, \text{ prefijo cíclico extendido} \\ -6 \text{ para } p \in \{19, 20\}, \text{ prefijo cíclico extendido} \\ -9 \text{ para } p \in \{21, 22\}, \text{ prefijo cíclico extendido} \end{cases}$$

$$l = l' + \begin{cases} l'' \text{ configuraciones de señal de referencia de CSI 0-19, prefijo cíclico normal} \\ 2l'' \text{ configuraciones de señal de referencia de CSI 20-31, prefijo cíclico normal} \\ l'' \text{ configuraciones de señal de referencia de CSI 0-27, prefijo cíclico extendido} \end{cases}$$

$$w_{l''} = \begin{cases} 1 & p \in \{15, 17, 19, 21\} \\ (-1)^{l''} & p \in \{16, 18, 20, 22\} \end{cases}$$

$$l'' = 0, 1$$

$$m = 0, 1, \dots, N_{RB}^{DL} - 1$$

$$m' = m + \left\lfloor \frac{N_{RB}^{max, DL} - N_{RB}^{DL}}{2} \right\rfloor$$

Tabla 6.10.5.2-1: Mapeo de la configuración de señales de referencia de CSI a (k', l') para prefijo cíclico normal

	Configuración de señales de referencia de CSI	Número de señales de referencia de CSI configuradas					
		1 ó 2		4		8	
		(k', l')	$n_s \text{ mod. } 2$	(k', l')	$n_s \text{ mod. } 2$	(k', l')	$n_s \text{ mod. } 2$
Estructura de trama de tipo 1 y 2	0	(9,5)	0	(9,5)	0	(9,5)	0
	1	(11,2)	1	(11,2)	1	(11,2)	1
	2	(9,2)	1	(9,2)	1	(9,2)	1
	3	(7,2)	1	(7,2)	1	(7,2)	1
	4	(9,5)	1	(9,5)	1	(9,5)	1
	5	(8,5)	0	(8,5)	0		
	6	(10,2)	1	(10,2)	1		
	7	(8,2)	1	(8,2)	1		
	8	(6,2)	1	(6,2)	1		
	9	(8,5)	1	(8,5)	1		
	10	(3,5)	0				
	11	(2,5)	0				
Estructura de trama sólo de tipo 2	12	(5,2)	1				
	13	(4,2)	1				
	14	(3,2)	1				
	15	(2,2)	1				
	16	(1,2)	1				
	17	(0,2)	1				
	18	(3,5)	1				
	19	(2,5)	1				
	20	(11,1)	1	(11,1)	1	(11,1)	1
	21	(9,1)	1	(9,1)	1	(9,1)	1
	22	(7,1)	1	(7,1)	1	(7,1)	1
	23	(10,1)	1	(10,1)	1		
	24	(8,1)	1	(8,1)	1		
	25	(6,1)	1	(6,1)	1		
	26	(5,1)	1				
	27	(4,1)	1				
	28	(3,1)	1				
	29	(2,1)	1				
	30	(1,1)	1				
	31	(0,1)	1				

Matrices de antenas 2D

- 5 En LTE, se introdujo el soporte para matrices de antenas bidimensionales donde cada elemento de antena tiene un control independiente de fase y amplitud, lo que permite, de ese modo, la conformación de haz tanto en la dimensión vertical como en la horizontal. Dichas matrices de antenas se pueden describir (parcialmente) por el número de columnas de antena correspondientes a la dimensión horizontal N_h , el número de filas de antenas correspondientes a la dimensión vertical N_v , y el número de dimensiones correspondientes a diferentes polarizaciones N_p . El número total de antenas es, por lo tanto, $N = N_h N_v N_p$. Un ejemplo de una antena donde $N_h = 8$ y $N_v = 4$ se ilustra en la figura 11, que ilustra, en el lado izquierdo de la misma, una matriz de antenas bidimensional, de elementos de antena con polarización cruzada ($N_p = 2$), con $N_h = 4$ elementos de antena horizontales y $N_v = 8$ elementos de antena verticales, y, en el lado derecho de la figura 11, se ilustra el diseño real del puerto con 2 puertos verticales y 4 puertos horizontales. Esto se podría obtener, por ejemplo, virtualizando cada puerto mediante 4 elementos de antena verticales. Por lo tanto, suponiendo que estén presentes puertos con polarización cruzada, el UE medirá 16 puertos de antena en este ejemplo.

20 Sin embargo, desde una perspectiva de estandarización, el número real de elementos de la matriz de antenas no es visible para el UE, sino más bien para los puertos de antena, en los que cada puerto corresponde a una señal de referencia de CSI. El UE puede, de este modo, medir el canal desde cada uno de estos puertos. Por lo tanto, se presenta una disposición de puertos 2D, descrita mediante el número de puertos de antena en la dimensión horizontal M_h , el número de filas de antenas correspondientes a la dimensión vertical M_v y el número de dimensiones correspondientes a diferentes polarizaciones M_p . Por lo tanto, el número total de puertos de antena es $M = M_h M_v M_p$. El mapeo de estos puertos a los N elementos de antena es un problema de implementación de eNB y, por lo tanto, no es visible para el UE. El UE ni siquiera conoce el valor de N ; solo conoce el valor del número de puertos M .

La precodificación puede ser interpretada como la multiplicación de la señal con diferentes pesos de conformación de haz para cada puerto de antena antes de la transmisión. Un enfoque típico es personalizar el precodificador al factor de forma de la antena, es decir, tener en cuenta M_h , M_v y M_p al diseñar el libro de códigos del precodificador.

- 5 Un enfoque común cuando se diseñan libros de códigos de precodificadores adaptados para matrices de antenas 2D es combinar precodificadores adaptados para un conjunto horizontal y un conjunto vertical de puertos de antena, respectivamente, por medio de un producto de Kronecker. Esto significa que (al menos parte de) el precodificador se puede describir como una función de

$$W_H \otimes W_V$$

- 10 donde W_H es un precodificador horizontal tomado de un (sub) libro de códigos X_H que contiene N_H palabras de código y, de manera similar, W_V es un precodificador vertical tomado de un (sub) libro de códigos X_V que contiene N_V palabras de código. El libro de códigos conjunto, indicado por $X_H \otimes X_V$, contiene, por lo tanto, $N_H \cdot N_V$ palabras de código. Las palabras de código de X_H se indexan con $k = 0, \dots, N_H - 1$, las palabras clave de X_V se indexan con $l = 0, \dots, N_V - 1$ y las palabras de código del libro de códigos conjunto $X_H \otimes X_V$ se indexan con $m = N_V \cdot k + l$. lo que significa que $m = 0, \dots, N_H \cdot N_V - 1$.

- 15 Para un UE de LTE de versión 12 y versiones anteriores, solo se soporta una retroalimentación de libro de códigos para un diseño de puerto 1D, con 2, 4 u 8 puertos de antena. Por lo tanto, el libro de códigos está diseñado suponiendo que estos puertos están dispuestos en línea recta.

Informes periódicos de CSI sobre un subconjunto de puertos de antena 2D

- 20 Se ha propuesto un método para utilizar mediciones en menos puertos de CSI-RS para informes periódicos de CSI, que mediciones para los informes de CSI aperiódicos.

En un escenario, el marco de informes periódicos de CSI es idéntico al marco de informes periódicos de CSI de un terminal heredado. Por lo tanto, los informes periódicos de CSI con 2, 4 u 8 puertos de CSI-RS se utilizan para los informes de P-CSI y se utilizan puertos adicionales para los informes de A-CSI. Desde la perspectiva de un UE y un eNB, las operaciones relacionadas con los informes periódicos de CSI son idénticas a las operaciones heredadas.

- 25 Las mediciones de CSI de diseño de puertos 2D grandes y completas de hasta 64 puertos o incluso más solo están presentes en los informes aperiódicos. Puesto que la A-CSI se transmite a través del PUSCH, la carga útil puede ser mucho mayor que el pequeño límite de 11 bits de la P-CSI que utiliza el formato 2 de PUCCH.

Asignación de recursos de CSI-RS para un conjunto de antenas 2D

- 30 Se ha acordado que para 12 o 16 puertos, un recurso de CSI-RS para informes de CSI de clase A se compone como una agregación de K configuraciones de CSI-RS, cada una con N puertos. En el caso de CDM-2, las K configuraciones de recursos de CSI-RS indican las ubicaciones de RE de CSI-RS según las configuraciones de recursos heredadas en el documento TS36.211. Para 16 puertos:

$$(N, K) = (8, 2), (2, 8)$$

Para la construcción de 12 puertos:

- 35 $(N, K) = (4, 3), (2, 6)$

Los puertos del recurso agregado corresponden a los puertos de los recursos componentes de acuerdo con lo siguiente:

- Los números de puerto agregados son 15, 16, ... 30 (para 16 puertos de CSI-RS)
- Los números de puerto agregados son 15, 16, ... 26 (para 12 puertos de CSI-RS)

- 40 Numeración de puertos de antena de CSI-RS

Para P puertos de antena dados, los libros de códigos de precodificación de versión 10, 12 y 13 están diseñados para que los primeros P/2 puertos de antena (por ejemplo, 15-22) se correspondan con un conjunto de antenas copolarizadas y los últimos P/2 puertos de antena (por ejemplo, 16-30) se asignan a otro conjunto de antenas copolarizadas, con una polarización ortogonal al primer conjunto. Por lo tanto, esto está dirigido a matrices de antenas con polarización cruzada. La figura 12 ilustra la numeración de puertos de antena para un caso de P = 8 puertos.

Por lo tanto, los principios del libro de códigos para el caso de rango 1 son que se elige un vector de “haz” de DFT para cada conjunto de P/2 puertos y se utiliza un cambio de fase con el alfabeto QPSK para disponer en cofase los dos conjuntos de puertos de antena. Un libro de códigos de rango 1 se construye, por lo tanto, como

$$\begin{pmatrix} \mathbf{a} \\ \mathbf{a}e^{i\omega} \end{pmatrix}$$

- 5 donde $\mathbf{a}$ es un vector de longitud P/2 que forma un haz para la primera y segunda polarización, respectivamente, y ω es un escalar de cofase que dispone en fase las dos polarizaciones ortogonales.

Utilización de señales de CSI-RS en NR

- 10 En NR, la señal de CSI-RS debe ser diseñada y utilizada para fines al menos similares a los de LTE. Sin embargo, se espera que la CSI-RS de NR cumpla propósitos adicionales, tales como la gestión de haces. La gestión de haces es un proceso mediante el cual se realiza un seguimiento de los haces de eNB y UE, lo que incluye encontrar, mantener y cambiar entre haces adecuados a medida que los UE se mueven tanto dentro como entre las zonas de cobertura de los puntos de transmisión y recepción (TRP – Transmit-Receive Points, en inglés) de múltiples haces. Esto lo consiguen los UE que realizan mediciones en las señales de referencia de CSI-RS y retroalimentan estas mediciones a la red con el fin de tomar decisiones sobre la gestión de haces.

- 15 Por lo tanto, un problema es cómo diseñar una CSI-RS que pueda ser utilizada para una funcionalidad de “tipo de LTE”, así como para funcionalidad de gestión de haces con formación de haz tanto digital como analógica.

- 20 Un punto adicional de diferencia entre NR y LTE es que NR soportará numerología flexible, es decir, la separación entre subportadoras escalable (SCS – Scalable SubCarrier, en inglés) con un valor nominal de 15 kHz. El valor nominal es escalable en potencias de 2, es decir, $f_{SC} = 15 \cdot 2^n$ kHz donde $n = -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5$. Esto afecta a la estructura de CSI-RS, ya que las mayores separaciones entre subportadoras significan que los elementos de recurso (RE – Resource Elements, en inglés) pueden estar más dispersos en la dimensión de frecuencia, y esto da como resultado una mayor separación en frecuencia entre las CSI-RS. Por lo tanto, es un problema cómo diseñar las CSI-RS para poder ajustar la densidad de frecuencia dependiendo de la SCS.

- 25 Otro posible punto de diferencia es que NR puede soportar una duración de transmisión más corta que LTE. La duración de la transmisión de NR es un intervalo en el que un intervalo puede tener una longitud de 7 o 14 símbolos de OFDM. Por el contrario, la duración de la transmisión en LTE se fija en una subtrama que equivale a 14 símbolos.

Además, debido a que no hay señales de referencia comunes (CRS) en NR, la ubicación de la CSI-RS en el NR no está restringida, para evitar colisiones con NR. Por lo tanto, se puede utilizar una mayor flexibilidad en el diseño de las CSI-RS para NR.

- 30 Una presentación de 3GPP realizada por Ericsson titulada “Further discussion on CSI-RS pooling”, (R1-1612352, Reno, Nevada, noviembre de 2016) describe métodos para configurar un conjunto de recursos de CSI-RS e indicar de manera dinámica los recursos del conjunto. Una presentación de 3GPP realizada por Fujitsu titulada “Aggregated CSI-RS Configuration and Signaling”, (R1-1611463, Reno, EE. UU., noviembre de 2016) da a conocer métodos para soportar CSI-RS utilizando diferentes números de puertos.

35 Compendio

Varias de las técnicas y aparatos descritos en el presente documento abordan los problemas anteriores y proporcionan una mayor flexibilidad en el diseño y utilización de las CSI-RS para NR. La presente invención está definida en las reivindicaciones independientes adjuntas. Las características opcionales están establecidas en las reivindicaciones dependientes.

- 40 Los ejemplos de la invención incluyen un método que incluye una etapa en la que se obtiene una combinación de una o más unidades o componentes que se utilizarán para un recurso de señal de referencia. La combinación puede ser obtenida basándose en uno o más criterios y/o reglas predeterminados, que incluyen, por ejemplo, una característica de densidad deseada del recurso de señal de referencia, una cantidad de puertos configurados para uno o más dispositivos inalámbricos por los cuales será utilizado el recurso de señal de referencia. Esta obtención puede comprender, por ejemplo, agregar uno o más componentes a través de dos o más bloques de recursos físicos, para formar el recurso de señal de referencia. Esta agregación se puede realizar de manera que haya uno o más RE por puerto, por PRB entre los PRB utilizados para transportar la señal de referencia. Este método de ejemplo comprende, además, una etapa en la que la combinación de uno o más componentes en uno o más bloques de recursos físicos que van a ser utilizados para el recurso de señal de referencia, es indicada a uno o más dispositivos inalámbricos.

- 50 En algunos ejemplos de los métodos resumidos anteriormente, cada bloque de recursos físicos abarca una pluralidad de subportadoras, e indicar la combinación de uno o más componentes incluye indicar uno o más índices de subportadora. En algunos ejemplos, los uno o más índices de subportadora se indican para uno o más dispositivos inalámbricos utilizando uno o más mapas de bits. En algunos de estos ejemplos, cada bit en el mapa de bits corresponde de manera única a un índice de subportadora, de tal manera que un bit establecido en el mapa de bits

indica que un componente ubicado en un índice de subportadora correspondiente al bit establecido forma parte de la combinación de uno o más componentes utilizados para el recurso de la señal de referencia. En algunos ejemplos, el número de bits en cada uno del uno o más mapas de bits depende de un número de subportadoras en un componente. En algunos ejemplos, el número de bits en cada uno del uno o más mapas de bits puede ser la mitad del número de subportadoras en el PRB, por ejemplo.

En algunos ejemplos, cada uno de los componentes corresponde a dos o más subportadoras, siendo las dos o más subportadoras de cada componente adyacentes en frecuencia. En algunos de estos ejemplos, cada componente también puede corresponder a dos o más símbolos adyacentes.

El recurso de señal de referencia en el método anterior puede ser un recurso de CSI-RS, en algunos ejemplos. Este recurso de CSI-RS puede ser utilizado por uno o más dispositivos inalámbricos para realizar mediciones de CSI, por ejemplo. En algunos ejemplos, el recurso de la señal de referencia se utiliza para realizar al menos uno de adaptación del enlace para uno o más dispositivos inalámbricos y gestión de haces para uno o más dispositivos inalámbricos. Esta gestión de haces puede incluir la selección de haces, tal como la selección de un haz de transmisión, transmitido por un nodo de red, y/o un haz de recepción, recibido por un dispositivo inalámbrico.

Otros ejemplos incluyen métodos de funcionamiento de un dispositivo inalámbrico. Un método de ejemplo comprende una etapa en la que se recibe una indicación, desde un nodo de red, de una combinación de uno o más componentes contenidos en uno o más bloques de recursos físicos de un intervalo. Este método de ejemplo comprende, además, una etapa en la que la combinación indicada de uno o más componentes se utiliza para un recurso de señal de referencia.

En algunos ejemplos, la combinación indicada consta de un RE por puerto, por bloque de recursos físicos del uno o más bloques de recursos físicos del intervalo. En algunos ejemplos, cada bloque de recursos físicos abarca una pluralidad de subportadoras, y la indicación de la combinación de uno o más componentes incluye una indicación de uno o más índices de subportadora. En algunos de estos últimos ejemplos, la indicación de uno o más índices de subportadora puede incluir uno o más mapas de bits. El número de bits en cada uno del uno o más mapas de bits puede depender del número de subportadoras en un componente. En algunos ejemplos, cada bit en el mapa de bits corresponde de manera única a un índice de subportadora, de tal manera que un bit establecido en el mapa de bits indica que un componente ubicado en un índice de subportadora correspondiente al bit establecido forma parte de la combinación de uno o más componentes utilizados para el recurso de señal de referencia. En algunos de estos ejemplos, el número de bits en cada uno del uno o más mapas de bits es la mitad del número de subportadoras en el bloque de recursos físicos.

En algunos ejemplos, cada uno de los componentes corresponde a dos o más subportadoras, siendo las dos o más subportadoras de cada componente adyacentes en frecuencia. En algunos de estos ejemplos, cada componente también puede corresponder a dos o más símbolos adyacentes.

El recurso de señal de referencia en los métodos anteriores puede ser un recurso de CSI-RS, en algunos ejemplos. Este recurso de CSI-RS puede ser utilizado por uno o más dispositivos inalámbricos para realizar mediciones de CSI, por ejemplo. En algunos ejemplos, el recurso de señal de referencia se utiliza para realizar al menos uno de adaptación del enlace para uno o más dispositivos inalámbricos y gestión de haces para uno o más dispositivos inalámbricos. Esta gestión de haces puede incluir la selección de haces, tal como la selección de un haz de transmisión, transmitido por un nodo de red, y/o un haz de recepción, recibido por un dispositivo inalámbrico.

Otros ejemplos de la presente invención incluyen aparatos correspondientes a los métodos resumidos anteriormente y configurados para llevar a cabo uno o más de estos métodos, o variantes de los mismos. Por lo tanto, los ejemplos incluyen un nodo de red para ser utilizado en una red de comunicación inalámbrica, estando adaptado el nodo de red para obtener una combinación de uno o más componentes que serán utilizados para un recurso de señal de referencia, estando los uno o más componentes contenidos en uno o más bloques de recursos físicos de un intervalo, y para indicar, a uno o más dispositivos inalámbricos, la combinación de uno o más componentes en uno o más bloques de recursos físicos que serán utilizados para el recurso de señal de referencia. Asimismo, otros ejemplos incluyen un dispositivo inalámbrico adaptado para recibir una indicación, desde un nodo de red, de una combinación de uno o más componentes contenidos en uno o más bloques de recursos físicos de un intervalo, y para utilizar la combinación indicada de uno o más componentes para un recurso de señal de referencia. Las variaciones de estas técnicas resumidas anteriormente y descritas con mayor detalle a continuación son igualmente aplicables a los ejemplos de métodos y aparatos dados a conocer en el presente documento.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos ilustran realizaciones seleccionadas del objeto dado a conocer. En los dibujos, las etiquetas de referencia similares denotan características similares.

La figura 1 es un diagrama que ilustra una red LTE.

La figura 2 es un diagrama que ilustra un dispositivo de comunicación inalámbrica.

La figura 3 es un diagrama que ilustra un nodo de acceso de radio.

La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método de funcionamiento de un nodo de red.

La figura 5 es un diagrama que ilustra un método de funcionamiento de un nodo de red.

La figura 6 es un diagrama esquemático de un ejemplo de recurso físico de enlace descendente de multiplexación por división ortogonal de la frecuencia (OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing, en inglés).

5 La figura 7 es un diagrama esquemático de una estructura de dominio del tiempo de OFDM de ejemplo.

La figura 8 es un diagrama esquemático de una subtrama de enlace descendente de OFDM de ejemplo.

La figura 9 es un diagrama de bloques funcional de una operación de multiplexación espacial.

La figura 10 es una ilustración gráfica de cuadrículas de elementos de recurso de ejemplo sobre un par de RB.

La figura 11 es una ilustración gráfica de una matriz de antenas de ejemplo y su diseño de puerto correspondiente.

10 La figura 12 es una ilustración gráfica de un esquema de numeración de ejemplo para puertos de antena.

La figura 13 es un diagrama de señalización de ejemplo entre un nodo de acceso de radio de una red de comunicaciones inalámbricas y un dispositivo de comunicación inalámbrica.

La figura 14 es otro ejemplo de diagrama de señalización entre un nodo de acceso de radio de una red de comunicación inalámbrica y un dispositivo de comunicación inalámbrica.

15 La figura 15 es una ilustración gráfica de un símbolo OFDM que tiene seis unidades de CSI-RS en un PRB.

La figura 16 es una ilustración gráfica de dos tamaños de intervalo de NR diferentes y la ubicación de ejemplo de las unidades de CSI-RS en el mismo.

La figura 17 es una ilustración gráfica de diversas configuraciones de asignación de recursos en las que se pueden agregar unidades de CSI-RS.

20 La figura 18 es una ilustración gráfica de diversas asignaciones de número de puerto de ejemplo que corresponden a las configuraciones de asignación de recursos de la figura 17.

La figura 19 es una ilustración gráfica de dos patrones o estructuras de peine posibles, resultantes de un submuestreo de un recurso de CSI-RS agregado.

25 La figura 20 es una ilustración gráfica de otro patrón o estructura de peine posible, resultante de un submuestreo de un recurso de CSI-RS agregado.

La figura 21 es una ilustración gráfica de dos tamaños de intervalo de NR diferentes y la ubicación de ejemplo de las unidades de CSI-RS en los mismos cuando se utilizan dos mapas de bits para indicar combinaciones de CSI-RS.

La figura 22 es un diagrama de flujo que ilustra un método de funcionamiento de un nodo de red.

La figura 23 es una ilustración gráfica de un aparato de nodo de red virtual.

30 La figura 24 es un diagrama de flujo que ilustra un método de funcionamiento de un dispositivo inalámbrico.

La figura 25 es una ilustración gráfica de un aparato de dispositivo inalámbrico virtual.

La figura 26 es una ilustración gráfica de un entorno de virtualización de ejemplo.

La figura 27 es una ilustración gráfica de una red de telecomunicaciones conectada a través de una red intermedia a un ordenador central.

35 La figura 28 es una ilustración gráfica de un ordenador central que se comunica a través de una estación base con un equipo de usuario a través de una conexión parcialmente inalámbrica.

La figura 29 es un diagrama de flujo que ilustra un método implementado en un sistema de comunicación que incluye un ordenador central, una estación base y un equipo de usuario.

40 La figura 30 es un diagrama de flujo que ilustra otro método implementado en un sistema de comunicación que incluye un ordenador central, una estación base y un equipo de usuario.

Descripción detallada

La siguiente descripción presenta diversas realizaciones del objeto dado a conocer. Estas realizaciones se presentan como ejemplos explicativos, y no deben ser interpretadas como limitativas del alcance del objeto dado a conocer. Por ejemplo, ciertos detalles de las realizaciones descritas pueden ser modificados, omitidos o ampliados sin apartarse del alcance del objeto descrito. En la siguiente descripción, la invención se describe con referencia a las figuras 22 a 25, mientras que la descripción de las otras figuras proporciona información útil para comprender la invención.

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.

Nodo de control: Tal como se utiliza en el presente documento, un "nodo de control" es un nodo de acceso de radio o un dispositivo inalámbrico utilizado para gestionar, controlar o configurar otro nodo.

Nodo de acceso de radio: Tal como se utiliza en el presente documento, un "nodo de acceso 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, un Nodo B mejorado o evolucionado (eNB) en una red de Evolución a Largo Plazo (LTE – Long Term Evolution, en inglés) del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP - Third Generation Partnership Project, en inglés), 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.

Nodo de red central: Tal como se utiliza en el presente documento, un "nodo de red central" es cualquier tipo de nodo en una red central (CN – Core Network, en inglés). Algunos ejemplos de un nodo de red central incluyen, por ejemplo, una entidad de gestión de la movilidad (MME - Mobility Management Entity, en inglés), un centro de localización de móviles de servicio evolucionado (E-SMLC - Evolved-Serving Mobile Location Center, en inglés), una puerta de enlace (P-GW) de red de datos en paquetes (PDN – Packet Data Network, en inglés) (P-GW – PDN GateWay, en inglés, una función de exposición de capacidad de servicio (SCEF - Service Capability Exposure Function, en inglés) o similares.

Dispositivo inalámbrico: Tal como se utiliza en el presente documento, un "dispositivo inalámbrico" es cualquier tipo de dispositivo que es capaz de transmitir y/o recibir señales de manera inalámbrica hacia/desde otro dispositivo inalámbrico o hacia/desde un nodo de red en una red de comunicaciones celulares, para obtener acceso a (es decir, ser atendido por) la red de comunicaciones celulares. Algunos ejemplos de dispositivos inalámbricos incluyen, entre otros, un equipo de usuario (UE – User Equipment, en inglés) en una red 3GPP, un dispositivo de comunicación de tipo de máquina (MTC – Machine Type Communication, en inglés), un dispositivo de NB-IoT, un dispositivo de FeMTC, etc

Nodo de red: Tal como se utiliza en el presente documento, un "nodo de red" es cualquier nodo que forma parte de la red de acceso de radio o de la CN de una red/sistema de comunicaciones celulares o un nodo de equipo de prueba.

Señalización: Tal como se utiliza en el presente documento, "señalización" comprende cualquiera de: señalización de capa superior (por ejemplo, a través de control de recursos de radio(RRC - Radio Resource Control, en inglés) o similar), señalización de capa inferior (por ejemplo, a través de un canal físico de control o un canal de difusión), o una combinación de los mismos. La señalización puede ser implícita o explícita. La señalización puede ser, además, de unidifusión, multidifusión o difusión. La señalización también puede ser directamente a otro nodo o a través de un tercer nodo.

Las diferencias entre LTE y NR impulsan un diseño para CSI-RS que es muy flexible en términos de densidad de recursos de CSI-RS, tanto en las dimensiones de tiempo como de frecuencia. Por ejemplo, para grandes separaciones entre subportadoras (por ejemplo, 240 kHz), es necesario tener una densidad significativamente mayor en el dominio de la frecuencia que para la separación nominal entre subportadoras de 15 kHz, para mantener muestras separadas de manera similar del canal selectivo de frecuencia. Por otro lado, para fines de gestión de haces, a menudo es necesario tener una densidad de frecuencia bastante libre. Por lo tanto, lo que se necesita para NR es una densidad muy flexible y configurable/controlable para adaptarse a una amplia gama de casos de uso. Esta alta flexibilidad falta en el diseño de CSI-RS de LTE.

Un diseño de CSI-RS con una densidad de puertos de antena de CSI-RS altamente flexible/controlable es deseable para NR. Según algunas de las técnicas dadas a conocer actualmente, la densidad puede ser controlada de una o ambas maneras generales:

1) La red puede configurar el número de puertos asignados a un recurso de CSI-RS agregado. Menos puertos asignados a un recurso se traducen en una mayor densidad de puertos, y viceversa.

2) El submuestreo de la CSI-RS agregada en el dominio de la frecuencia es configurable por la red. El aumento del submuestreo de un recurso se traduce en una menor densidad de puertos, y viceversa.

Una densidad de puertos de CSI-RS flexible/controlable permite que un solo marco de CSI-RS se adapte fácilmente para adaptarse a una amplia gama de casos de uso y escenarios de despliegue necesarios para NR. Las dos características de control generales anteriores pueden ser utilizadas individualmente o en conjunto, para adaptarse al escenario de interés. Tal flexibilidad mejora el rendimiento del sistema de NR en todas las separaciones entre

subportadoras y frecuencias de portadora operativas, tanto para la conformación de haz analógico como para las interfaces del lado de usuario digitales.

Según algunas realizaciones de las técnicas dadas a conocer actualmente, un "componente" o "unidad" de CSI-RS básico puede ser definido como dos elementos de recurso (RE) adyacentes contenidos dentro de un símbolo de OFDM en un intervalo. Los ejemplos descritos en el presente documento utilizan esta definición de un componente de CSI-RS, pero las realizaciones de la invención no están limitadas a esta definición. Por ejemplo, un componente de CSI-RS puede ser definido para incluir más o menos RE, por ejemplo, cuatro RE adyacentes contenidos dentro de un símbolo de OFDM, o dos RE adyacentes contenidos dentro de dos símbolos de OFDM adyacentes. Las realizaciones descritas en el presente documento con componentes más pequeños pueden adaptarse adecuadamente para albergar tales componentes más grandes sin pérdida de las ventajas descritas en el presente documento. La utilización de componentes de CSI-RS, sea cual sea su tamaño particular, facilita un enfoque modular, que, a continuación, puede ser ampliado para soportar diversas necesidades y casos de uso de un despliegue de NR. Una ventaja técnica de que la unidad básica sea dos RE adyacentes en frecuencia, por ejemplo, pero en el mismo símbolo, en comparación con el enfoque diferente utilizado en LTE, es una mayor flexibilidad para superponerlos con otras señales de referencia, tal como la nueva señal de referencia de seguimiento diseñada para la NR

Las unidades de CSI-RS pueden ser agregadas para formar un recurso de CSI-RS. El recurso de CSI-RS es señalado desde la red (gNB, eNB, TRP, ...) al UE, y el UE, a continuación, realiza mediciones de CSI en este recurso de CSI-RS, y el UE retroalimenta los informes de medición de CSI a la red. A continuación, la red utiliza esta información para la adaptación del enlace y/o la selección de haces y/o la gestión de haces.

La figura 13 muestra un diagrama de señalización entre un nodo de acceso de radio de una red de comunicaciones inalámbricas (denominado "Red/gNB") y un dispositivo de comunicación inalámbrica (denominado "Terminal/UE") en el que la red configura los recursos de CSI-RS para la retroalimentación y transmite la CSI-RS al dispositivo de comunicación inalámbrica/UE. A continuación, se realizan mediciones en el UE y se envía un informe de CSI, como retroalimentación, a la red. A continuación, los datos pueden ser transmitidos desde el nodo de acceso de radio al dispositivo de comunicación inalámbrica, por ejemplo, basándose en un precodificador que se determina a partir de los informes de CSI.

La figura 14 muestra un diagrama de señalización similar. Sin embargo, en la figura 14, también se representa una configuración de la gestión de haces, en la que el dispositivo de comunicación inalámbrica selecciona haces. Más particularmente, el recurso de CSI-RS contiene N puertos que se dividen en B haces, de modo que cada haz tenga N/B puertos. El dispositivo de comunicación inalámbrica selecciona el subconjunto deseado de N/B puertos, es decir, el haz, para ser utilizado para la retroalimentación de CSI.

La figura 15 muestra un símbolo de OFDM en un intervalo que tiene seis unidades de CSI-RS que caben dentro de un PRB (12 subportadoras). Cada color diferente representa una unidad diferente. Se puede utilizar un mapa de bits de longitud 6 para indicar desde la red al UE si cada una de las unidades o combinaciones (agregaciones) de unidades forman parte o no de un recurso de CSI-RS. Los valores de mapa de bits para cada unidad de CSI-RS individual se muestran en la Tabla 1 que sigue.

Tabla 1: Valores de mapa de bits para cada unidad de CSI-RS individual

Unidad de CSI-RS	Mapa de bits de longitud 6
0	100000
1	010000
2	001000
3	000100
4	000010
5	000001

Las realizaciones de las técnicas dadas a conocer actualmente no están limitadas a la utilización de un mapa de bits de longitud 6 tal como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, si una unidad de CSI-RS abarca más de dos subportadoras y/o más de un símbolo, la longitud del mapa de bits puede ser reducida (por ejemplo, un mapa de bits de longitud 3 para unidades de CSI-RS que abarcan cuatro subportadoras). Por lo tanto, un número de bits en el mapa de bits puede depender de, por ejemplo, ser inversamente proporcional al número de subportadoras en la unidad. Adicionalmente, si se permite que una unidad de CSI-RS tenga un índice de subportadora inicial (o ubicación de anclaje) colocado en una cuadrícula más fina que cada segunda subportadora, por ejemplo, cualquier subportadora, entonces la longitud del mapa de bits podría ser mayor de seis. En este caso, sería necesario limitar el número de combinaciones de mapas de bits para tener en cuenta el hecho de que las unidades no pueden ser superpuestas.

Tal como se muestra en la figura 15, en la que los índices de bits se muestran en el lado derecho de la figura, cada bit en el mapa de bits corresponde de manera única a un índice de subportadora, de tal manera que un bit establecido en el mapa de bits indica que un componente ubicado en un índice de subportadora correspondiente al bit establecido forma parte de la combinación de uno o más componentes utilizados para el recurso de señal de referencia. La ubicación de las unidades de CSI-RS dentro de un intervalo se describe en las especificaciones mediante las "ubicaciones de anclaje" enumeradas en la Tabla 2 que sigue. En cada fila de esta tabla, el primer valor de la ubicación del anclaje indica un índice de subportadora, y el segundo valor 'x' indica un índice de símbolo de OFDM, donde $x = \{0, 1, 2, \dots, 6\}$ en el caso de un intervalo de 7 símbolos y $x = \{0, 1, 2, \dots, 13\}$ para el caso de un intervalo de 14 símbolos. En la figura 16 se muestran ubicaciones de ejemplo para un intervalo de PRB de 14 símbolos, donde $x = 10$. En los ejemplos explicados en el presente documento, se dice que un componente que comienza en un índice de subportadora está ubicado en ese índice de subportadora. Sin embargo, se contemplan otras realizaciones en las que la ubicación de un componente está referenciada por el índice de subportadora en el que termina el componente. Por lo tanto, un componente que está ubicado en un índice de subportadora puede comenzar en el índice de subportadora o terminar en el índice de subportadora.

Tabla 2: Ubicaciones del anclaje para unidades de CSI-RS

Unidad de CSI-RS	Ubicación del anclaje
0	(11, x)
1	(9, x)
2	(7, x)
3	(5, x)
4	(3, x)
5	(1, x)

Un recurso de CSI-RS se define como una agregación de una o más unidades de CSI-RS y, además, también con una asignación de puerto que también se señala desde la red al UE. Además, un recurso de CSI-RS también puede incluir los bloques de recursos para los que es válido el recurso de CSI-RS. En algunos casos, la CSI-RS no abarca todo el ancho de banda del sistema, sino solo un ancho de banda parcial. Téngase en cuenta que las figuras que se muestran en la presente solicitud solo muestran uno o dos RB, pero estos patrones de RB se pueden repetir en todo el conjunto configurado de RB (normalmente, todo el ancho de banda del sistema o el ancho de banda para el que el UE soporta mediciones de CSI).

En las dos subsecciones siguientes, se describe la parte de agregación flexible seguida de la parte de asignación flexible de puertos. Conjuntamente, estas comprenden un aspecto de varias realizaciones de las técnicas y aparatos dados a conocer actualmente. Otro aspecto de algunas realizaciones (submuestreo flexible de recursos) se describe en la 3ª subsección.

Agregación flexible de recursos

Un recurso de CSI-RS en varias realizaciones de la presente invención se define como la agregación flexible de (a) unidades de recursos por símbolo de OFDM y (b) símbolos de OFDM más una asignación de puerto al recurso agregado. Es posible que la definición de CSI-RS también incluya el conjunto soportado de múltiples RB sobre los que se extiende este puerto de CSI-RS.

Para (b), los símbolos de OFDM agregados pueden ser contiguos/adyacentes o no contiguos. Para facilitar la explicación, se supone que los símbolos de OFDM que componen el recurso están contenidos dentro del mismo intervalo. Sin embargo, en algunas realizaciones pueden abarcar más de un intervalo. Un caso de uso para símbolos de OFDM no contiguos en un recurso de CSI-RS dentro de un intervalo puede ser soportar la estimación y el seguimiento de errores de frecuencia para el UE (que requiere cierta separación temporal entre las señales de referencia, para mayor precisión).

La figura 17 muestra agregaciones a modo de ejemplo para el caso de 1, 2 y 4 símbolos de OFDM contiguos. El mapa de bits en la parte superior de cada recuadro indica las unidades de CSI-RS que forman la base de la agregación por símbolo de OFDM. Por ejemplo, el mapa de bits 110011 indica que la agregación se forma a partir de 4 unidades de CSI-RS diferentes: 1 (las dos subportadoras superiores en cada símbolo de OFDM), 2 (las dos subportadoras siguientes), 5 (el par de subportadoras justo por encima de las dos subportadoras inferiores) y 6 (las dos subportadoras inferiores). La ubicación del símbolo de OFDM para un recurso de CSI-RS de 1 símbolo se puede especificar mediante un índice de símbolo l_0 . Para un recurso de CSI-RS de 2 símbolos contiguos o de 4 símbolos contiguos, los símbolos pueden estar limitados a ser siempre adyacentes, en cuyo caso las ubicaciones de los símbolos se especifican mediante los índices de símbolos l_0 e l_0+1 , para un recurso de CSI-RS de 2 símbolos, o los índices de símbolo l_0 , l_0+1 , l_0+2 , e l_0+3 para un recurso de CSI-RS de 4 símbolos. La red puede configurar el dispositivo inalámbrico que recibe el mapa de bits para reconocer a cuántos símbolos adyacentes se aplica el mapa de bits.

Aunque las unidades de CSI-RS que forman la base para el recurso de CSI-RS pueden abarcar 1, 2 o 4 índices de símbolos contiguos, se utiliza un solo mapa de bits para indicar qué índices de subportadora forman parte de la combinación de unidades de CSI-RS en cada índice de símbolo, tal como se muestra en los ejemplos de la figura 17 con agregaciones de 2 y 4 símbolos. Mediante la utilización de un solo mapa de bits para indicar la combinación de uno o más componentes ubicados en cada uno de los múltiples índices de símbolos, se reduce el exceso de señalización.

Con tales agregaciones de recursos que abarcan tanto el tiempo (símbolos de OFDM) como la frecuencia (subportadoras, es decir, unidades), en algunas realizaciones, se pueden aplicar códigos de cobertura ortogonales (OCC) tal como en LTE dentro de unidades de CSI-RS y/o entre las mismas. La utilización de OCC es útil para captar más energía por puerto si se aplican a lo largo del tiempo. Si se aplican a través de la frecuencia, se puede aplicar un mayor aumento de potencia de CSI-RS sin infringir un umbral fijo de potencia en la relación de potencia máxima con respecto a media entre los elementos de recurso.

En algunas realizaciones, las unidades de CSI-RS de un recurso de CSI-RS pueden estar ubicadas en dos ubicaciones de anclaje de índice de símbolo diferentes de un intervalo, y las unidades de CSI-RS en cada ubicación de anclaje pueden ser indicadas al UE con un mapa de bits diferente, por ejemplo, un primer mapa de bits, que indica las unidades de CSI-RS utilizadas en una primera ubicación de anclaje, y un segundo mapa de bits, que indica las unidades de CSI-RS utilizadas en una segunda ubicación de anclaje. La utilización de dos mapas de bits permite una mayor flexibilidad en la definición de un recurso de CSI-RS. Por ejemplo, los dos mapas de bits facilitan el ajuste por separado del recurso de CSI-RS en las dos ubicaciones de anclaje diferentes para adaptarse a otras posibles señales de referencia o canales físicos, ya sea para el mismo usuario o para diferentes usuarios. Además, las unidades de CSI-RS en cada ubicación de anclaje se pueden repetir en un índice de símbolo adyacente a la ubicación de anclaje. En otras palabras, cada ubicación de anclaje puede indicar al UE un par de índices de símbolos adyacentes utilizados para las unidades de CSI-RS al UE. Por lo tanto, se comunican dos mapas de bits desde la red al UE, correspondiendo cada mapa de bits a un par diferente de símbolos no adyacentes. Las ubicaciones de anclaje de los símbolos no adyacentes por parejas pueden ser especificadas mediante los índices de símbolo l_0 e l_1 , donde los índices l_1 e l_0 están separados entre sí por 2 o más índices para albergar un par de símbolos en cada ubicación de anclaje. Mapas de bits de ejemplo y asignaciones de número de puerto para cada par de símbolos de CSI-RS y ubicaciones de ejemplo para el par de símbolos de CSI-RS, designados por índices l_0 e l_1 , se muestran en la figura 21.

Asignación flexible de puertos

Para controlar la densidad de puertos en un recurso de CSI-RS agregado, se adopta un esquema de asignación flexible de puertos en algunas realizaciones de las técnicas dadas a conocer actualmente. Con este enfoque, un nodo de red puede asignar una cantidad variable de puertos a un recurso agregado dentro de un recurso de CSI-RS.

Si se asigna una pequeña cantidad de puertos a un recurso agregado más grande, se consigue una alta densidad de puertos, ya que cada puerto está representado en una gran cantidad de elementos de recurso. Esto es útil en el caso de una gran separación entre subportadoras. Por lo tanto, es posible controlar la densidad de puertos D (definida como el número de elementos de recurso por puerto por bloque de recursos) según el caso de uso con esta configuración.

En cada recuadro de la figura 17 se muestran varios ejemplos. Por ejemplo, en el 3^{er} recuadro de la izquierda en la fila inferior, se muestra la asignación de 4 puertos, 8 puertos y 16 puertos. En cada una de estas agregaciones existen 16 RE, por lo que la densidad de puertos, D , en los tres casos es de 4, 2 y 1 RE/puerto/PRB, respectivamente. En todos los casos en los que el número de puertos sea inferior al número de RE, la densidad de puertos será superior a 1 RE/puerto/PRB. Esto es beneficioso para separaciones entre subportadoras más grandes, con el fin de mantener muestras del canal separadas de manera similar en el dominio de la frecuencia en comparación con el caso si se utilizase una separación entre subportadoras más pequeña.

La figura 18 muestra asignaciones de número de puerto de ejemplo para varias de las asignaciones de recursos que se muestran en la figura 17. En una realización, los números de puerto se asignan primero a través de la frecuencia (unidades de CSI-RS) y, a continuación, a través del tiempo (símbolos de OFDM). Tal como se puede observar, un número de puerto determinado aparece D veces dentro del recurso, lo que concuerda con la definición de densidad de puerto en términos de RE/puerto/PRB.

Submuestreo flexible de recursos

En las dos subsecciones anteriores tituladas "Agregación flexible de recursos" y "Asignación flexible de puertos", se describen métodos para conseguir una densidad D flexible y controlable mayor o igual a 1 RE/puerto/PRB. En esta subsección, se describe un segundo aspecto de ciertas realizaciones mediante el cual se describe la reducción flexible de densidad capaz de producir densidades de menos de 1 RE/puerto/PRB ($D < 1$). Esto es útil con varios propósitos. Uno es para fines de gestión de haces, donde a menudo se utiliza un barrido de haz para encontrar la "dirección" del UE para su uso en futuras transmisiones de datos y el control de conformación de haces. Para este tipo de aplicación, es útil tener una densidad de CSI-RS relativamente escasa en la dimensión de la frecuencia. Una razón es que a menudo se utiliza conformación de haces analógicos (a altas frecuencias portadoras tales como 28 GHz) y, por lo tanto, el haz es de banda ancha y el RE correspondiente utilizado para un puerto de antena de CSI-RS se puede distribuir por todo el ancho de banda (velocidad de muestreo de baja frecuencia).

Otra aplicación para la densidad de CSI-RS libre es en escenarios en los que el canal varía de manera relativamente lenta en la dimensión de frecuencia, por lo tanto, no es necesario un muestreo frecuente en frecuencia. Un patrón más disperso puede conducir a velocidades máximas de transmisión de datos más altas, ya que hay más recursos disponibles para multiplexar símbolos de datos con los símbolos de CSI-RS.

5 La reducción de densidad flexible y controlable también para $D < 1$ se consigue en ciertas realizaciones de la invención mediante el submuestreo del recurso de CSI-RS agregado por un factor de submuestreo $SF = 1, 2, 3, 4, \dots$, donde $SF = 1$ significa que no hay submuestreo y $SF > 1$ significa que un símbolo de CSI-RS está ubicado como máximo cada SF subportadoras en el dominio de la frecuencia. El submuestreo da como resultado una estructura de "peine" de frecuencia en la que la separación de los dientes del peine es igual a SF .

10 La figura 19 muestra un peine de ejemplo para un recurso de 16 RE utilizando $SF = 2$ (se muestran dos desplazamientos de peine diferentes que son posibles para $SF = 2$). Si se asignan 16 puertos a este recurso agregado, entonces la utilización de $SF = 2$ da como resultado una densidad de $D = \frac{1}{2}$ que es menos de 1 RE/puerto/PRB, según se desee.

15 Cuando se utiliza una estructura de peine de este tipo, existen $SF-1$ posibilidades de introducir un desplazamiento de peine. En la figura 19 se muestran los dos patrones de peine posibles, uno sin desplazamiento y otro con valor de desplazamiento $O = 1$. La utilización de un desplazamiento de peine puede ser beneficiosa para asignar peines ortogonales a dos usuarios diferentes, otra motivación para la reducción de la densidad.

20 Téngase en cuenta que en la figura 19, el valor m es un índice de PRB donde m abarca un ancho de banda particular. Este puede ser todo el ancho de banda del sistema o una parte del mismo, por ejemplo, una banda parcial asignada a un usuario determinado. En este ejemplo, las unidades de CSI-RS abarcan dos PRB diferentes, ya que se utiliza el submuestreo con $SF = 2$. En general, el número de PRB que abarcan las unidades de CSI-RS es igual a SF .

25 Otro ejemplo más de submuestreo de recursos se muestra en la figura 20, donde el factor de submuestreo $SF = 4$ se utiliza en un patrón utilizando las 6 unidades de CSI-RS (mapa de bits = 111111) y se asignan 2 puertos. Con cero muestras entre las "franjas" en esta figura, el patrón se denomina acceso múltiple por división de frecuencia entrelazada (IFDMA – Interleaved Frequency Division Multiple Access, en inglés). Este tipo de patrón es útil para las operaciones de barrido de haces realizadas en el contexto de la gestión de haces. En el presente documento, se puede utilizar un haz de transmisión (Tx) eNB diferente en cada símbolo de OFDM. A continuación, dentro de cada símbolo de OFDM, el UE puede realizar un barrido de su haz de Rx 4 veces (igual a la SF), ya que el patrón de IFDMA crea una forma de onda periódica en el dominio del tiempo con un período = 4 dentro de cada símbolo de OFDM.

30 Alternativamente, el submuestreo puede ser realizado por PRB en lugar de por RE. Por ejemplo, si se utiliza un factor de submuestreo $SF = 2$, entonces los símbolos de CSI-RS están ubicados en cada segundo PRB y se consigue una densidad de CSI-RS de $D = \frac{1}{2}$. Además, se puede utilizar un desplazamiento de peine (en número de PRB) de manera similar a un peine de nivel de RE. Sin embargo, el desplazamiento del peine se mediría en número de PRB (1, ..., $SF-1$) en lugar del número de RE.

35 La utilización de las técnicas anteriores permite una definición muy flexible y escalable de un recurso de CSI-RS para NR que puede soportar una amplia gama de frecuencias portadoras (1-100 GHz), opciones de despliegue (conformación de haz digital o analógico). Por ejemplo, las realizaciones de las técnicas dadas a conocer actualmente permiten la definición del recurso de CSI-RS según uno o más de los siguientes aspectos:

1. Unidades de recursos agregados en el dominio de la frecuencia (un símbolo de OFDM)

40 a. Descrito por un mapa de bits de longitud 6 que indica una combinación particular de unidad 1, 2, 3, 4, 5 y 6

2. Unidades de recursos agregados en el dominio del tiempo

a. Índices de símbolos de OFDM sobre los cuales agregar

3. Número de puertos asignados al recurso agregado

4. Factor de submuestra $SF = 1, 2, 3, 4, \dots$ y desplazamiento de peine = 0, 1, ..., $SF-1$

45 5. Una banda de frecuencia para la que se asigna el recurso de CSI-RS (banda parcial, banda completa)

6. Configuración de OCC (si se utiliza)

Las realizaciones descritas pueden ser implementadas en cualquier tipo apropiado de sistema de comunicación que soporte cualquier estándar de comunicación adecuado y utilice cualquier componente adecuado. Como ejemplo, se pueden implementar ciertas realizaciones en una red LTE, tal como la ilustrada en la figura 1.

50 Haciendo referencia a la figura 1, una red de comunicación 100 comprende una pluralidad de dispositivos de comunicación inalámbrica 105 (por ejemplo, UE convencionales, UE de comunicación de tipo máquina [MTC]/máquina a máquina [M2M]) y una pluralidad de nodos 110 de acceso de radio (por ejemplo, eNB u otras estaciones base).

La red de comunicación 100 está organizada en celdas 115, que están conectadas a una red central 120 a través de los correspondientes nodos 110 de acceso de radio. Los nodos 110 de acceso de radio son capaces de comunicarse con dispositivos de comunicación inalámbrica 105 junto con cualquier elemento adicional adecuado para soportar la comunicación entre dispositivos de comunicación inalámbrica, o entre un dispositivo de comunicación inalámbrica y otro dispositivo de comunicación (tal como un teléfono fijo).

Aunque los dispositivos 105 de comunicación inalámbrica pueden representar dispositivos de comunicación que incluyen cualquier combinación adecuada de hardware y/o software, estos dispositivos de comunicación inalámbrica pueden, en ciertas realizaciones, representar dispositivos tales como un dispositivo de comunicación inalámbrica de ejemplo ilustrado con mayor detalle en la figura 2. De manera similar, aunque el nodo de acceso de radio ilustrado puede representar nodos de red que incluyen cualquier combinación adecuada de hardware y/o software, estos nodos pueden, en realizaciones particulares, representar dispositivos tales como el nodo de acceso de radio de ejemplo ilustrado con mayor detalle en la figura 3.

Haciendo referencia a la figura 2, un dispositivo de comunicación inalámbrica 200 comprende un procesador 205, una memoria, un transceptor 215 y una antena 220. En determinadas realizaciones, algunas o todas las funciones descritas como proporcionadas por dispositivos UE, MTC o M2M, y/o cualquier otro tipo de dispositivo de comunicación inalámbrica pueden ser proporcionadas por el procesador del dispositivo que ejecuta instrucciones almacenadas en un medio legible por ordenador, tal como la memoria que se muestra en la figura 2. Algunas realizaciones alternativas pueden incluir componentes adicionales, además de los que se muestran en la figura 2, que pueden ser responsables de proporcionar determinados aspectos de la funcionalidad del dispositivo, incluida cualquiera de las funciones descritas en el presente documento y, en particular, en la figura 24. Se apreciará que el procesador 205 de dispositivo puede comprender uno o más microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales, y similares, estando configurados estos uno o más elementos de procesamiento para ejecutar el código de programa almacenado en la memoria 210, para controlar el transceptor 215 y para ejecutar todas o algunas de las funciones descritas en el presente documento, y pueden incluir, en algunas realizaciones, lógica digital con codificación de manera rígida que lleva a cabo toda o una parte de la funcionalidad descrita en el presente documento, por ejemplo, incluyendo las etapas de proceso mostradas en la figura 24. El término "circuito de procesamiento" se utiliza en el presente documento para referirse a cualquiera de estas combinaciones de elementos de procesamiento.

Haciendo referencia a la figura 3, un nodo 300 de acceso de radio comprende un procesador 305 de nodo, una memoria 310, una interfaz 315 de red, un transceptor 320 y una antena 325. De nuevo, se apreciará que el procesador de nodo 305 puede comprender uno o más microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales y similares, estando configurados estos uno o más elementos de procesamiento para ejecutar el código de programa almacenado en la memoria 310, para controlar el transceptor 320 y la red 315, y para ejecutar todas o algunas de las funciones descritas en el presente documento, y puede incluir, en algunas realizaciones, lógica digital con codificación de manera rígida que lleva a cabo todas o algunas de las funciones descritas en el presente documento. Esta funcionalidad incluye, por ejemplo, las operaciones mostradas en los diagramas de flujo de las figuras 4, 5 y 22. El término "circuito de procesamiento" se utiliza en el presente documento para referirse a cualquiera de estas combinaciones de elementos de procesamiento.

Por lo tanto, en determinadas realizaciones, algunas o todas las funciones descritas como proporcionadas por una estación base, un nodo B, un enodoB y/o cualquier otro tipo de nodo de red pueden ser proporcionadas por el procesador 305 de nodo que ejecuta instrucciones almacenadas en un medio legible por ordenador, tal como la memoria 310 que se muestra en la figura 3. De nuevo, esta funcionalidad incluye, por ejemplo, las operaciones que se muestran en los diagramas de flujo de las figuras 4, 5 y 22. Las realizaciones alternativas del nodo 300 de acceso de radio pueden comprender componentes adicionales para proporcionar funcionalidad adicional, tal como la funcionalidad descrita en el presente documento y/o la funcionalidad de soporte relacionada.

La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método 400 de ejemplo para hacer funcionar un nodo de red (por ejemplo, un nodo 110 de acceso de radio). El método 400 comprende una etapa 405 en la que se agrega un recurso de señal de referencia en uno o más dominios de frecuencia y tiempo. El método comprende, además, una etapa 410 en la que se ajusta una característica de densidad del recurso de señal de referencia agregada que se va a transmitir al uno o más dispositivos inalámbricos (105). El método comprende, además, una etapa 415 en la que se transmite una señal de referencia a cada uno de los uno o más dispositivos (105) inalámbricos, utilizando el recurso de señal de referencia agregado con la característica de densidad ajustada. El método aún puede comprender, además, en algunas realizaciones, señalar una indicación del recurso de señal de referencia agregado con la característica de densidad para uno o más dispositivos (105) inalámbricos.

La figura 5 ilustra otro diagrama de flujo, mostrando este diagrama de flujo un método 500 de ejemplo, en un nodo (110) de red de una red de comunicación inalámbrica, de configuración selectiva de recursos de señal de referencia de densidad variable utilizados para transmitir señales de referencia para la medición por un dispositivo inalámbrico en la red de comunicaciones inalámbricas, según una o más de las técnicas descritas en el presente documento.

Tal como se observa en el bloque 510, el método ilustrado comprende seleccionar una agregación de recursos de entre una pluralidad de agregaciones de recursos, donde cada una de la pluralidad de agregaciones de recursos diferentes tiene un número diferente de unidades de recursos, y comprende un primer número i de símbolos de OFDM

que transportan unidades de recursos dentro de cada intervalo de transmisión, y un segundo número j de unidades de recursos por cada uno del primer número de símbolos de OFDM, por cada uno o más bloques de recursos. Cada bloque de recursos comprende un número predeterminado de subportadoras en el dominio de la frecuencia y abarca un intervalo de transmisión en el dominio del tiempo.

5 Tal como se observa en el bloque 520, el método comprende, además, seleccionar un tercer número p de puertos, entre los que se asignan las unidades de recursos dentro de cada bloque de recursos. Con la realización de las etapas que se muestran en los bloques 510 y 520, tal como se ha descrito anteriormente, se configura de ese modo una configuración de recursos de señal de referencia que tiene una densidad de puertos de señal de referencia D por bloque de recursos.

10 Tal como se observa en el bloque 540, el método comprende, además, transmitir, para cada uno de los p puertos, una señal de referencia al dispositivo inalámbrico en al menos un intervalo de transmisión, utilizando las unidades de recursos asignadas al puerto respectivo en la pluralidad de bloques de recursos. En algunas realizaciones, el método puede comprender, además, señalar una indicación de la configuración de recursos de la señal de referencia al dispositivo inalámbrico, tal como se muestra en el bloque 530.

15 En algunas realizaciones, las unidades de recursos mencionadas anteriormente consisten, cada una, en dos elementos de recurso de OFDM adyacentes. En algunas realizaciones, el primer número i de símbolos OFDM dentro de cada intervalo de transmisión, son contiguos.

En algunas realizaciones, transmitir la señal de referencia para cada uno de los puertos p comprende aplicar un código de cobertura ortogonal a una secuencia de señal predeterminada antes de transmitir la señal de referencia. En algunas realizaciones, el método comprende, además, seleccionar un factor de submuestreo SF de entre una pluralidad de factores de submuestreo, correspondiendo cada factor de submuestreo a una separación mínima diferente de símbolos de señal de referencia en el dominio de la frecuencia, definiendo de este modo una configuración de señal de referencia de densidad reducida que tiene una densidad de puerto de señal de referencia D' reducida por bloque de recursos, donde $D' = D/SF$. En estas realizaciones, transmitir la señal de referencia al dispositivo inalámbrico en al menos un intervalo de transmisión comprende transmitir las señales de referencia según la configuración de señal de referencia de densidad reducida.

La figura 22 es un diagrama de flujo que ilustra otro método 2200 de hacer funcionar un nodo de red. El método 2200 comprende una etapa S2205 en la que se obtiene una combinación de una o más unidades o componentes que se van a utilizar para un recurso de señal de referencia. La combinación puede ser obtenida basándose en uno o más criterios y/o reglas predeterminadas que incluyen, por ejemplo, una característica de densidad deseada del recurso de señal de referencia, una cantidad de puertos configurados para uno o más dispositivos inalámbricos mediante los que se utilizará el recurso de señal de referencia. Tal como se explicó anteriormente, esta obtención comprende agregar uno o más componentes a través de dos o más bloques de recursos físicos, para formar el recurso de señal de referencia. Esta agregación se puede realizar de manera que haya uno o varios RE por puerto, por PRB entre los PRB utilizados para transportar la señal de referencia. El método comprende, además, una etapa S2210 en la que la combinación de uno o más componentes en uno o más bloques de recursos físicos que se van a utilizar para el recurso de señal de referencia es indicada a uno o más dispositivos (105) inalámbricos.

En algunas realizaciones del método ilustrado de manera general en la figura 22, cada bloque de recursos físicos abarca una pluralidad de subportadoras, e indicar la combinación de uno o más componentes incluye indicar uno o más índices de subportadora. En algunas realizaciones, uno o más índices de subportadora se indican para uno o más dispositivos inalámbricos utilizando uno o más mapas de bits. En algunas de estas realizaciones, cada bit en el mapa de bits corresponde de manera única a un índice de subportadora, de tal manera que un bit establecido en el mapa de bits indica que un componente ubicado en un índice de subportadora correspondiente al bit establecido forma parte de la combinación de uno o más componentes utilizados para el recurso de señal de referencia. En algunas realizaciones, el número de bits en cada uno o más mapas de bits depende del número de subportadoras en un componente. En algunas realizaciones, el número de bits en cada uno o más mapas de bits puede ser la mitad del número de subportadoras en el PRB, por ejemplo.

En algunas realizaciones, cada uno de los componentes corresponde a dos o más subportadoras, siendo las dos o más subportadoras de cada componente adyacentes en frecuencia. En algunas de estas realizaciones, cada componente también puede corresponder a dos o más símbolos adyacentes.

El recurso de señal de referencia en el método anterior puede ser un recurso de CSI-RS, en algunas realizaciones. Este recurso de CSI-RS puede ser utilizado por uno o más dispositivos inalámbricos para realizar mediciones de CSI, por ejemplo. En algunas realizaciones, el recurso de señal de referencia se utiliza para realizar al menos una de las siguientes: adaptación del enlace para uno o más dispositivos inalámbricos y gestión de haces para uno o más dispositivos inalámbricos. Esta gestión de haces puede incluir la selección de haces, tal como la selección de un haz de transmisión transmitido por un nodo de red y/o un haz de recepción recibido por un dispositivo inalámbrico.

La figura 23 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un aparato 2300 en una red inalámbrica (por ejemplo, la red inalámbrica que se muestra en la figura 1). El aparato puede ser implementado en un nodo de red (por ejemplo, el nodo de red 110 que se muestra en la figura 1). El aparato 2300 se puede hacer funcionar para llevar a cabo el método de ejemplo descrito con referencia a la figura 22 y, posiblemente, cualquier otro proceso o método descrito en el presente documento. También se debe comprender que el método de la figura 22 no necesariamente es llevado a cabo solo por el aparato 2300. Al menos algunas operaciones del método pueden ser realizadas por una o más entidades.

El aparato 2300 virtual puede comprender circuitos 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. El circuito de procesamiento puede ser configurado 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, una memoria caché, 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 descritas en el presente documento, en varias realizaciones. En algunas implementaciones, el circuito de procesamiento puede ser utilizado para realizar la funcionalidad de obtener la unidad 2305 y la unidad 2310 de indicación, y cualquier otra unidad adecuada del aparato 2300, para realizar las funciones correspondientes, según una o más realizaciones de la presente invención.

Tal como se ilustra en la figura 23, el aparato 2300 incluye la unidad de obtención 2305 y la unidad de indicación 2310. La unidad de obtención 2305 está configurada para obtener una combinación de una o más unidades o componentes que se utilizarán para un recurso de señal de referencia, y la unidad 2310 de indicación está configurada para indicar la combinación de uno o más componentes en uno o más bloques de recursos físicos que van a ser utilizados para el recurso de señal de referencia para uno o más dispositivos (105) inalámbricos.

La figura 24 es un diagrama de flujo que ilustra un método 2400 de hacer funcionar un dispositivo inalámbrico. El método 2400 comprende una etapa S2405 en la que se recibe una indicación, desde un nodo de red, de una combinación de uno o más componentes contenidos en uno o más bloques de recursos físicos de un intervalo. El método comprende, además, una etapa S2410 en la que se utiliza la combinación indicada de uno o más componentes para un recurso de señal de referencia.

En algunas realizaciones, la combinación indicada consta de un RE por puerto, por bloque de recursos físicos del uno o más bloques de recursos físicos del intervalo. En algunas realizaciones, cada bloque de recursos físicos abarca una pluralidad de subportadoras, y la indicación de la combinación de uno o más componentes incluye una indicación de uno o más índices de subportadora. En algunas de estas últimas realizaciones, la indicación de uno o más índices de subportadora puede incluir uno o más mapas de bits. El número de bits en cada uno o más mapas de bits puede depender del número de subportadoras en un componente. En algunas realizaciones, cada bit en el mapa de bits corresponde de manera única a un índice de subportadora, de tal manera que un bit establecido en el mapa de bits indica que un componente ubicado en un índice de subportadora correspondiente al bit establecido forma parte de la combinación de uno o más componentes utilizados para el recurso de la señal de referencia. En algunas de estas realizaciones, el número de bits en cada uno o más mapas de bits es la mitad del número de subportadoras en el bloque de recursos físicos.

En algunas realizaciones, cada uno de los componentes corresponde a dos o más subportadoras, siendo las dos o más subportadoras de cada componente adyacentes en frecuencia. En algunas de estas realizaciones, cada componente también puede corresponder a dos o más símbolos adyacentes.

El recurso de señal de referencia en el método anterior puede ser un recurso de CSI-RS, en algunas realizaciones. Este recurso de CSI-RS puede ser utilizado por uno o más dispositivos inalámbricos para realizar mediciones de CSI, por ejemplo. En algunas realizaciones, el recurso de señal de referencia se utiliza para realizar al menos una de las siguientes: adaptación del enlace para uno o más dispositivos inalámbricos y gestión de haces para uno o más dispositivos inalámbricos. Esta gestión de haces puede incluir la selección de haces, tal como la selección de un haz de transmisión transmitido por un nodo de red y/o un haz de recepción recibido por el dispositivo inalámbrico.

La figura 25 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un aparato 2500 en una red inalámbrica (por ejemplo, la red inalámbrica que se muestra en la figura 1). El aparato puede ser implementado en un dispositivo inalámbrico (por ejemplo, el dispositivo 105 inalámbrico que se muestra en las figuras 1 y 2). El aparato 2300 se puede hacer funcionar para llevar a cabo los métodos de ejemplo descritos con referencia a las figuras 4, 5 y 24, y posiblemente, cualquier otro proceso o método descrito en el presente documento. También se debe comprender que el método de la figura 24 no necesariamente lo lleva a cabo únicamente el aparato 2500. Al menos algunas operaciones del método pueden ser realizadas por una o más entidades.

El aparato 2500 virtual puede comprender circuitos de procesamiento, que pueden incluir uno o más microprocesadores o microcontroladores, así como otro hardware digital, que puede incluir procesadores de señales digitales (DSP), lógica digital de propósito especial y similares. El circuito de procesamiento puede ser configurado 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), una memoria de acceso aleatorio, una memoria caché, 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 descritas en el presente documento, en varias realizaciones. En algunas implementaciones, el circuito de procesamiento puede ser utilizado para realizar la funcionalidad de la unidad 2505 de recepción y la unidad 2510 de utilización, y cualquier otra unidad adecuada del aparato 2500 para realizar las funciones correspondientes según una o más realizaciones de la presente invención.

Tal como se ilustra en la figura 25, el aparato 2500 incluye la unidad 2505 de recepción y la unidad 2510 de utilización. La unidad de recepción 2505 está configurada para recibir una indicación, desde un nodo de red, de una combinación de uno o más componentes contenidos en uno o más bloques de recursos físicos de un intervalo. La unidad 2510 de utilización está configurada para utilizar la combinación indicada de uno o más componentes para un recurso de señal de referencia.

El término unidad puede tener un significado convencional en el sector de la electrónica, de los dispositivos eléctricos y/o de los dispositivos electrónicos y puede incluir, por ejemplo, circuitos eléctricos y/o electrónicos, dispositivos, módulos, procesadores, memorias, dispositivos lógicos de estado sólido y/o dispositivos discretos, programas informáticos o instrucciones para llevar a cabo tareas, procedimientos, cálculos, resultados y/o funciones de visualización, etc., respectivos, tales como los que se describen en el presente documento.

Funcionamiento en entornos de virtualización

La figura 26 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un entorno 2600 de virtualización en el que se pueden virtualizar las funciones implementadas por algunas realizaciones. En el presente contexto, virtualizar significa crear versiones virtuales de aparatos o dispositivos, que puede incluir la virtualización de plataformas de hardware, dispositivos de almacenamiento y recursos de red. Tal como se utiliza en el presente documento, la virtualización se puede aplicar a un nodo (por ejemplo, una estación base virtualizada o un nodo de acceso de radio virtualizado) o a un dispositivo (por ejemplo, un UE, un dispositivo inalámbrico o cualquier otro tipo de dispositivo de comunicación) o a componentes del mismo, y se refiere a una implementación en la que al menos una parte de la funcionalidad es implementada como uno o más componentes virtuales (por ejemplo, a través de una o más aplicaciones, componentes, funciones, máquinas virtuales o contenedores que son ejecutados en uno o más nodos de procesamiento físicos en una o más redes).

En algunas realizaciones, algunas o todas las funciones descritas en el presente documento pueden ser implementadas como componentes virtuales ejecutados por una o más máquinas virtuales implementadas en uno o más entornos 2600 virtuales alojados por uno o más nodos 2630 de hardware. Además, en realizaciones en las que el nodo virtual no es un nodo de acceso de radio o no requiere conectividad de radio (por ejemplo, un nodo de red central), entonces el nodo de red puede ser virtualizado por completo.

Las funciones pueden ser implementadas por una o más aplicaciones 2620 (que, alternativamente, se pueden denominar instancias de software, dispositivos virtuales, funciones de red, nodos virtuales, funciones de red virtual, etc.) operativas para implementar algunas de las características, funciones y/o beneficios de algunas de las realizaciones dadas a conocer en el presente documento. Las aplicaciones 2620 son ejecutadas en el entorno 2600 de virtualización, que proporciona hardware 2630 que comprende el circuito de procesamiento 2660 y la memoria 2690. La memoria 2690 contiene instrucciones 2695 ejecutables por el circuito de procesamiento 2660 mediante lo cual la aplicación 2620 está operativa para proporcionar una o más de las características, beneficios y/o funciones dados a conocer en el presente documento.

El entorno 2600 de virtualización comprende dispositivos 2630 de hardware de red de propósito general o especial que comprenden un conjunto de uno o más procesadores o circuitos 2660 de procesamiento, que pueden ser procesadores disponibles en el comercio (COTS – Commercial Off-The-Shelf, en inglés), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC – Application Specific Integrated Circuit, en inglés), o cualquier otro tipo de circuito de procesamiento, incluidos componentes de hardware digitales o analógicos o procesadores de propósito especial. Cada dispositivo de hardware puede comprender una memoria 2690-1, que puede ser una memoria no persistente, para almacenar temporalmente instrucciones 2695 o software ejecutado por el circuito de procesamiento 2660. Cada dispositivo de hardware puede comprender uno o más controladores de interfaz de red (NIC – Network Interface Controller, en inglés) 2670, también conocidos como tarjetas de interfaz de red, que incluyen una interfaz de red física 2680. Cada dispositivo de hardware también puede incluir un medio de almacenamiento no transitorio, persistente y legible por máquina 2690-2, que tiene almacenado en el mismo software 2695 y/o instrucciones ejecutables mediante la circuitería de procesamiento 2660. El software 2695 puede incluir cualquier tipo de software, incluyendo software para instanciar una o más capas de virtualización 2650 (también denominadas hipervisores), software para ejecutar máquinas 2640 virtuales, así como software que le permite ejecutar funciones, características y/o beneficios descritos en relación con algunas realizaciones descritas en el presente documento.

Las máquinas 2640 virtuales comprenden procesamiento virtual, memoria virtual, red o interfaz virtual y almacenamiento virtual, y pueden ser ejecutadas por una capa 2650 de virtualización o hipervisor correspondiente. Se pueden implementar diferentes realizaciones de la instancia del dispositivo 2620 virtual en una o más de las máquinas 2640 virtuales, y las implementaciones se pueden realizar de diferentes maneras.

- 5 Durante el funcionamiento, la circuitería 2660 de procesamiento ejecuta el software 2695 para instanciar el hipervisor o la capa 2650 de virtualización, que, a veces, se puede denominar monitor de máquina virtual (VMM – Virtual Machine Monitor, en inglés). La capa de virtualización 2650 puede presentar una plataforma operativa virtual que aparece como hardware de red para la máquina 2640 virtual.

- 10 Tal como se muestra en la figura 26, el hardware 2630 puede ser un nodo de red independiente con componentes genéricos o específicos. El hardware 2630 puede comprender la antena 26225, y puede implementar algunas funciones a través de la virtualización. Alternativamente, el hardware 2630 puede formar parte de un grupo más grande de hardware (por ejemplo, en un centro de datos o equipo local del cliente (CPE – Customer Premise Equipment, en inglés)) en el que muchos nodos de hardware funcionan juntos y son gestionados a través de gestión y orquestación (MANO – Management And Orchestration, en inglés) 26100, que, entre otros, supervisa la gestión del ciclo de vida de las aplicaciones 2620.

La virtualización del hardware se denomina en algunos contextos virtualización de funciones de red (NFV – Network Function Virtualization, en inglés). La NFV se puede utilizar para consolidar muchos tipos de equipos de red en hardware de servidor de alto volumen, conmutadores físicos y almacenamiento físico, convencionales de la industria, que pueden estar ubicados en centros de datos y equipos en las instalaciones del cliente.

- 20 En el contexto de NFV, la máquina virtual 2640 puede ser una implementación de software de una máquina física que ejecuta programas como si se estuvieran ejecutando en una máquina física no virtualizada. Cada una de las máquinas virtuales 2640, y la parte del hardware 2630 que ejecuta esa máquina virtual, ya sea hardware dedicado a esa máquina virtual y/o hardware compartido por esa máquina virtual con otras máquinas virtuales 2640, forma elementos de red virtual (VNE – Virtual Network Elements, en inglés) independientes.

- 25 Aún en el contexto de NFV, la función de red virtual (VNF – Virtual Network Function, en inglés) es responsable de manejar funciones de red específicas que se ejecutan en una o más máquinas 2640 virtuales sobre la infraestructura 2630 de redes de hardware y corresponde a la aplicación 2620 en la figura 26.

- 30 En algunas realizaciones, una o más unidades de radio 26200 que incluyen uno o más transmisores 26220 y uno o más receptores 26210 se pueden acoplar a una o más antenas 26225. Las unidades de radio 26200 se pueden comunicar directamente con los nodos de hardware 2630 a través de una o más interfaces de red apropiadas, y se pueden utilizar en combinación con los componentes virtuales, para proporcionar un nodo virtual con capacidades de radio, tal como un nodo de acceso de radio o una estación base.

En algunas realizaciones, se puede efectuar alguna señalización con la utilización del sistema de control 26230 que, alternativamente, se puede utilizar para la comunicación entre los nodos de hardware 2630 y las unidades de radio 26200.

- 35 Operación con ordenadores centrales remotos

- Con referencia a la figura 27, según una realización, un sistema de comunicación incluye una red 2710 de telecomunicaciones, tal como una red celular de tipo 3GPP, que comprende una red 2711 de acceso, tal como una red de acceso de radio, y una red 2714 central. La red de acceso 2711 comprende una pluralidad de estaciones base 2712a, 2712b, 2712c, tales como NB, eNB, gNB u otros tipos de puntos de acceso inalámbricos, cada uno de los cuales define un área de cobertura 2713a, 2713b, 2713c correspondiente. Cada estación base 2712a, 2712b, 2712c se puede conectar a la red 2714 central a través de una conexión 2715 por cable o inalámbrica. Un primer UE 2791 ubicado en el área de cobertura 2713c está configurado para conectarse de manera inalámbrica a la estación base correspondiente 2712c, o para ser buscado por ella. Un segundo UE 2792 en el área de cobertura 2713a se puede conectar de manera inalámbrica a la estación base 2712a correspondiente. Si bien en este ejemplo se ilustran una pluralidad de UE 2791, 2792, las realizaciones dadas a conocer son igualmente aplicables a una situación en la que un único UE está en el área de cobertura o en la que un único UE se conecta a la estación base 2712 correspondiente.

- La propia red 2710 de telecomunicaciones está conectada al ordenador central 2730, 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 un parque de servidores. El ordenador principal 2730 puede estar bajo la titularidad o el control de un proveedor de servicios, o se puede hacer funcionar por el proveedor de servicios o en nombre del proveedor de servicios. Las conexiones 2721 y 2722 entre la red de telecomunicaciones 2710 y el ordenador principal 2730 se pueden extender directamente desde la red 2714 central al ordenador principal 2730, o pueden ir a través de una red 2720 intermedia opcional. La red 2720 intermedia puede ser una de, o una combinación de más de una de una red pública, privada o alojada; la red 2720 intermedia, si la hubiera, puede ser una red principal o Internet; en particular, la red 2720 intermedia puede comprender dos o más subredes (no mostradas).

El sistema de comunicación de la figura 27 en su conjunto permite la conectividad entre los UE 2791, 2792 conectados y el ordenador central 2730. La conectividad se puede describir como una conexión superpuesta (OTT Over-The-Top, en inglés) 2750. El ordenador central 2730 y los UE 2791, 2792 conectados están configurados para comunicar datos y/o señalización a través de la conexión 2750 OTT, utilizando la red 2711 de acceso, la red 2714 central, cualquier red 2720 intermedia y una posible infraestructura adicional (no mostrada) como intermediarios. La conexión 2750 OTT puede ser transparente en el sentido de que los dispositivos de comunicación participantes a través de los cuales pasa la conexión 2750 OTT desconocen el enrutamiento de las comunicaciones de enlace ascendente y enlace descendente. Por ejemplo, la estación base 2712 puede o no necesitar ser informada sobre el enrutamiento pasado de una comunicación de enlace descendente entrante con datos que se originan en el ordenador central 2730 para ser reenviados (por ejemplo, entregados) a un UE 2791 conectado. De manera similar, la estación base 2712 no necesita estar al tanto del enrutamiento futuro de una comunicación de enlace ascendente saliente que se origine desde el UE 2791 hacia el ordenador central 2730.

Las implementaciones de ejemplo, según una realización, del UE, la estación base y el ordenador central explicadas en los párrafos anteriores se describirán a continuación con referencia a la figura 28. En el sistema de comunicación 2800, ordenador central principal 2810 comprende hardware 2815 que incluye la interfaz 2816 de comunicación, configurada para configurar y mantener una conexión por cable o inalámbrica con una interfaz de un dispositivo de comunicación diferente del sistema 2800 de comunicación. El ordenador principal 2810 comprende, además, un circuito de procesamiento 2818, que puede tener capacidades de almacenamiento y/o procesamiento. En particular, la circuitería 2818 de procesamiento puede comprender uno o más procesadores programables, circuitos integrados de aplicación específica, conjuntos de puertas programables en campo o combinaciones de estos (no mostradas), adaptados para ejecutar instrucciones. El ordenador central 2810 comprende, además, el software 2811, que está almacenado en el ordenador principal 2810 o es accesible por el mismo y ejecutable mediante la circuitería 2818 de procesamiento. El software 2811 incluye la aplicación central 2812. La aplicación central 2812 puede funcionar para proporcionar un servicio a un usuario remoto, tal como un UE 2830 que se conecta a través de la conexión 2850 OTT que termina en el UE 2830 y el ordenador central 2810. Al proporcionar el servicio al usuario remoto, la aplicación 2812 principal puede proporcionar datos de usuario que se transmiten mediante la conexión 2850 OTT.

El sistema de comunicación 2800 incluye, además, la estación base 2820, proporcionada en un sistema de telecomunicaciones y que comprende el hardware 2825 que le permite comunicarse con ordenador central 2810 y con el UE 2830. El hardware 2825 puede incluir la interfaz 2826 de comunicación, para establecer y mantener una conexión por cable o inalámbrica con una interfaz de un dispositivo de comunicación diferente del sistema 2800 de comunicación, así como la interfaz 2827 de radio, para establecer y mantener al menos una conexión inalámbrica 2870 con el UE 2830 ubicado en un área de cobertura (no mostrada en la figura 28) atendida por la estación base 2820. La interfaz 2826 de comunicación puede ser configurada para facilitar la conexión 2860 al ordenador principal 2810. La conexión 2860 puede ser directa o puede pasar a través de una red central (no mostrada en la figura 28) del sistema de telecomunicaciones y/o a través de una o más redes intermedias fuera del sistema de telecomunicaciones. En la realización mostrada, el hardware 2825 de la estación base 2820 incluye, además, circuitería 2828 de procesamiento, que puede comprender uno o más procesadores programables, circuitos integrados de aplicación específica, conjuntos de puertas programables en campo o combinaciones de los mismos (no mostradas) adaptados para ejecutar instrucciones. La estación base 2820 tiene, además, un software 2821 almacenado internamente o accesible a través de una conexión externa.

El sistema de comunicación 2800 incluye, además, el UE 2830 al que ya se ha hecho referencia. Su hardware 2835 puede incluir una interfaz 2837 de radio configurada, para establecer y mantener una conexión 2870 inalámbrica con una estación base que presta servicio a un área de cobertura en la que el UE 2830 se encuentra actualmente. El hardware 2835 del UE 2830 incluye, además, circuitería 2838 de procesamiento, que puede comprender uno o más procesadores programables, circuitos integrados de aplicación específica, conjuntos de puertas programables en campo o combinaciones de los mismos (no mostradas) adaptados para ejecutar instrucciones. El UE 2830 comprende, además, el software 2831, que está almacenado o es accesible por el UE 2830 y ejecutable mediante la circuitería 2838 de procesamiento. El software 2831 incluye la aplicación 2832 de cliente. La aplicación 2832 de cliente puede funcionar para proporcionar un servicio a un usuario humano o no humano a través del UE 2830, con el apoyo del ordenador central 2810. En el ordenador central 2810, una aplicación 2812 central de ejecución se puede comunicar con la aplicación 2832 de cliente de ejecución a través de la conexión 2850 OTT que termina en el UE 2830 y en el ordenador central 2810. Al proporcionar el servicio al usuario, la aplicación 2832 de cliente puede recibir datos de solicitud de la aplicación 2812 central y proporcionar datos de usuario en respuesta a los datos de solicitud. La conexión 2850 OTT puede transferir tanto los datos de la solicitud como los datos del usuario. La aplicación 2832 de cliente puede interactuar con el usuario para generar los datos de usuario que proporciona.

Se observa que el ordenador central 2810, la estación base 2820 y el UE 2830 ilustrados en la figura 28 pueden ser similares o idénticos al ordenador central 2730, a una de las estaciones base 2712a, 2712b, 2712c y a uno de los UE 2791, 2792 de la figura 27, respectivamente. Es decir, el funcionamiento interno de estas entidades puede ser tal como se muestra en la figura 28 e, independientemente, la topología de la red circundante puede ser la de la figura 27.

En la figura 28, la conexión 2850 OTT se ha dibujado de manera abstracta para ilustrar la comunicación entre el ordenador central 2810 y el UE 2830 a través de la estación base 2820, sin referencia explícita a ningún dispositivo intermediario y al enrutamiento preciso de mensajes a través de estos dispositivos. La infraestructura de la red puede determinar el enrutamiento, que puede ser configurado para ocultar del UE 2830 o del proveedor de servicios que

hace funcional el ordenador central 2810, o de ambos. Mientras la conexión OTT 2850 está activa, la infraestructura de la red puede, además, tomar decisiones mediante las cuales cambia dinámicamente el enrutamiento (por ejemplo, basándose en la consideración del equilibrio de carga o la reconfiguración de la red).

La conexión 2870 inalámbrica entre el UE 2830 y la estación base 2820 es, según las explicaciones de las realizaciones descritas a lo largo de la presente invención. Una o más de las diversas realizaciones mejoran el rendimiento de los servicios OTT proporcionados al UE 2830 utilizando la conexión 2850 OTT, en la que la conexión inalámbrica 2870 forma el último segmento. Más precisamente, las explicaciones de estas realizaciones pueden mejorar la velocidad de transmisión de datos, entre otras cosas, y por lo tanto proporcionar beneficios tales como menores restricciones en el tamaño/resolución del archivo y una mejor capacidad de respuesta.

Se puede proporcionar un procedimiento de medición con el fin de controlar la velocidad de transmisión de datos, la latencia y otros factores en los que mejoran una o más realizaciones. Además, puede existir una funcionalidad de red opcional para reconfigurar la conexión 2850 OTT entre el ordenador central 2810 y el UE 2830, en respuesta a las variaciones en los resultados de la medición. El procedimiento de medición y/o la funcionalidad de red para reconfigurar la conexión 2850 OTT pueden ser implementados en el software 2811 y el hardware 2815 del ordenador central 2810 o en el software 2831 y el hardware 2835 del UE 2830, o en ambos. En realizaciones, los sensores (no mostrados) se pueden implementar en o en asociación con dispositivos de comunicación a través de los cuales pasa la conexión 2850 OTT; los sensores pueden participar en el procedimiento de medición proporcionando valores de las cantidades monitorizadas ejemplificadas anteriormente, o proporcionando valores de otras cantidades físicas a partir de las cuales el software 2811, 2831 puede calcular o estimar las cantidades monitorizadas. La reconfiguración de la conexión 2850 OTT puede incluir formato de mensaje, configuración de retransmisión, enrutamiento preferido, etc.; la reconfiguración no necesita afectar a la estación base 2820, y puede ser desconocida o imperceptible para la estación base 2820. Dichos procedimientos y funcionalidades pueden ser conocidos y puestos en práctica en la técnica. En ciertas realizaciones, las mediciones pueden implicar señalización de UE de propiedad, que facilita las mediciones de rendimiento, tiempos de propagación, latencia y similares del ordenador central 2810. Las mediciones pueden ser implementadas en que el software 2811 y 2831 haga que se transmitan mensajes, en particular mensajes vacíos o 'ficticios', utilizando la conexión 2850 OTT mientras monitoriza tiempos de propagación, errores, etc.

La figura 29 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 27 y 28. Para simplificar la presente invención, en esta sección solo se incluirán referencias a los dibujos de la figura 29. En la etapa 2910, el ordenador central proporciona datos de usuario. En la subetapa 2911 (que puede ser opcional) de la etapa 2910, el ordenador principal proporciona los datos del usuario mediante la ejecución de una aplicación principal. En la etapa 2920, el ordenador central inicia una transmisión que transporta los datos del usuario al UE. En la etapa 2930 (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 2940 (que también puede ser opcional), el UE ejecuta una aplicación de cliente asociada con la aplicación principal ejecutada por el ordenador central.

La figura 30 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 27 y 28. Para simplificar la presente invención, en esta sección solo se incluirán referencias de dibujos a la figura 30. En la etapa 3010 del método, el ordenador principal proporciona datos de usuario. En una subetapa opcional (no mostrada), el ordenador principal proporciona los datos del usuario mediante la ejecución de una aplicación principal. En la etapa 3020, 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 explicaciones de las realizaciones descritas a lo largo de la presente invención. En la etapa 3030 (que puede ser opcional), el UE recibe los datos de usuario transportados en la transmisión.

Tal como se describió anteriormente, las realizaciones a modo de ejemplo proporcionan métodos y aparatos correspondientes, que consisten en diversos módulos que proporcionan funcionalidad para realizar las etapas de los métodos. Los módulos pueden ser implementados como hardware (incorporados en uno o más chips que incluyen un circuito integrado tal como un circuito integrado de aplicación específica), o pueden ser implementados como software o firmware para su ejecución por un procesador. En particular, en el caso de firmware o software, las realizaciones a modo de ejemplo pueden ser proporcionadas como un producto de programa informático que incluye un medio de almacenamiento legible por ordenador que incorpora un código de programa informático (es decir., software o firmware) para su ejecución por parte del procesador del ordenador. El medio de almacenamiento legible por ordenador puede ser no transitorio (por ejemplo, discos magnéticos; discos ópticos; una memoria de solo lectura; dispositivos de memoria flash; una memoria de cambio de fase) o transitorio (por ejemplo, señales eléctricas, ópticas, acústicas u otras formas de señales propagadas, tales como ondas portadoras, señales infrarrojas, señales digitales, etc). El acoplamiento de un procesador y otros componentes se realiza habitualmente a través de uno o más buses o puentes (también denominados controladores de bus). El dispositivo de almacenamiento y las señales que transportan tráfico digital representan, respectivamente, uno o más medios de almacenamiento no transitorios o transitorios legibles por ordenador. Por lo tanto, el dispositivo de almacenamiento de un dispositivo electrónico determinado habitualmente almacena código y/o datos para su ejecución en el conjunto de uno o más procesadores de ese dispositivo electrónico, tal como un controlador.

5 Aunque las realizaciones y sus ventajas se han descrito en detalle, se debe comprender que, en el presente documento se pueden realizar diversos cambios, sustituciones y alteraciones sin apartarse del alcance definido por las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, muchas de las características y funciones mencionadas anteriormente pueden ser implementadas en software, hardware o firmware, o en una combinación de los mismos. Además, muchas de las características, funciones y etapas de para hacer funcionar los mismos pueden ser reordenadas, omitidas, agregadas, etc, y todavía se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Lista de abreviaturas

	TRP-	Punto de transmisión/recepción
	UE -	Equipo de usuario
10	NW -	Red
	BPL-	Enlace de par de haces
	BLF-	Fallo de enlace de par de haces
	BLM-	Monitorización de enlace de par de haces
	BPS -	Conmutador de enlace de par de haces
15	RLM-	Monitorización de enlace de radio
	RLF-	Fallo de enlace de radio
	PDCCH-	Canal físico de control de enlace descendente
	RRC -	Control de recursos de radio
	CRS-	Señal de referencia específica de celda
20	CSI-RS -	Señal de referencia de información de estado del canal
	RSRP -	Potencia recibida de la señal de referencia
	RSRQ -	Calidad recibida de la señal de referencia
	gNB-	Estación base de NR
	PRB -	Bloque de recursos físicos
25	RE-	Elemento de recurso

REIVINDICACIONES

1. Método de configuración, por un nodo (110) de red de una red (100) de comunicación inalámbrica, de un recurso de CSI-RS en la red (100) de comunicación inalámbrica, comprendiendo el método:
5 obtener (S2205) una combinación de uno o más componentes que van a ser utilizados para un recurso de CSI-RS, estando contenidos uno o más componentes en uno o más bloques de recursos físicos de un intervalo; e
indicar (S2210), a uno o más dispositivos inalámbricos, la combinación de uno o más componentes en uno o más bloques de recursos físicos que serán utilizados para el recurso de CSI-RS, en el que cada bloque de recursos físicos abarca una pluralidad de subportadoras,
10 caracterizado por que la indicación incluye un solo mapa de bits, correspondiendo cada bit en el único mapa de bits, de manera única, a un índice de subportadora, e indicando si un componente que comienza en el índice de subportadora correspondiente forma parte de la combinación de uno o más componentes utilizados para el recurso de CSI-RS,
en el que la combinación del uno o más componentes define un patrón de componentes que se repite en un conjunto de bloques de recursos físicos.
2. Método según la reivindicación 1, en el que el método comprende, además, indicar, al uno o más dispositivos inalámbricos, un número de puertos asignados al recurso de CSI-RS.
3. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 2, en el que indicar la combinación del uno o más componentes incluye indicar un índice de símbolo de ubicación de componente utilizando un valor que está separado del único mapa de bits.
4. Método según la reivindicación 3, en el que cuando la combinación incluye una pluralidad de componentes, el índice del símbolo de ubicación del componente indicado por el valor es el mismo para más de uno de la pluralidad de componentes.
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, en el que indicar la combinación del uno o más componentes incluye indicar información de configuración del código de cobertura ortogonal para facilitar la superposición de dos puertos de antena asignados al recurso de CSI-RS en dos elementos de recurso, RE, consecutivos, dentro de un
25 componente.
6. Método según la reivindicación 1, en el que obtener (S2205) la combinación del uno o más componentes que serán utilizados para un recurso de CSI-RS comprende agregar el uno o más componentes a través de dos o más bloques de recursos físicos, para formar el recurso de CSI-RS.
7. Método según la reivindicación 1, en el que obtener (S2205) la combinación del uno o más componentes que serán
30 utilizados para un recurso de CSI-RS comprende agregar el uno o más componentes de tal manera que haya un elemento de recurso, RE, por puerto, por bloque de recursos físicos del uno o más bloques de recursos físicos del intervalo.
8. Método según la reivindicación 1, en el que el número de bits en el único mapa de bits es la mitad del número de subportadoras en el bloque de recursos físicos.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el recurso de CSI-RS se utiliza para realizar al menos uno de:
adaptación del enlace para el uno o más dispositivos inalámbricos, y
gestión de haces para el uno o más dispositivos inalámbricos.
10. Método de obtención, por un dispositivo inalámbrico (105), de una configuración de un recurso de CSI-RS,
40 comprendiendo el método:
recibir (S2405) una indicación, desde un nodo de red, de una combinación de uno o más componentes contenidos en uno o más bloques de recursos físicos de un intervalo, en donde cada bloque de recursos físicos abarca una pluralidad de subportadoras; y
utilizar (S2410) la combinación indicada del uno o más componentes para un recurso de CSI-RS,
45 caracterizado por que la indicación incluye un único mapa de bits, correspondiendo cada bit en el único mapa de bits, de manera única, a un índice de subportadora, e indicando si un componente que comienza en el índice de subportadora correspondiente forma parte de la combinación de uno o más componentes utilizados para el recurso de CSI-RS,
en donde la combinación del uno o más componentes define un patrón de componentes que se repite en un conjunto
50 de bloques de recursos físicos.

11. Método según la reivindicación 10, en el que el método comprende, además, recibir, desde el nodo de red, una indicación de un número de puertos asignados al recurso de CSI-RS.
12. Método según la reivindicación 10, en el que la indicación de la combinación del uno o más componentes incluye una indicación de un índice de símbolo de ubicación de componente utilizando un valor que está separado del único mapa de bits.
13. Método según la reivindicación 12, en el que cuando la combinación incluye una pluralidad de componentes, el índice del símbolo de ubicación del componente indicado por el valor es el mismo para más de uno de la pluralidad de componentes.
14. Método según la reivindicación 10, en el que la indicación de la combinación del uno o más componentes incluye una indicación de información de configuración de código de cobertura ortogonal para facilitar la superposición de dos puertos de antena asignados al recurso de CSI-RS en dos elementos de recurso, RE, consecutivos, dentro de un componente.
15. Método según la reivindicación 10, en el que la combinación indicada consiste en un RE por cada puerto, por cada bloque de recursos físicos del uno o más bloques de recursos físicos del intervalo.
16. Método según la reivindicación 10, en el que un número de bits en el único mapa de bits depende de un número de subportadoras en un componente.
17. Método según la reivindicación 10, en el que el número de bits en el único mapa de bits es la mitad del número de subportadoras en el bloque de recursos físicos.
18. Dispositivo inalámbrico (105, 200) para facilitar las comunicaciones en una red (100) de comunicación inalámbrica, obteniendo una indicación de un recurso de CSI-RS en la red (100) de comunicación inalámbrica, comprendiendo el dispositivo inalámbrico:
una antena (220), configurada para enviar y recibir señales inalámbricas;
un transceptor (215), conectado a la antena y a la circuitería de procesamiento (205), y configurado para acondicionar señales comunicadas entre la antena y la circuitería de procesamiento;
- estando configurada la circuitería de procesamiento para realizar el método de cualquiera de reivindicaciones 10 a 17.
19. Nodo de red (110, 300) para configurar un recurso de CSI-RS en la red (100) de comunicación inalámbrica, comprendiendo el nodo de red una circuitería de procesamiento configurada para realizar las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

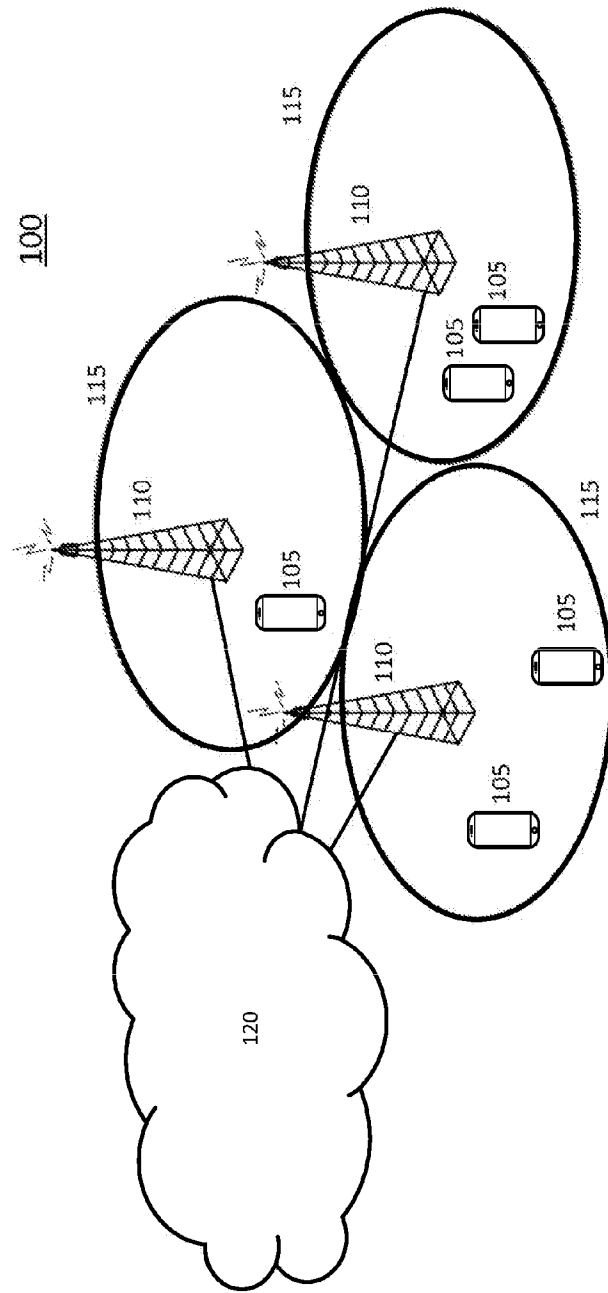


FIG. 1

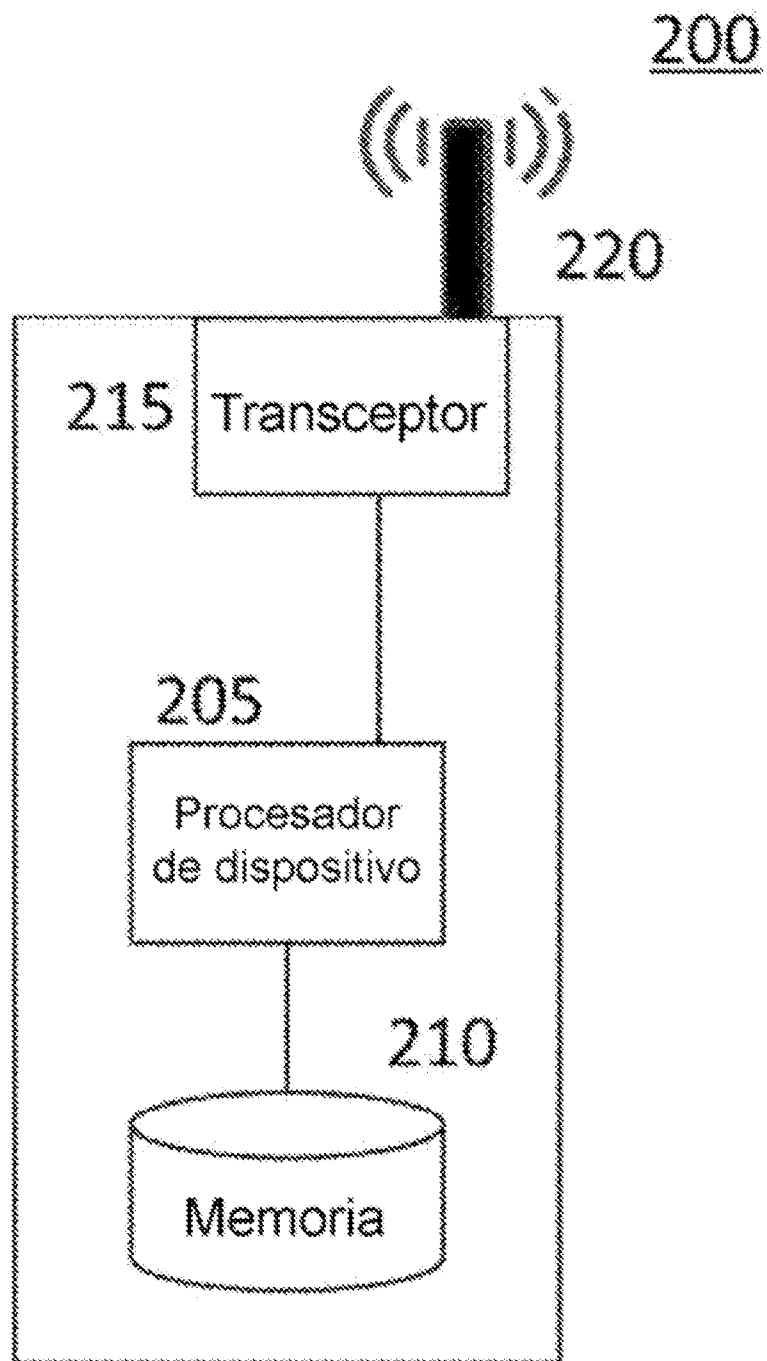


FIG. 2

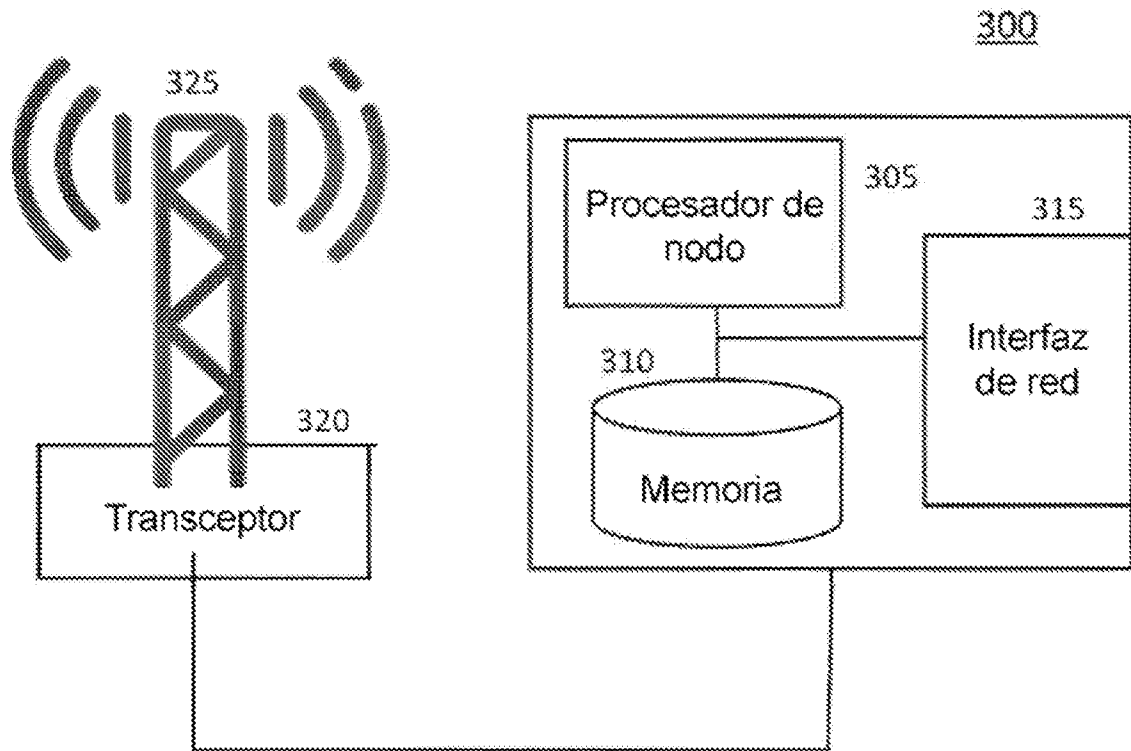


FIG. 3

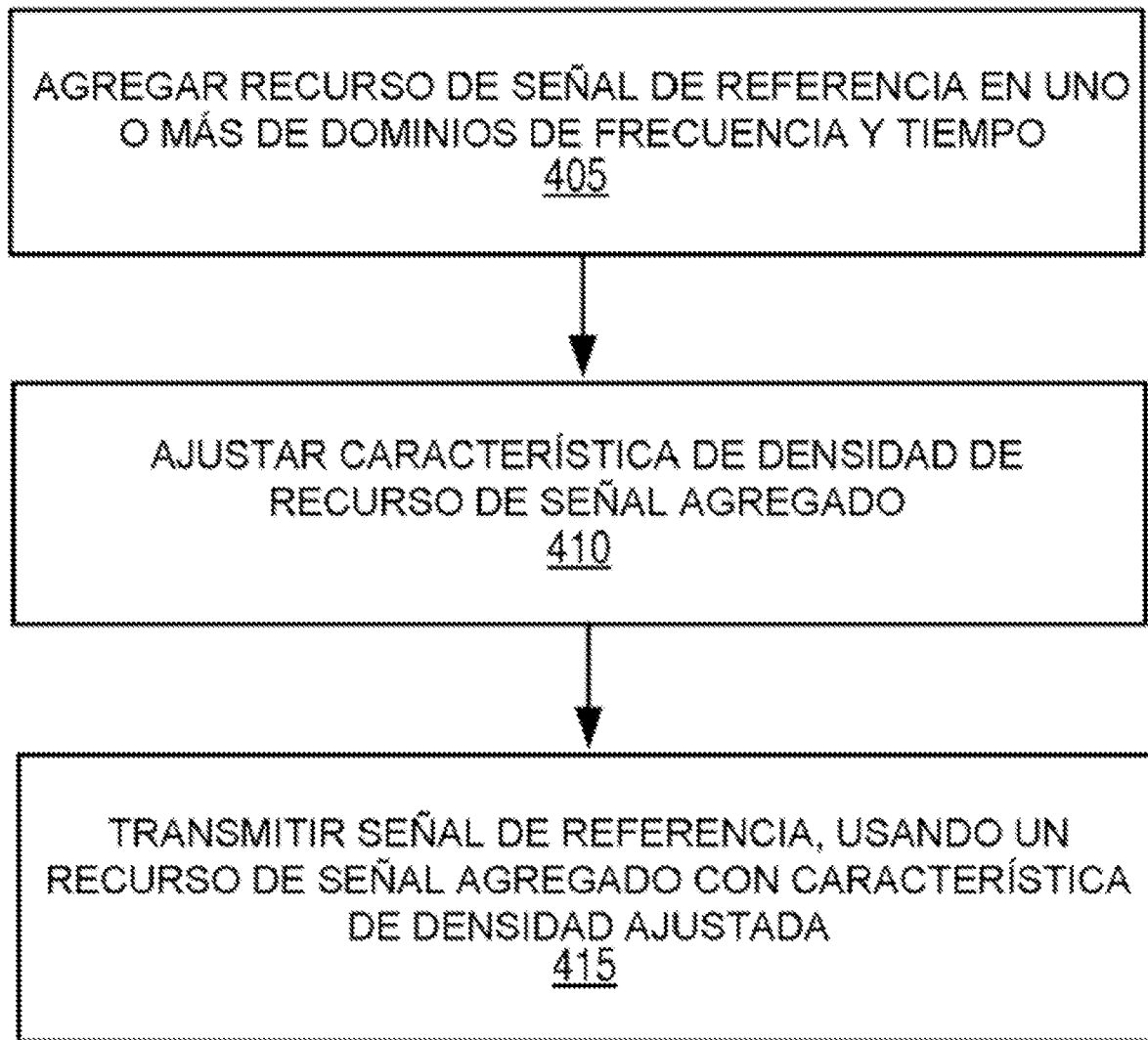


FIG. 4

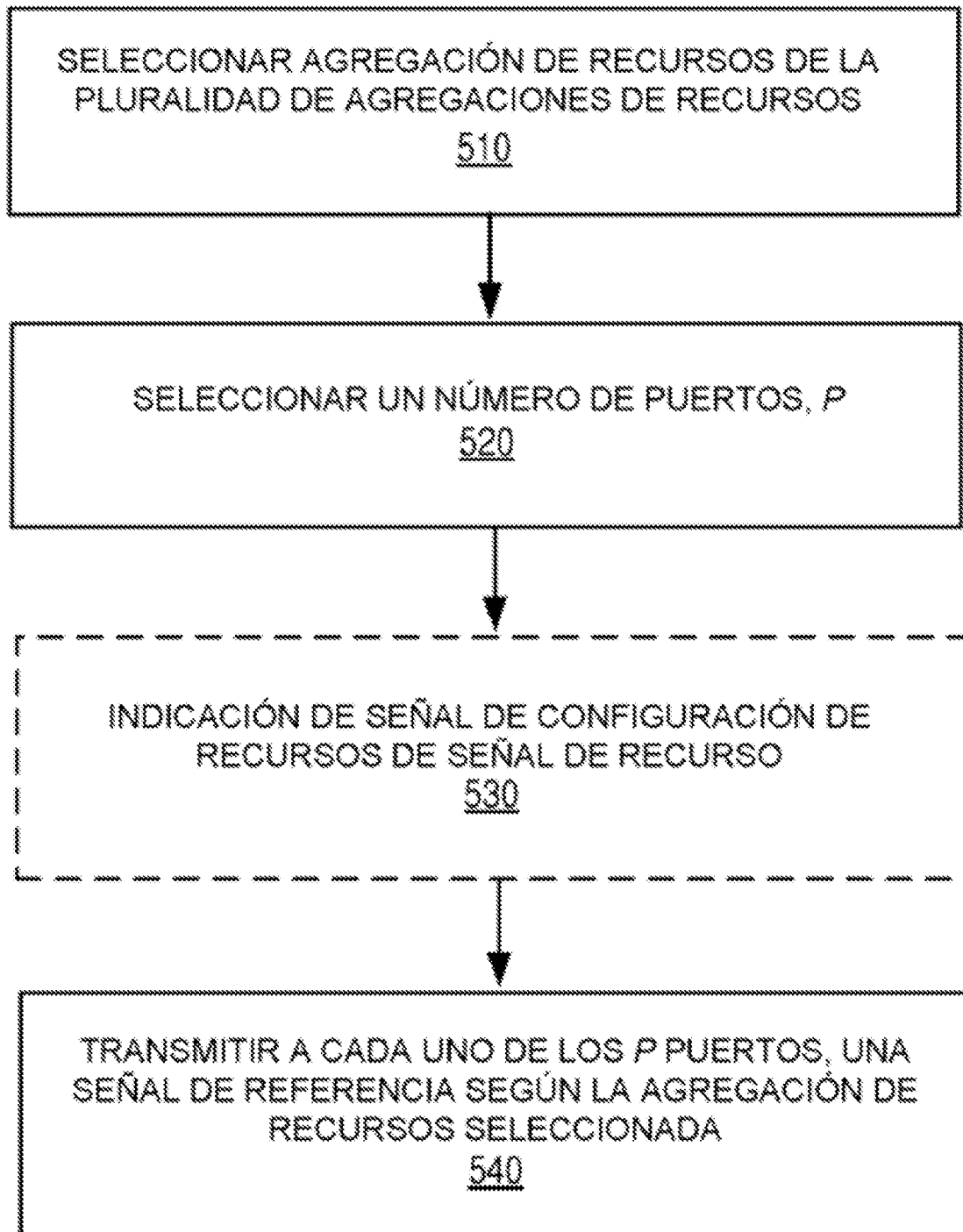


FIG. 5

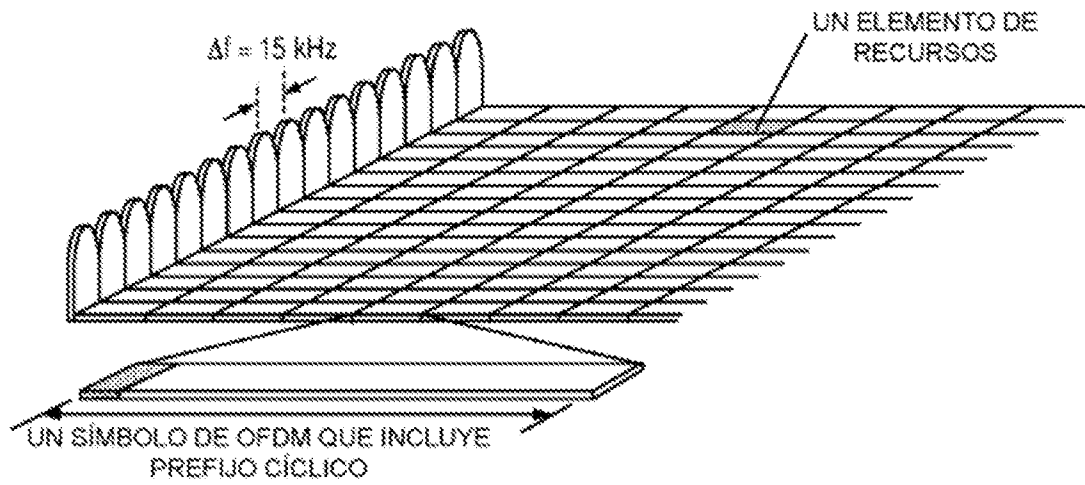


FIG. 6

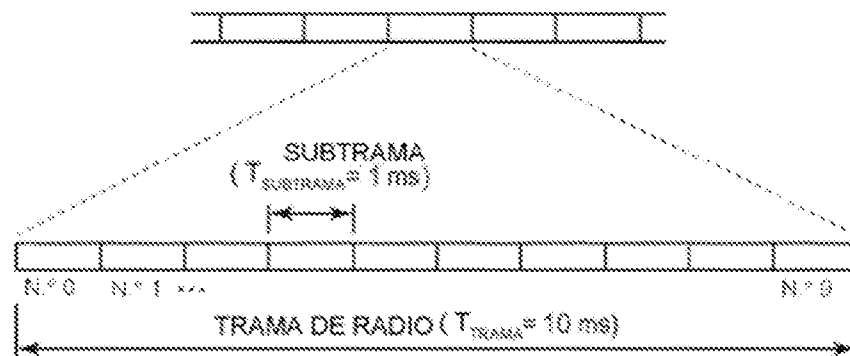


FIG. 7

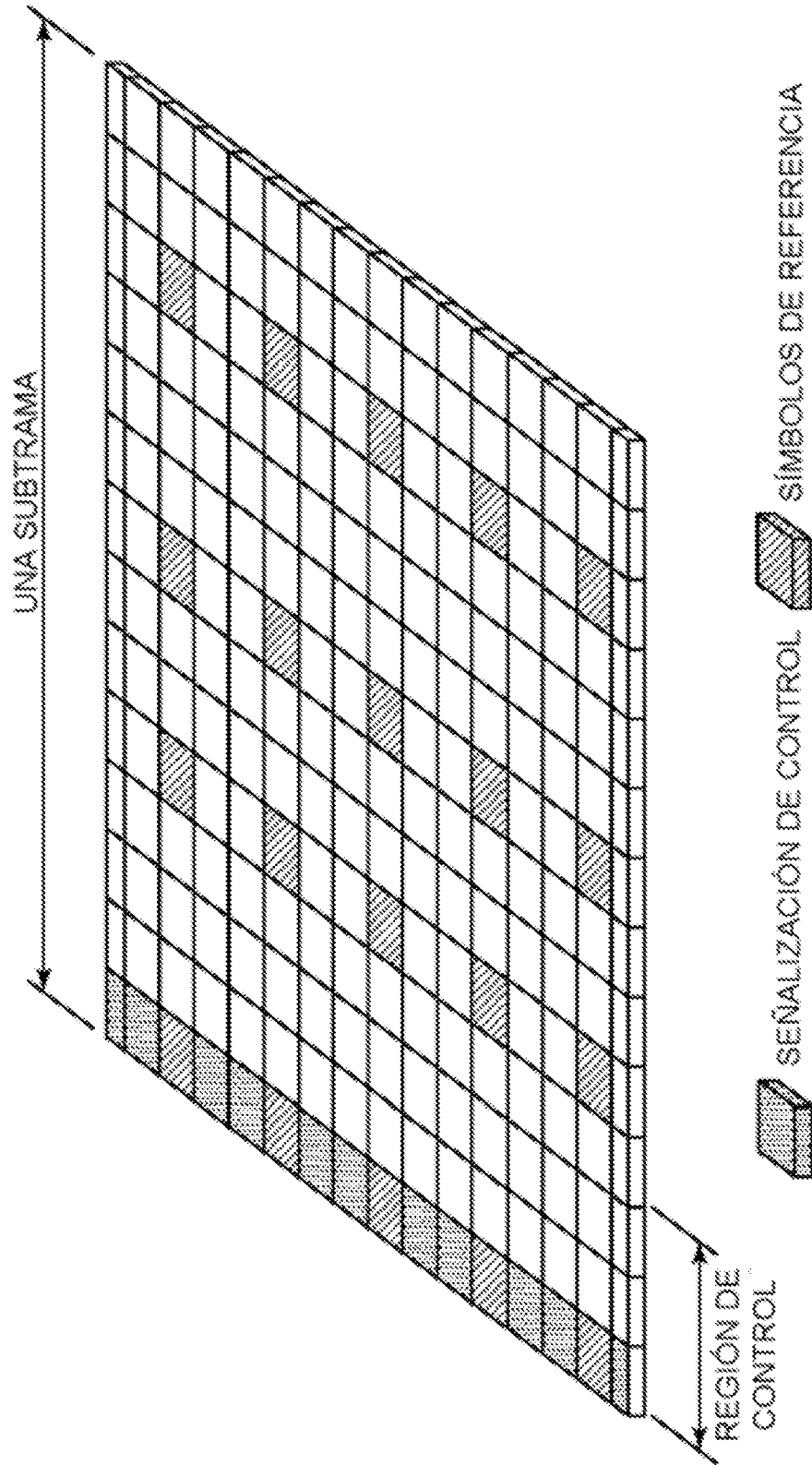


FIG. 8

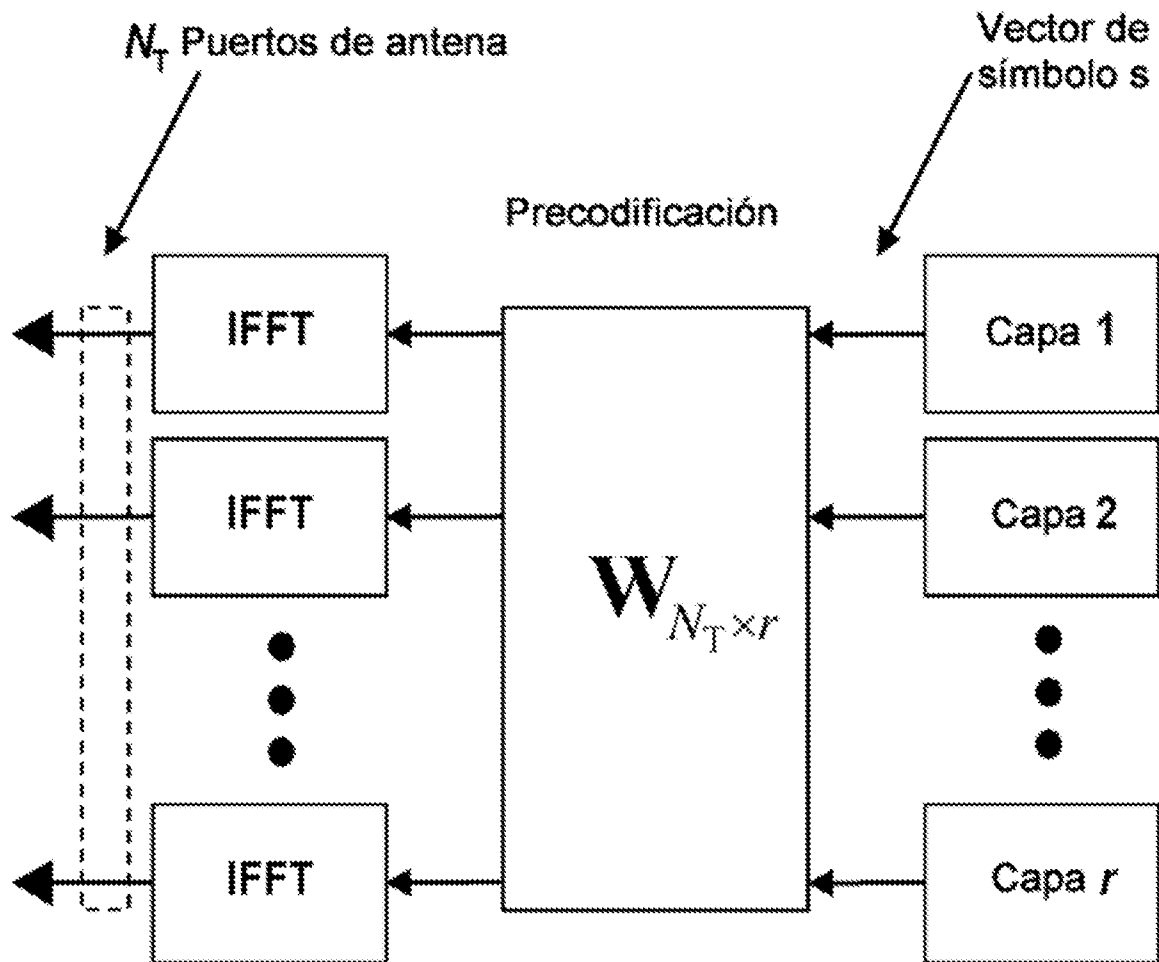


FIG. 9

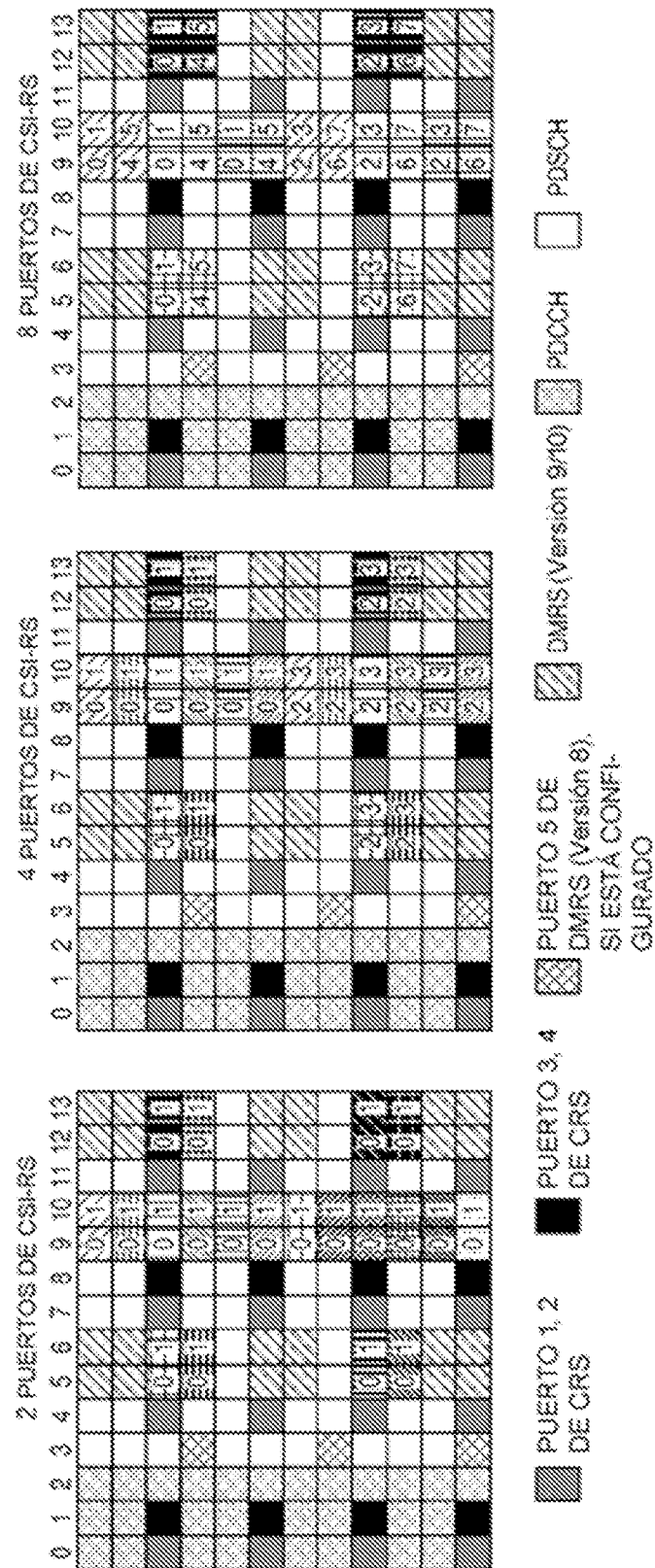


FIG. 10

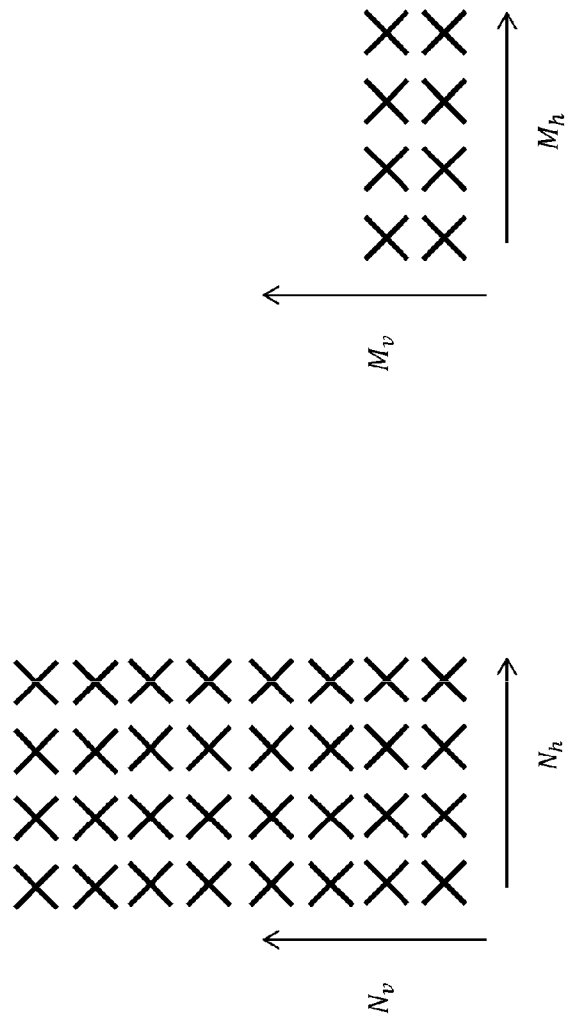


FIG. 11

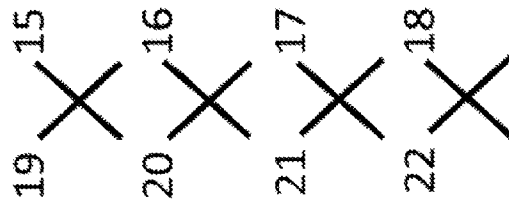


FIG. 12

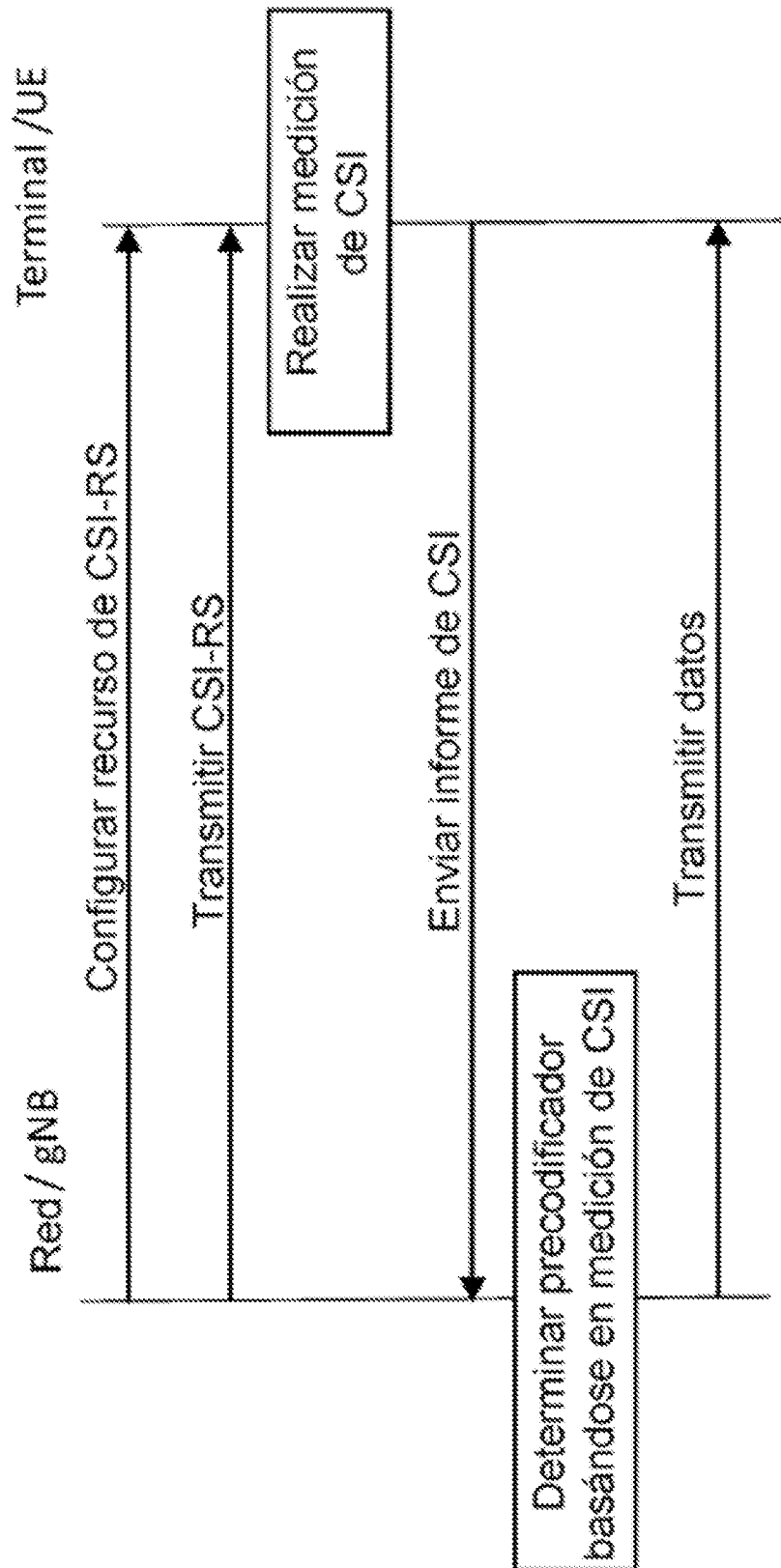


FIG. 13

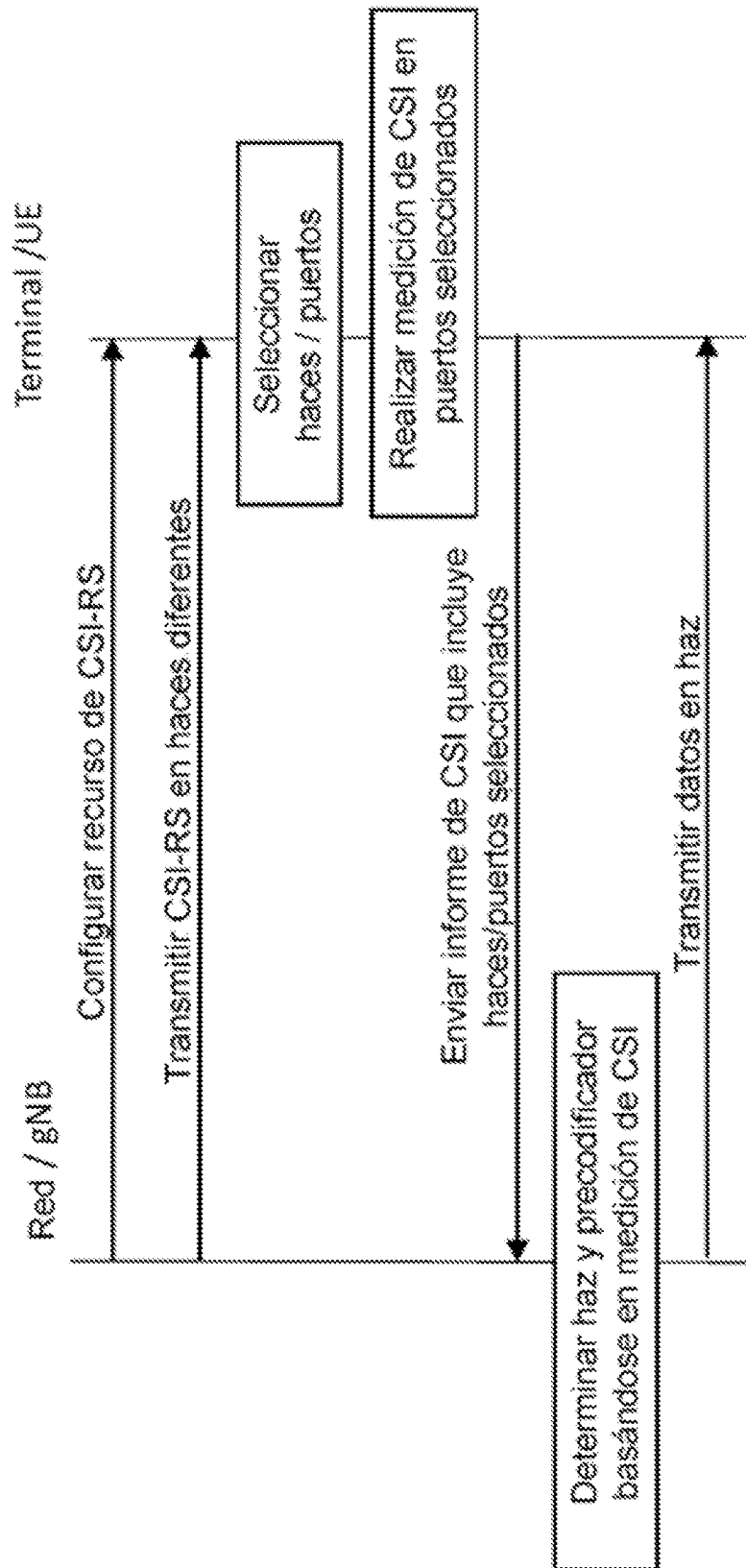


FIG. 14

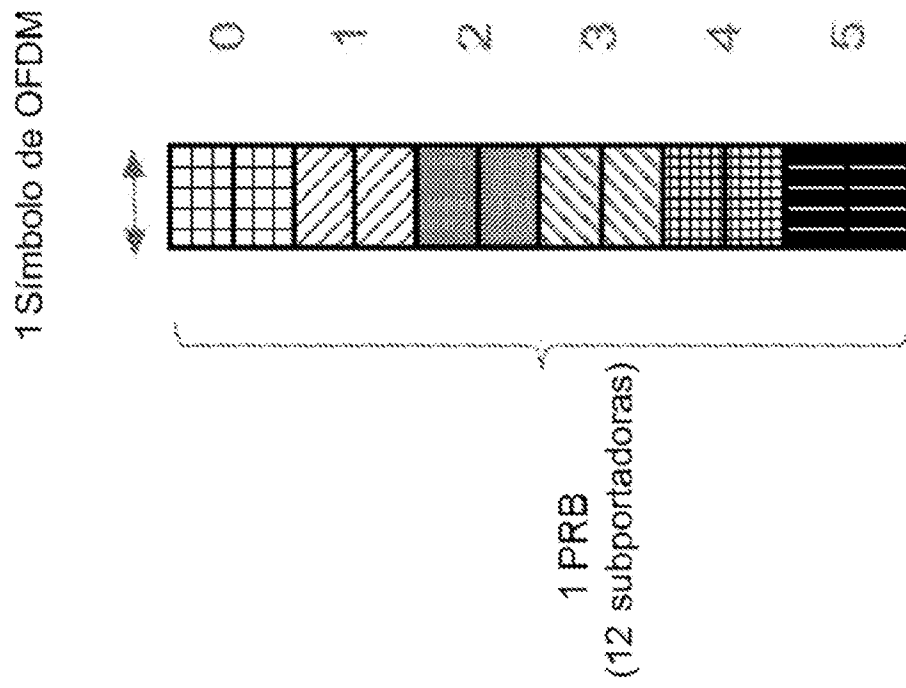
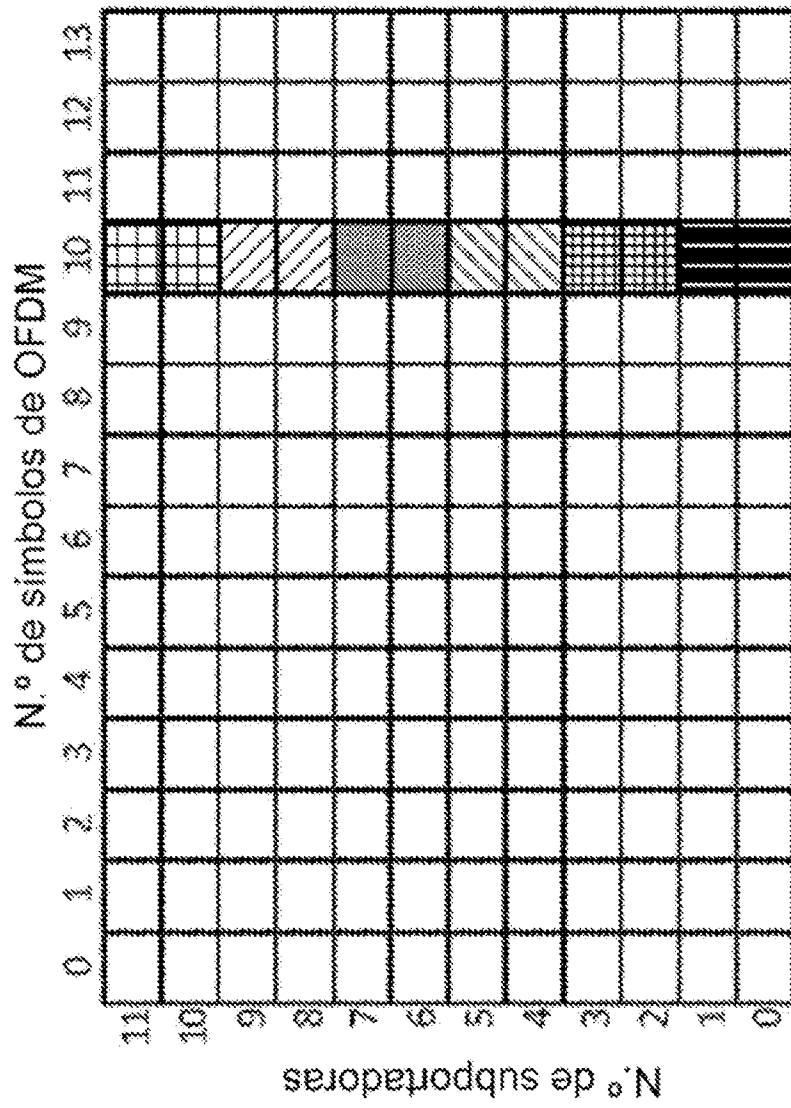


FIG. 15



por ejemplo , $X = 10$

FIG. 16

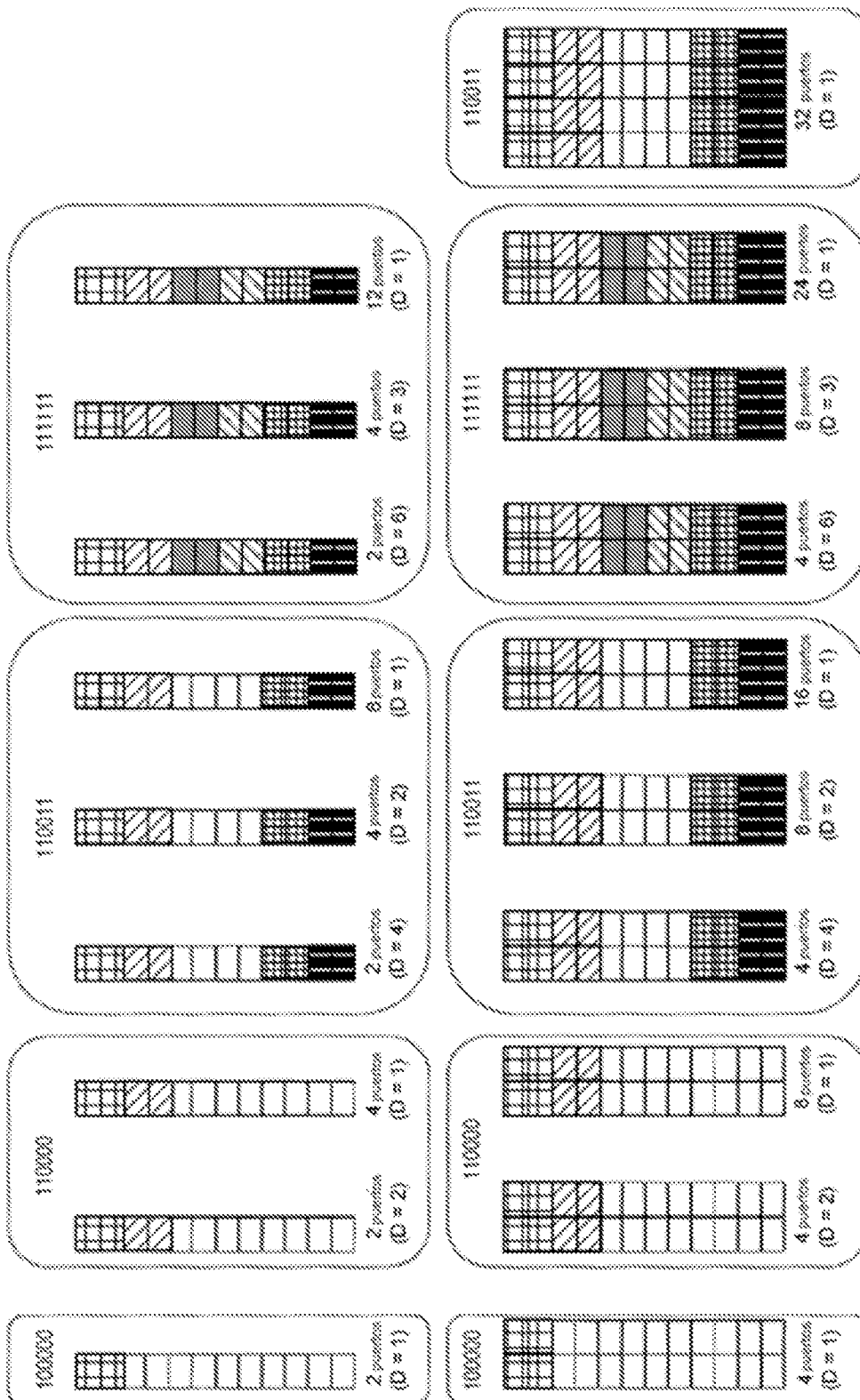


FIG. 17

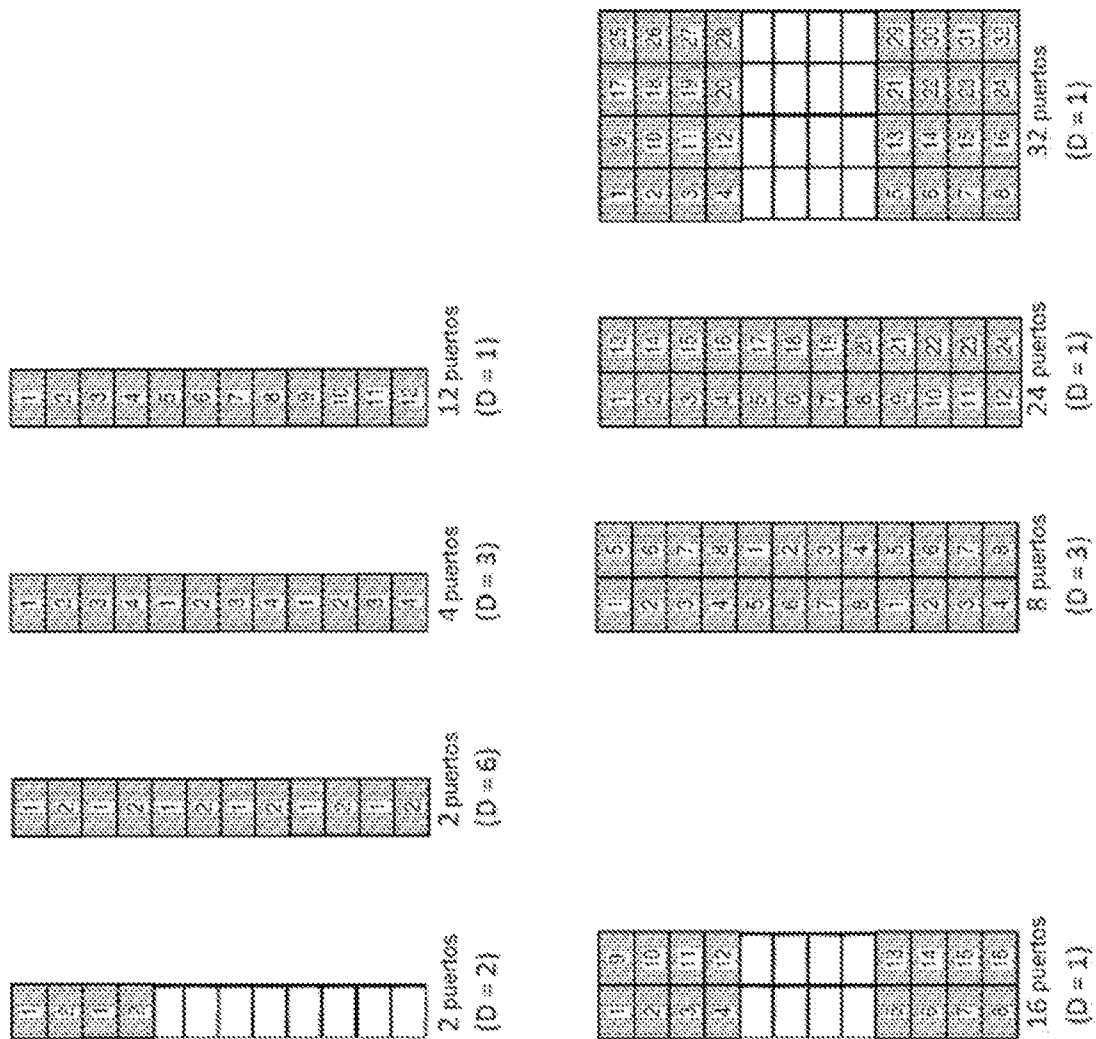


FIG. 18

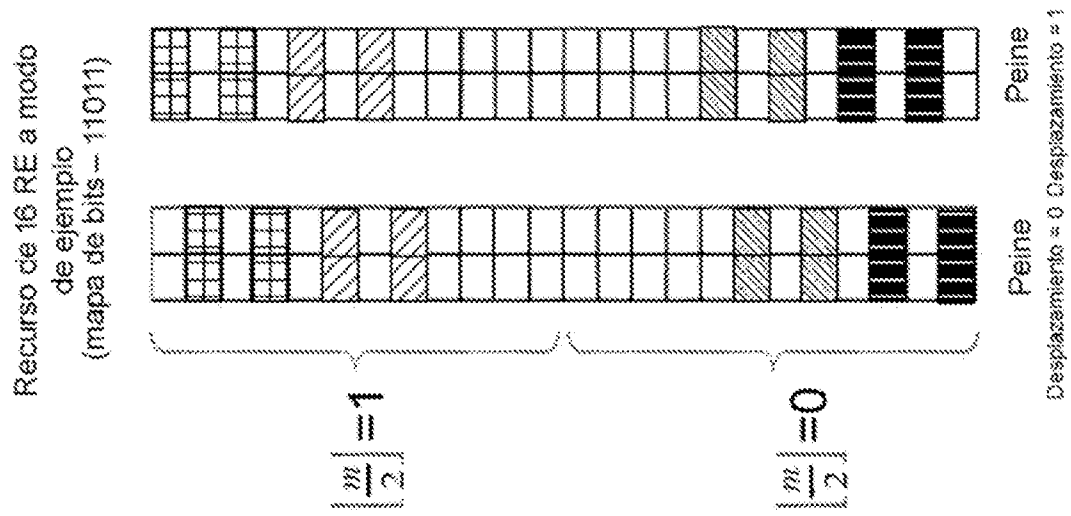


FIG. 19

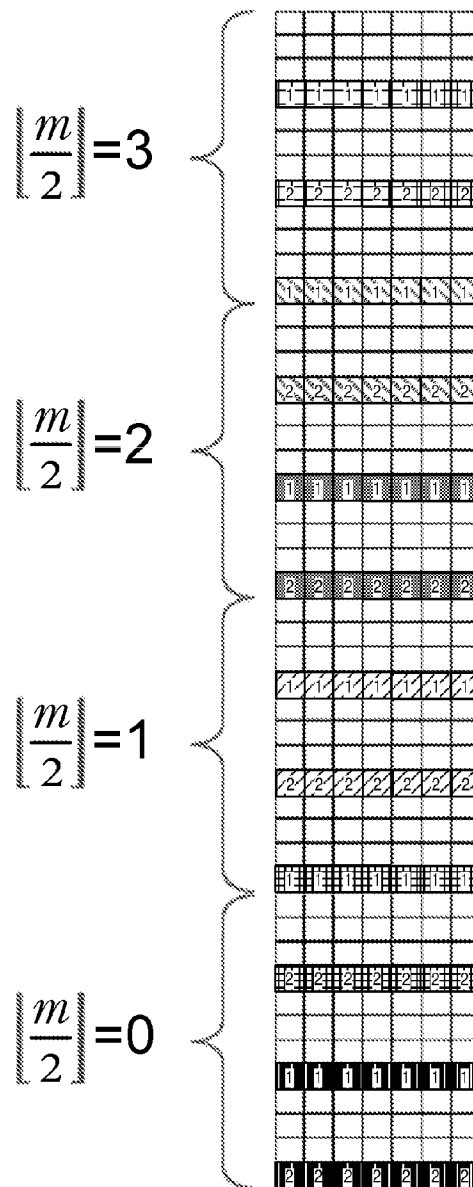


FIG. 20

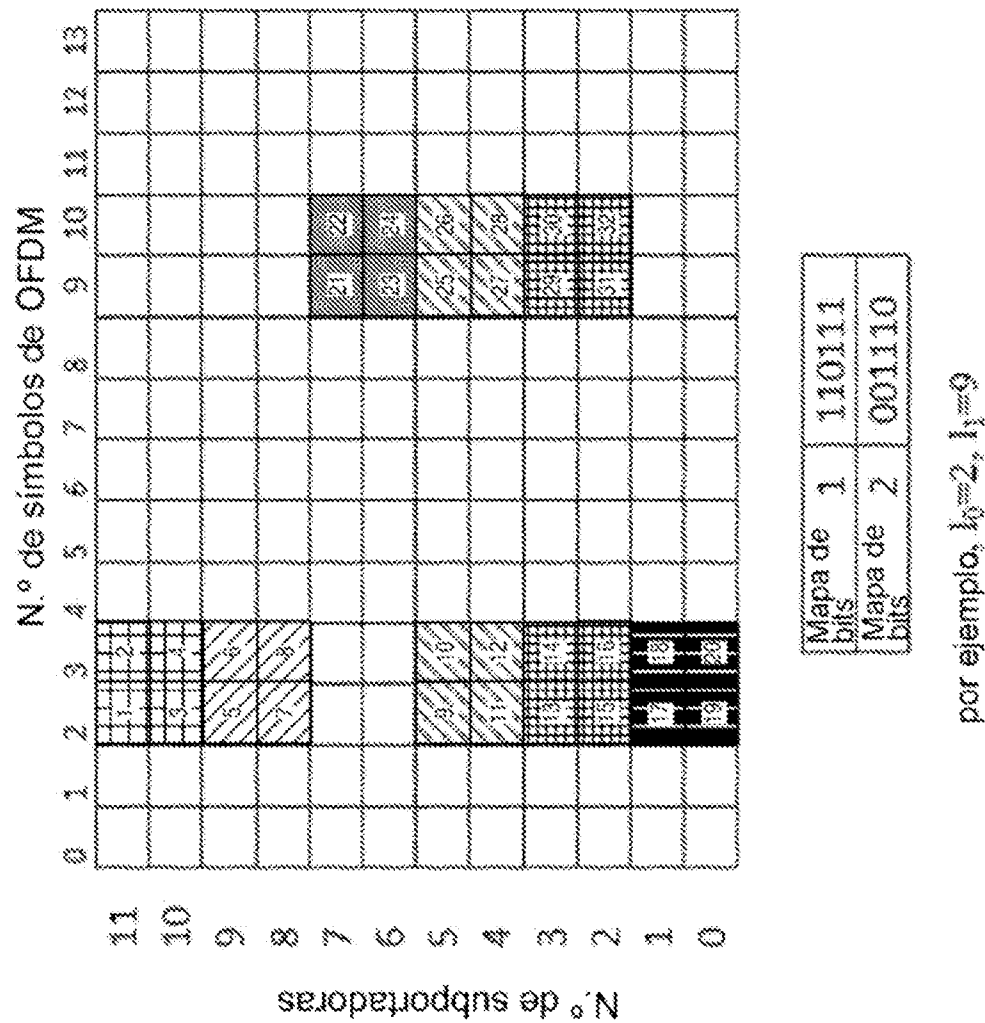


FIG. 21

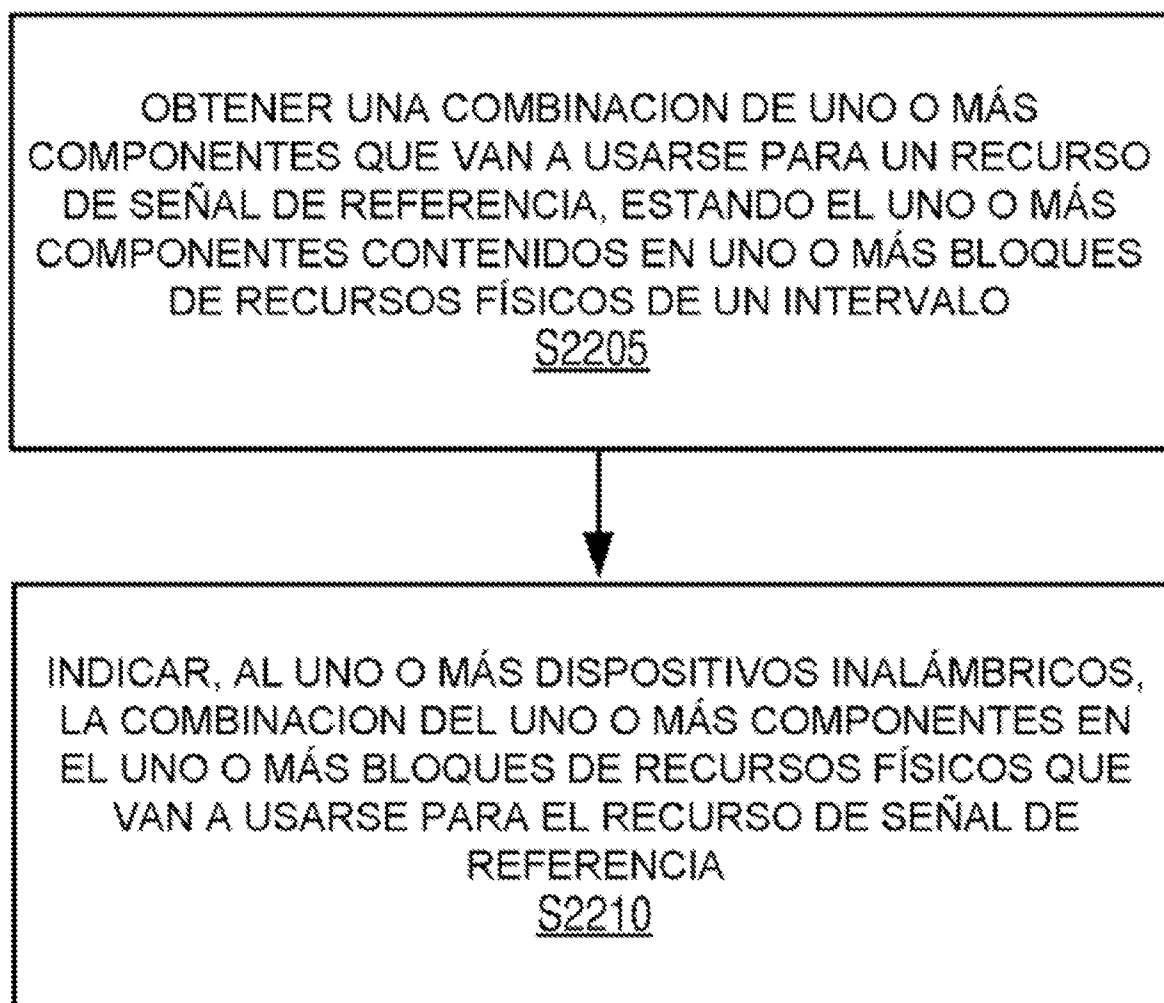


FIG. 22

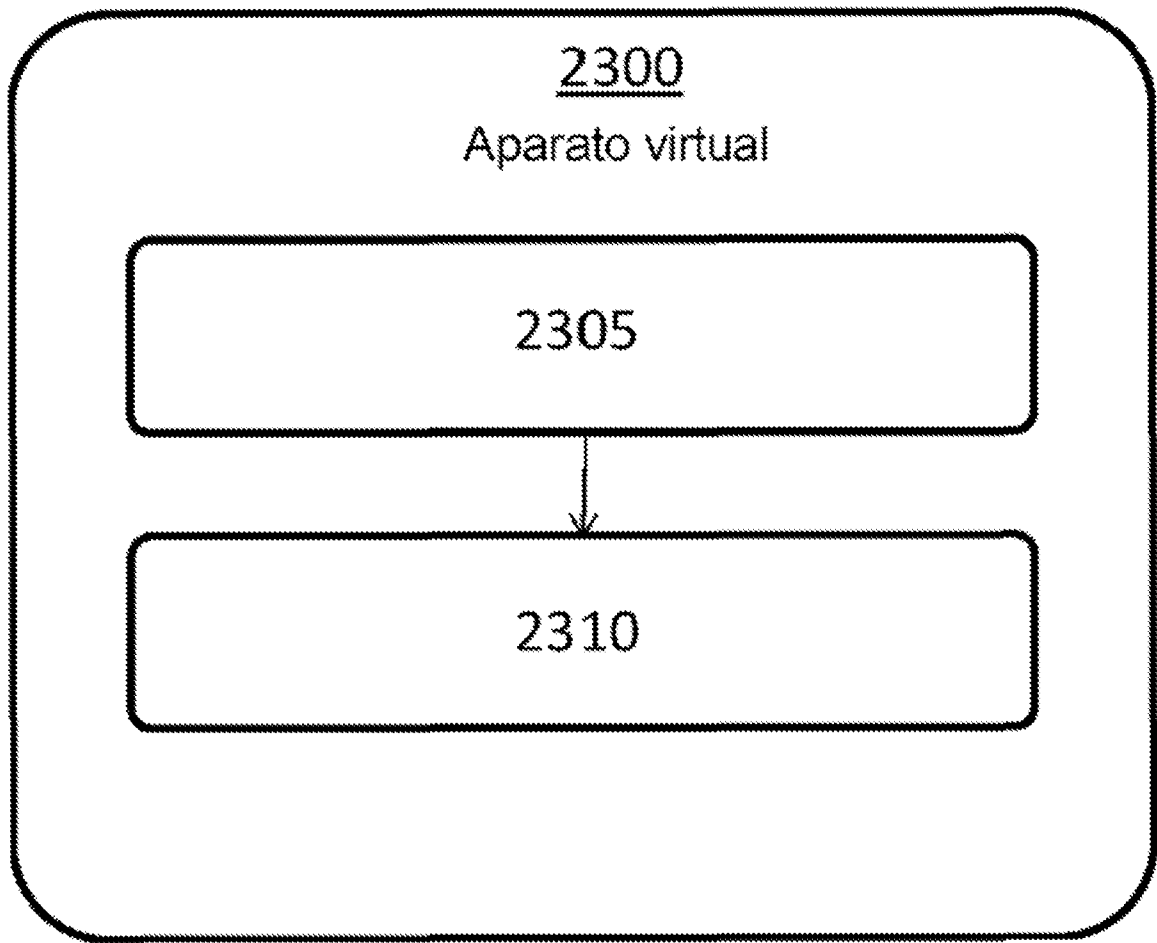


FIG. 23

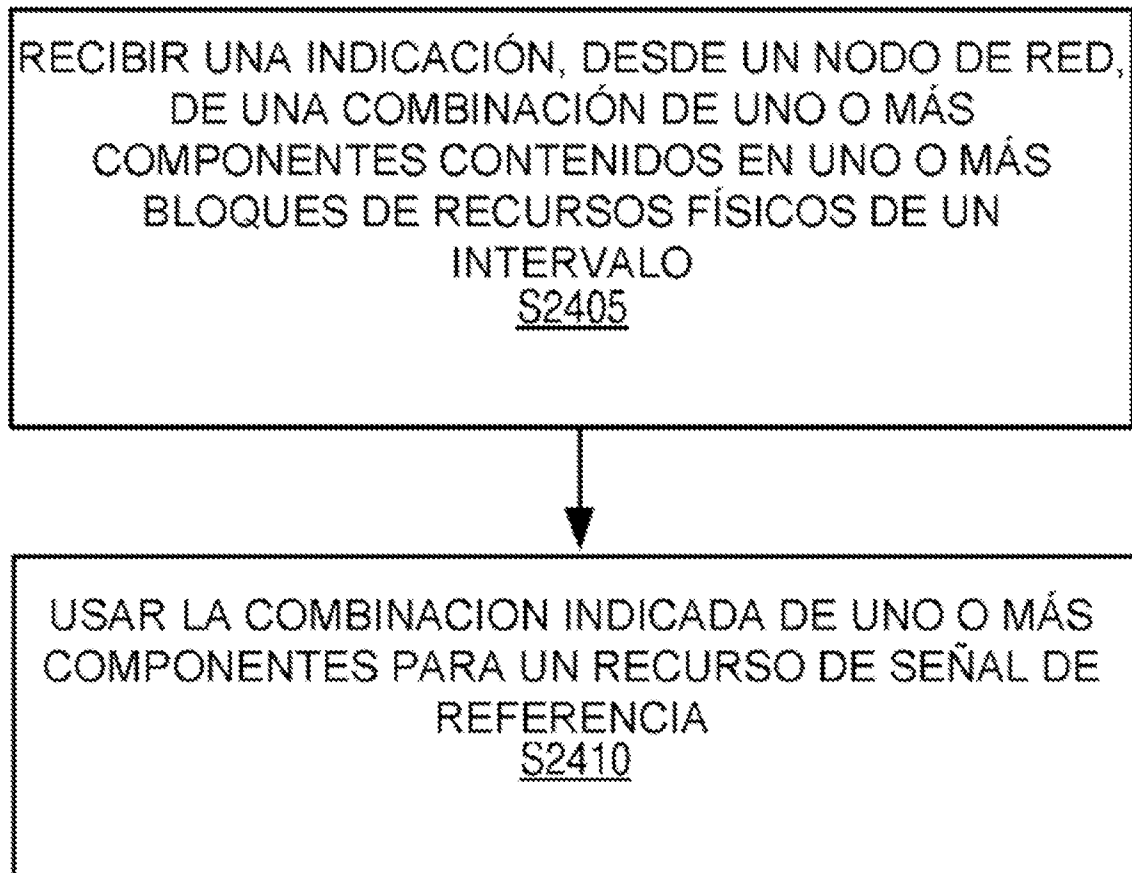


FIG. 24

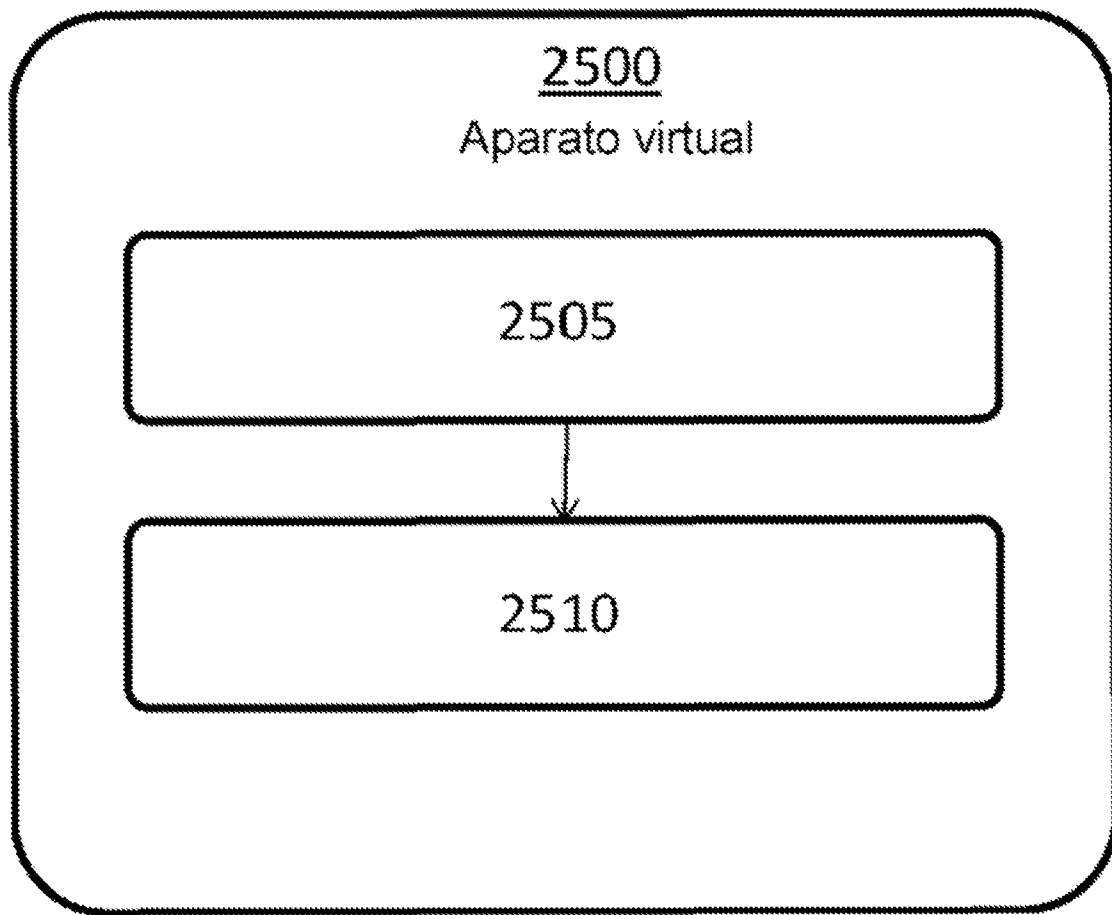


FIG. 25

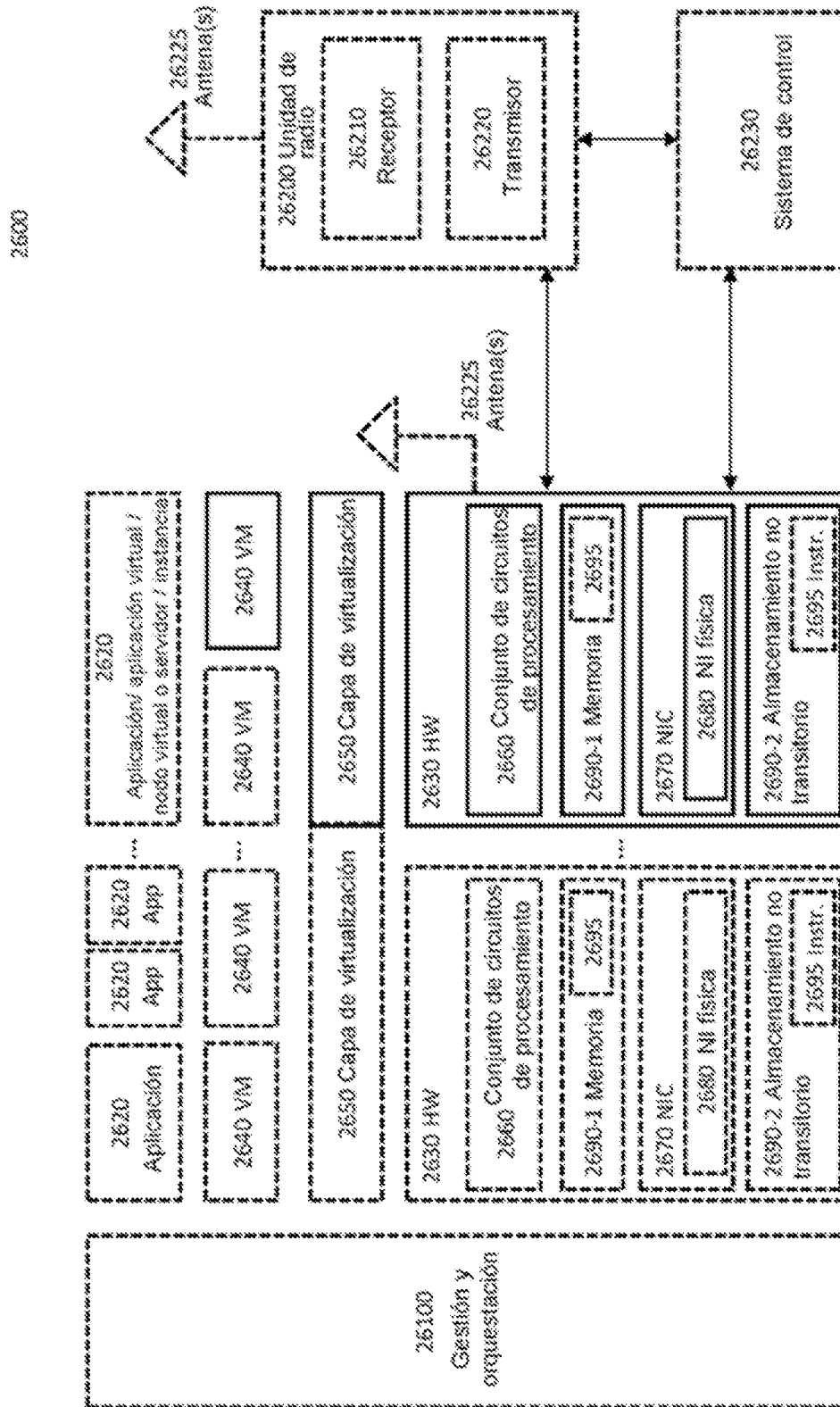


FIG. 26

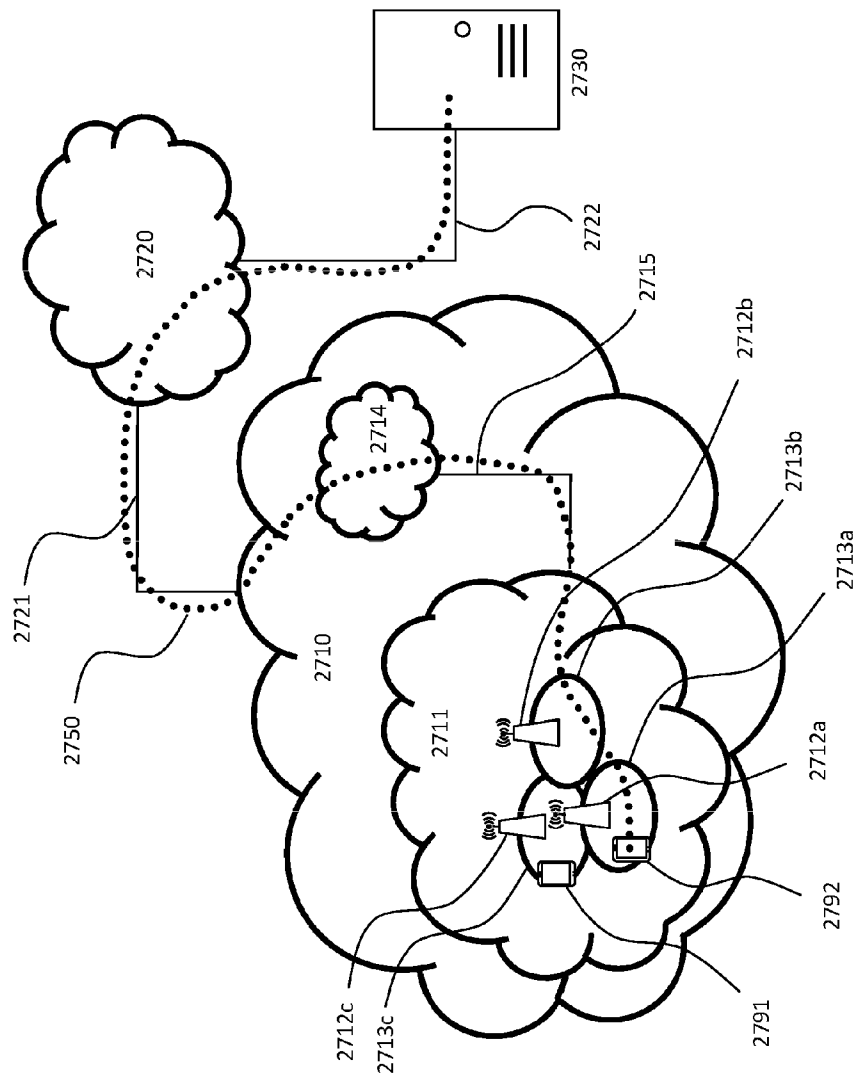


FIG. 27

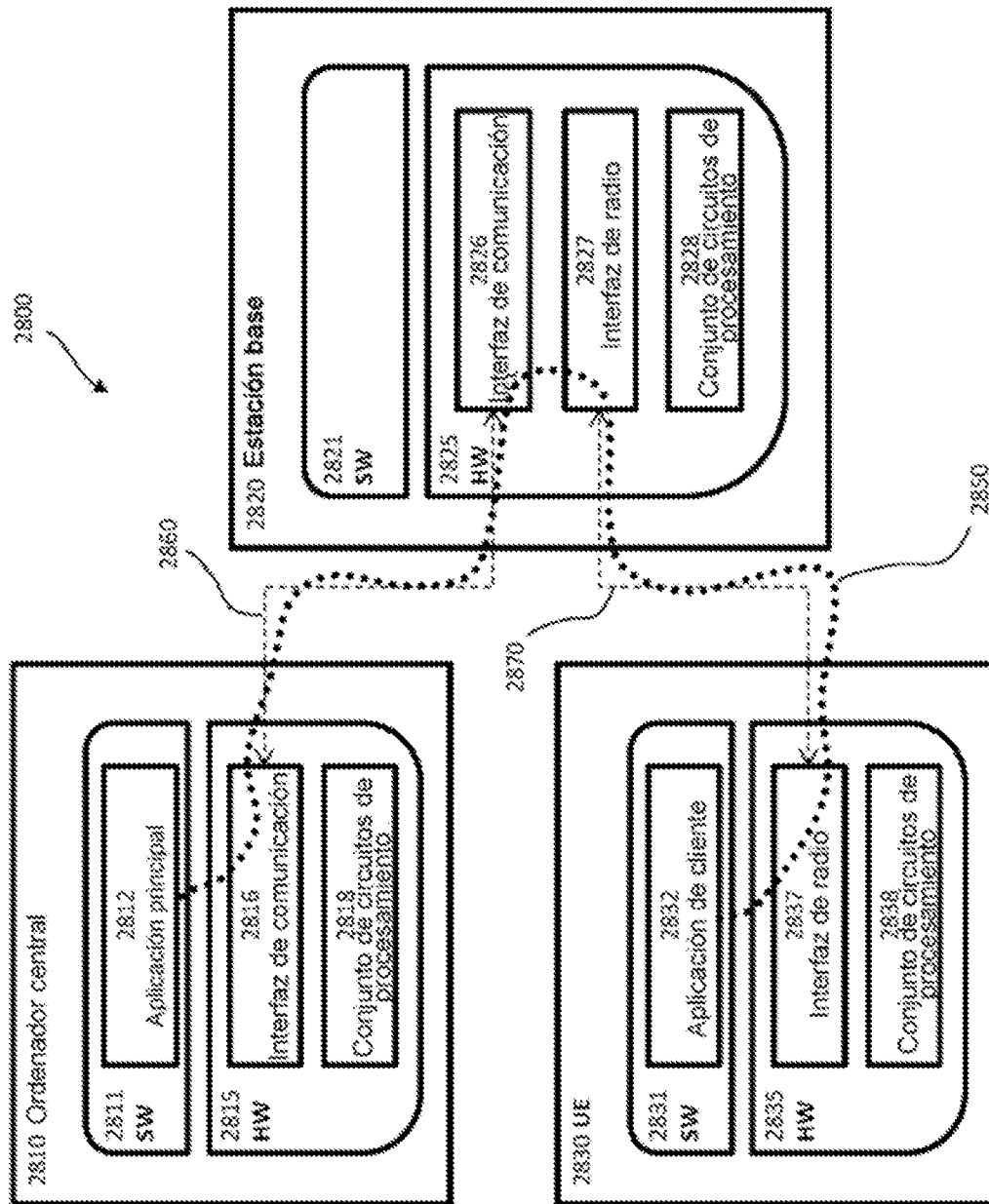
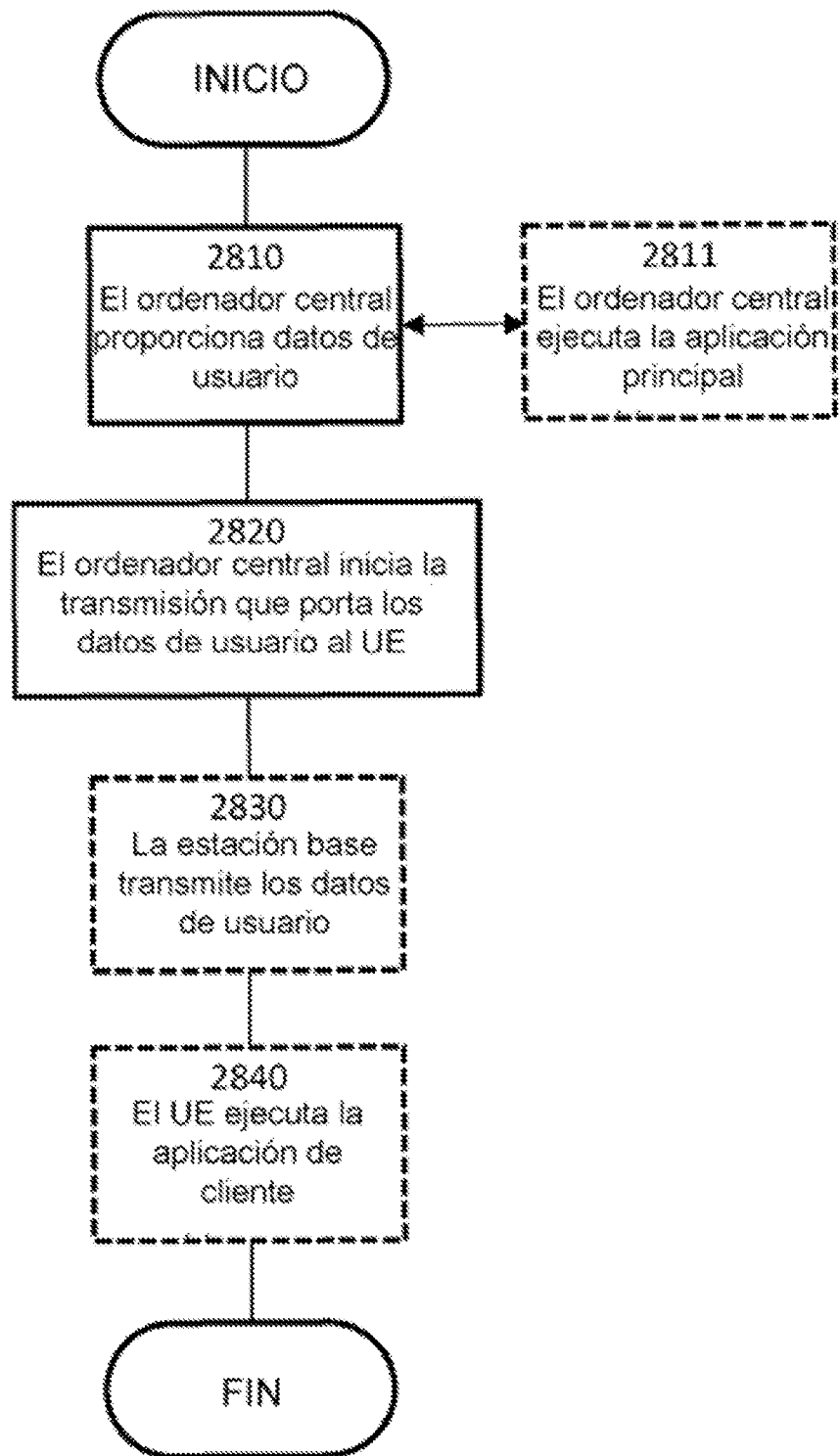


FIG. 28

**FIG. 29**

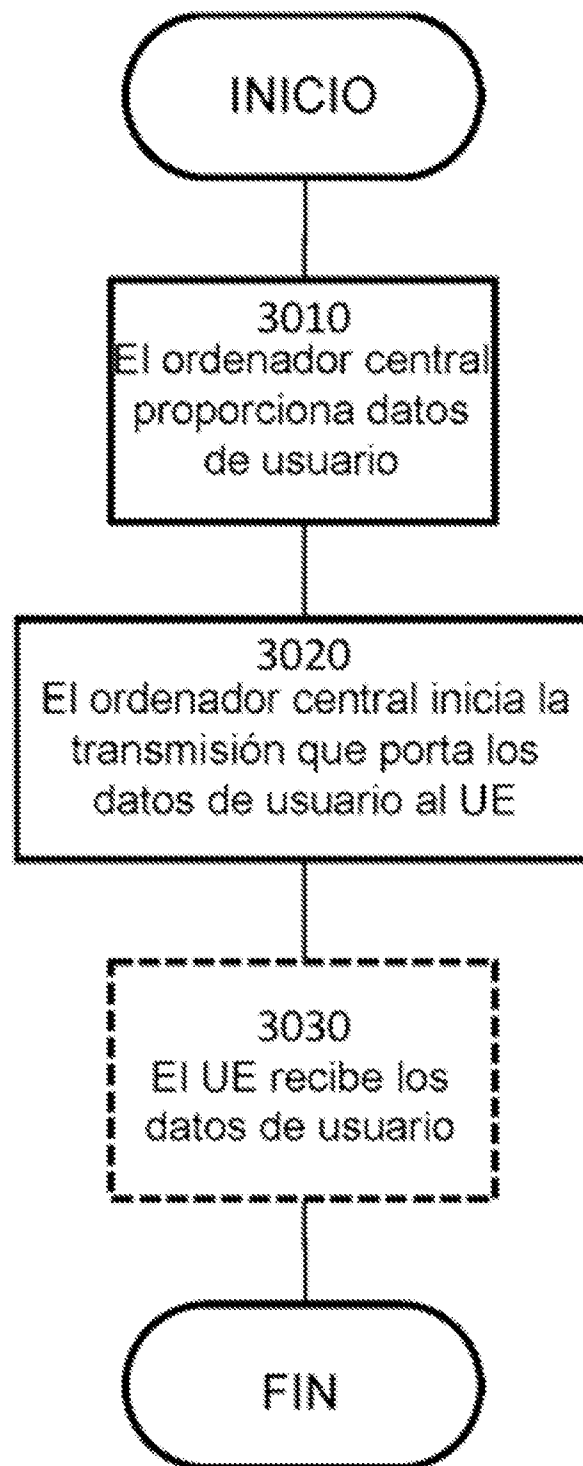


FIG. 30