

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 800 928**

51 Int. Cl.:

H04W 72/04 (2009.01)

H04W 88/02 (2009.01)

H04W 88/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.12.2017 PCT/IB2017/057741**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.06.2018 WO18104914**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2017 E 17838074 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3510716**

54 Título: **Obtención e indicación de la combinación de componentes usada 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:
05.01.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

GRANT, STEPHEN y
FRENNE, MATTIAS

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 800 928 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 usada para CSI-RS

5 **Campo técnico**

El contenido divulgado se refiere en general a las telecomunicaciones y más particularmente al control de la densidad de señal de referencia de información de estado de canal (CSI-RS, por sus siglas en inglés) en los canales de un sistema de comunicación inalámbrica móvil de próxima generación.

10

Antecedentes

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. Estos últimos incluyen el despliegue a baja frecuencias bajas (cientos de MHz), similar a LTE hoy en día, y 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 cobertura es emplear la conformación de haz de alta ganancia, normalmente de manera analógica, para lograr un balance de enlace satisfactorio. La conformación de haz también se usará a menores frecuencias (normalmente conformación de haz digital), y se espera que sea de naturaleza similar al sistema 3GPP LTE ya estandarizado (4G).

20

Con propósitos de antecedentes, algunos de los aspectos clave de LTE se describen en esta sección. De particular relevancia es la subsección que describe las señales de referencia de información de estado de canal (CSI-RS). Una señal similar se designará también para NR, y es el objeto de la presente solicitud.

25

Obsérvese que la terminología usada en el presente documento, tal como eNodoB y UE, debe considerarse no limitativa y, en particular, no implica una determinada relación jerárquica entre ambos; en general, "eNodoB" podría considerarse el dispositivo 1 y "UE" 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.

30

LTE y NR usan OFDM en el enlace descendente y OFDM u OFDM con dispersión de DFT en el enlace ascendente. El recurso físico de enlace descendente de LTE o NR básico puede considerarse así una rejilla de tiempo-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.

35

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 $T_{\text{subtrama}} = 1$ milisegundo

40

Además, la atribución 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 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 usa en el presente documento, se referirá así a un bloque de recursos que abarca un determinado número de subportadoras y un determinado número de símbolos de OFDM; el término tal como se usa 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.

50

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 ó 4 símbolos de OFDM en cada subtrama en LTE, y en 1 ó 2 símbolos de OFDM en NR. Un sistema de enlace descendente con 3 símbolos de OFDM como control se ilustra en la subtrama de enlace descendente ilustrada en la figura 8.

55

Precodificación basada en libro de códigos

60

Las técnicas de múltiples antenas pueden aumentar significativamente las velocidades de transmisión 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). Tales sistemas y/o técnicas relacionadas se denominan habitualmente MIMO.

65

NR está evolucionando actualmente con soporte de MIMO. Un componente principal en NR es el soporte de despliegues 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 porta el vector de símbolo \mathbf{s} se multiplica por una matriz de precodificador $N_T \times r$, \mathbf{W} que sirve para distribuir la energía de transmisión en un subespacio del espacio vectorial de N_T (correspondiente a N_T puertos de antena) dimensiones. La matriz de precodificador se selecciona normalmente de un libro de códigos de posibles matrices de precodificador, y se indica normalmente mediante un indicador de matriz de precodificador (PMI, *precoder matrix indicator*), que especifica una matriz de precodificador única en el libro de códigos para un número dado 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 logra la multiplexación espacial, ya que pueden transmitirse simultáneamente múltiples símbolos sobre el mismo elemento de recurso de tiempo/frecuencia (TFRE, por sus siglas en inglés). El número de símbolos r se adapta normalmente para adecuarse a las propiedades del canal actual.

LTE y NR usan OFDM en el enlace descendente y, por tanto, el vector $N_R \times 1$ recibido, \mathbf{y}_n para un determinado TFRE en la subportadora n (o, alternativamente, el número de TFRE de datos n) se modela así 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 por la frecuencia o que sea selectivo en frecuencia.

La matriz de precodificador se elige a menudo para que coincida con las características de matriz de canal de MIMO $N_R \times N_T$, \mathbf{H}_n , lo que da como resultado la denominada precodificación dependiente de canal. También se hace referencia a esto habitualmente como precodificación de bucle 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 puede seleccionarse para esforzarse por la ortogonalización del canal, lo que significa que después de la ecualización lineal apropiada 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 de canal.

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

En LTE y NR, se introdujo una secuencia de símbolos de referencia con el propósito de estimar información de estado de canal, la CSI-RS. La CSI-RS ofrece varias ventajas con respecto a basarse en realimentación de CSI en los símbolos de referencia comunes (CRS) que se usaron, con ese propósito, en versiones anteriores. En primer lugar, la CSI-RS no se usa para la demodulación de la señal de datos y, por tanto, no requiere la misma densidad (es decir, la tasa de CSI-RS es sustancialmente menor). En segundo lugar, la CSI-RS proporciona un medio mucho más flexible para configurar mediciones de realimentación de CSI (por ejemplo, puede configurarse qué recurso de CSI-RS medir de una manera específica de UE).

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

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

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

Pueden configurarse hasta 32 puertos de CSI-RS para un UE de LTE o NR, es decir, el UE puede estimar el canal desde hasta ocho antenas de transmisión.

Un puerto de antena es equivalente a un recurso de señal de referencia que el UE usará para medir el canal. Por tanto, una estación base con dos antenas podría definir dos puertos de CSI-RS, en los que cada puerto es un conjunto de elementos de recursos en la rejilla de tiempo-frecuencia dentro de una subtrama o un intervalo. La

estación base transmite cada una de estas dos señales de referencia desde cada una de las dos antenas de modo que el UE pueda medir los dos canales de radio y notificar la información de estado de canal de vuelta a la estación base basándose en estas mediciones. En LTE, se soportan recursos de CSI-RS con 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 y 32 puertos.

La CSI-RS utiliza un código de cobertura ortogonal (OCC, por sus siglas 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 rejillas de elementos de recursos sobre un par de RB con posiciones potenciales para RS específico de UE de LTE versión 9/10 (amarillo), CSI-RS (marcado con un número correspondiente al puerto de antena de CSI-RS) y CRS (azul y azul oscuro), hay muchos patrones de CSI-RS diferentes disponibles. Para el caso de 2 puertos de antena de CSI-RS, hay 20 patrones diferentes dentro de una subtrama. El número correspondiente de patrones es de 10 y 5 para 4 y 8 puertos de antena de CSI-RS, respectivamente. Para TDD, hay disponibles algunos patrones de CSI-RS adicionales.

Las configuraciones de señal de referencia de CSI se proporcionan en la tabla a continuación, 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 antena usa $(k', l') = (9, 5)$ en el intervalo 1 (el segundo intervalo de la subtrama), y según las fórmulas a continuación, los puertos 15, 16, usan OCC sobre los elementos de recursos $(k, l) = (9, 5), (9, 6)$ y los puertos 17, 18 usan OCC sobre los elementos de recursos $(3, 5), (3, 6)$ respectivamente (suponiendo que el índice de PRB $m = 0$), donde k es el índice de subportadora y l es el índice de símbolo de OFDM.

El código de cobertura ortogonal (OCC) se introduce a continuación mediante el factor $w_{l''}$

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

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

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

$$l'' = 0, 1$$

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

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

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					

	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				
Estructura de trama sólo de tipo 2	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				

Redes de antenas 2D

5 En LTE, se introdujo el soporte para redes de antenas bidimensionales en los que cada elemento de antena tiene un control de fase y amplitud independiente, lo que permite de ese modo la conformación de haz en las dimensiones vertical y horizontal. Tales redes de antenas pueden describirse (en parte) mediante el número de columnas de antenas 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 así $N = N_h N_v N_p$. Un ejemplo de 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 red de antenas bidimensional de elementos de antena con polarización cruzada ($N_p = 2$), siendo $N_h = 4$ elementos de antena horizontales y $N_v = 8$ elementos de antena verticales, y en el lado derecho de la figura 11 se ilustra la disposición de puertos real con 2 puertos verticales y 4 puertos horizontales. Esto podría obtenerse, por ejemplo, virtualizando cada puerto mediante 4 elementos de antena verticales. Por tanto, suponiendo que estén presentes puertos con polarización cruzada, el UE medirá 16 puertos de antena en este ejemplo.

15 Sin embargo, desde una perspectiva de estandarización, el número real de elementos de la red de antenas no es visible para el UE, sino más bien los puertos de antena, en los que cada puerto corresponde a una señal de referencia de CSI. El UE puede medir así el canal desde cada uno de estos puertos. Por tanto, se presenta una disposición de puertos 2D, descrito 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 . El número total de puertos de antena es así $M = M_h M_v M_p$. El mapeo de estos puertos a los N elementos de antena son un problema de implementación de eNB y, por tanto, no son visibles para el UE. El UE ni siquiera sabe el valor de N ; sólo conoce el valor del número de puertos M .

25 La precodificación puede interpretarse 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.

30 Un enfoque habitual al diseñar libros de códigos de precodificador personalizados para redes de antenas 2D es combinar precodificadores personalizados para una red horizontal y una red vertical de puertos de antena, respectivamente, por medio de un producto de Kronecker. Esto significa que (al menos parte de) el precodificador puede describirse en función de

$$W_H \otimes W_V$$

35 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 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 de código 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 $m = 0, \dots, N_H \cdot N_V - 1$.

45 Para UE de LTE versión 12 y anteriores, sólo se soporta una realimentación del libro de códigos para una disposición de puertos 1D, con 2, 4 u 8 puertos de antena. Por tanto, el libro de códigos se diseña suponiendo que estos puertos están dispuestos en línea recta.

Notificación de CSI periódica en un subconjunto de puertos de antena 2D

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

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

15 Las mediciones de CSI de disposición de puertos 2D grande y completo de hasta 64 puertos o incluso más sólo están presentes en los informes aperiódicos. Puesto que A-CSI se porta a través de PUSCH, la carga útil puede ser mucho mayor que el pequeño límite de 11 bits de P-CSI usando el formato 2 de PUCCH.

Atribución de recursos de CSI-RS para una red de antenas 2D

20 Se acordó que para 12 ó 16 puertos, un recurso de CSI-RS para notificación de CSI de clase A se compone como 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 ubicaciones de RE de CSI-RS según las configuraciones de recursos heredadas en TS36.211. Para 16 puertos:

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

25 Para la construcción de 12 puertos:

(N,K) = (4,3), (2,6)

30 Los puertos del recurso agregado corresponden a los puertos de los recursos de componentes según lo siguiente:

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

Numeración de puertos de antena de CSI-RS

35 Para unos P puertos de antena dados, los libros de códigos de precodificación de la versión 10, 12 y 13 están diseñados de modo que los P/2 primeros puertos de antena (por ejemplo, 15-22) deben mapearse a una red de antenas copolarizadas y los últimos P/2 puertos de antena (por ejemplo, 16-30) se mapean a otra red de antenas copolarizadas, con una polarización ortogonal al primer conjunto. Por tanto, esto tiene como objetivo redes de antenas con polarización cruzada. La figura 12 ilustra la numeración de puertos de antena para un caso de P = 8 puertos.

40 Por 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 usa un desplazamiento de fase con el alfabeto QPSK para poner en cofase los dos conjuntos de puertos de antena. Un libro de códigos de rango 1 se construye como

45
$$\begin{pmatrix} \mathbf{a} \\ \mathbf{a}e^{i\omega} \end{pmatrix}$$

donde **a** es un vector de longitud P/2 que forma un haz para las polarizaciones primera y segunda, respectivamente, y ω es un escalar de puesta en cofase que pone en cofase las dos polarizaciones ortogonales.

Uso de señales CSI-RS en NR

50 En NR, la señal CSI-RS debe diseñarse y usarse al menos con propósitos similares a los de LTE. Sin embargo, se espera que NR CSI-RS cumpla propósitos adicionales tales como el control de haces. El control de haces es un proceso mediante el cual se sigue la pista de haces de eNB y UE que incluye encontrar, mantener y cambiar entre haces adecuados a medida que los UE se mueven tanto dentro como entre las áreas de cobertura de los puntos de transmisión-recepción (TRP) de haces múltiples. Esto se logra cuando los UE realizan mediciones en las señales de referencia de CSI-RS y envían estas mediciones de vuelta a la red con propósitos de tomar decisiones de control de haces.

60 Por tanto, es un problema cómo diseñar una CSI-RS que pueda usarse para la funcionalidad de "tipo LTE", así como para la funcionalidad de control de haces con conformación de haz tanto digital como analógica.

65 Un punto de diferencia adicional entre NR y LTE es que NR soportará una numerología flexible, es decir, la separación entre subportadoras escalable (SCS, por sus siglas 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 mayores separaciones de subportadora significan que los elementos de recursos (RE) pueden estar más dispersos en la dimensión de frecuencia y esto da como resultado una mayor distancia en frecuencia entre CSI-RS. Por tanto, es un problema cómo diseñar CSI-RS para poder ajustar la densidad de frecuencia dependiendo de la SCS.

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 7 ó 14 símbolos de OFDM de longitud. En cambio, 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 colocación de CSI-RS en NR no está restringida para evitar colisiones con NR. Por tanto, puede usarse una mayor flexibilidad en el diseño de CSI-RS para NR.

Una presentación de 3GPP realizada por Ericsson ("Further discussion on CSI-RS pooling", R1-1612352) describe métodos para configurar un conjunto de recursos de CSI-RS e indicar de manera dinámica recursos del conjunto. Una presentación de 3GPP realizada por Fujitsu ("Aggregated CSI-RS Configuration and Signaling", R1-1611463) da a conocer métodos para soportar CSI-RS usando diferentes números de puertos. Una presentación de 3GPP realizada por Ericsson ("CSI-RS design", R1-1612330) establece los requisitos para el diseño de CSI-RS, en particular que debe soportar: mediciones para la adaptación de enlace usando realimentación de CSI de tipo I; mediciones para realimentación de CSI de tipo II que proporcionan alta resolución espacial; y mediciones para el control de haces.

Sumario

Varias de las técnicas y aparatos descritos en el presente documento abordan los problemas anteriores y proporcionan una mayor flexibilidad en el diseño y uso de CSI-RS para NR.

La invención se define en las reivindicaciones.

Los ejemplos de la divulgación incluyen un método que incluye una etapa en la que se obtiene una combinación de una o más unidades o componentes que van a usarse para un recurso de señal de referencia. La combinación puede obtenerse 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, un número de puertos configurados para uno o más dispositivos inalámbricos mediante los cuales se usará 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 puede realizarse de tal manera que haya uno o varios RE por puerto, por PRB entre los PRB usados para portar la señal de referencia. Este método de ejemplo comprende además una etapa en la que la combinación del uno o más componentes en el uno o más bloques de recursos físicos que van a usarse para el recurso de señal de referencia se indica a uno o más dispositivos inalámbricos.

En algunos ejemplos de los métodos resumidos anteriormente, cada bloque de recursos físicos abarca una pluralidad de subportadoras, e indicar que la combinación de uno o más componentes incluye indicar uno o más índices de subportadora. En algunos ejemplos, el uno o más índices de subportadora se indican al uno o más dispositivos inalámbricos que usan 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 usado para el recurso de 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 usarse por uno o más dispositivos inalámbricos para realizar mediciones de CSI, por ejemplo. En algunos ejemplos, el recurso de señal de referencia se usa para realizar al menos uno de adaptación de enlace para el uno o más dispositivos inalámbricos y control de haces para el uno o más dispositivos inalámbricos. Este control 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 usa para un recurso de señal de referencia.

5 En algunos ejemplos, la combinación indicada consiste en 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 del uno o más componentes incluye una indicación de uno o más índices de subportadora. En algunos de estos últimos ejemplos, la indicación del 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
10 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 usados 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.

20 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 usarse por uno o más dispositivos inalámbricos para realizar mediciones de CSI, por ejemplo. En algunos ejemplos, el recurso de señal de referencia se usa para realizar al menos uno de adaptación de enlace para el uno o más dispositivos inalámbricos y control de haces para el uno o más dispositivos inalámbricos.
25 Esta control 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 divulgación 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 tanto,
30 los ejemplos incluyen un nodo de red para su uso en una red de comunicación inalámbrica, estando el nodo de red adaptado para obtener una combinación de uno o más componentes que van a usarse para un recurso de señal de referencia, estando el uno o más componentes contenidos en uno o más bloques de recursos físicos de un intervalo, y para indicar, al uno o más dispositivos inalámbricos, la combinación del uno o más componentes en el uno o más bloques de recursos físicos que van a usarse para el recurso de señal de referencia. Asimismo, otros ejemplos
35 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 usar la combinación indicada de uno o más componentes para un recurso de señal de referencia. Las variaciones de estas técnicas tal como se resumieron anteriormente y tal como se describen con más detalle a continuación son igualmente aplicables a los ejemplos de métodos y aparatos descritos en el presente documento.

40 **Breve descripción de los dibujos**

Los dibujos ilustran realizaciones seleccionadas del contenido divulgado. En los dibujos, las etiquetas de referencia similares denotan características similares.

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

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

50 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.

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

La figura 6 es un diagrama esquemático de un recurso físico de enlace descendente de multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM) de ejemplo.

60 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.

65 La figura 10 es una ilustración gráfica de rejillas de elementos de recursos de ejemplo sobre un par de RB.

La figura 11 es una ilustración gráfica de una red de antenas de ejemplo y su disposición de puertos correspondiente.

5 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.

10 La figura 14 es otro 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 15 es una ilustración gráfica de un símbolo de OFDM que tiene seis unidades de CSI-RS en un PRB.

15 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 atribución de recursos en las que pueden agregarse unidades de CSI-RS.

20 La figura 18 es una ilustración gráfica de diversos mapeos de números de puerto de ejemplo que corresponden a las configuraciones de atribución de recursos de la figura 17.

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

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

30 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 cuando se usan 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.

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

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.

40 La figura 26 es una ilustración gráfica de un entorno de virtualización de ejemplo en el que pueden funcionar realizaciones de la invención.

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

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 según algunas realizaciones.

50 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 según algunas realizaciones.

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 según algunas realizaciones

55 **Descripción detallada**

La siguiente descripción presenta diversas realizaciones del contenido divulgado. Estas realizaciones se presentan como ejemplos de las enseñanzas y no deben interpretarse como limitativas del alcance del contenido divulgado. Por ejemplo, determinados detalles de las realizaciones descritas pueden modificarse, omitirse o ampliarse sin apartarse del alcance del contenido descrito.

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

65 Nodo de control: Tal como se usa en el presente documento, un “nodo de control”, ya sea un nodo de acceso de radio o un dispositivo inalámbrico usado para gestionar, controlar o configurar otro nodo.

Nodo de acceso de radio: Tal como se usa 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*) del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP), una estación base de alta potencia o macroestación base, 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 usa en el presente documento, un “nodo de red central” es cualquier tipo de nodo en una red central (CN, *core network*). Algunos ejemplos de un nodo de red central incluyen, por ejemplo, una entidad de gestión de movilidad (MME), un centro de localización de móviles en servicio evolucionado (E-SMLC), una pasarela de red de datos de paquete (PDN) (P-GW), una función de exposición de capacidad de servicio (SCEF), o similar.

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

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

Señalización: Tal como se usa en el presente documento, “señalización” comprende cualquiera de: señalización de capa alta (por ejemplo, a través de control de recursos de radio (RRC, *Radio Resource Control*) 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 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, con propósitos de control de haces, a menudo es necesario tener una densidad de frecuencia bastante libre. Por tanto, lo que es necesario para NR es una densidad muy flexible y configurable/controlable para adecuarse 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 divulgadas actualmente, la densidad puede controlarse 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. Un submuestreo aumentado de un recurso se traduce en una menor densidad de puertos y viceversa.

La densidad de puertos de CSI-RS flexible/controlable permite que un único marco de CSI-RS se adapte fácilmente para adecuarse a una amplia gama de casos de uso y escenarios de despliegue necesarios para NR. Las dos características de control generales anteriores pueden usarse individual o conjuntamente para adecuarse 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 analógica como para los extremos frontales digitales.

Según algunas realizaciones de las técnicas divulgadas actualmente, una “unidad” o un “componente” de CSI-RS básico puede definirse como dos elementos de recursos (RE) adyacentes contenidos dentro de un símbolo de OFDM en un intervalo. Los ejemplos descritos en el presente documento usan esta definición de un componente de CSI-RS, pero realizaciones de la invención no se limitan a esta definición. Por ejemplo, un componente de CSI-RS puede definirse 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. El uso de

componentes de CSI-RS, sea cual sea su tamaño particular, facilita un enfoque modular, que luego puede ampliarse 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 usado en LTE, es una mayor flexibilidad al solapar estos con otras señales de referencia, tales como la nueva señal de referencia de seguimiento diseñada para NR.

Las unidades de CSI-RS pueden agregarse para formar un recurso de CSI-RS. El recurso de CSI-RS se señala desde la red (gNB, eNB, TRP, ...) al UE y entonces el UE realiza mediciones de CSI en este recurso de CSI-RS y el UE realimenta los informes de medición de CSI a la red. La red usa luego esta información para la adaptación de enlace y/o la selección de haces y/o el control de haces.

La figura 13 representa 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 realimentación de CSI y transmite CSI-RS al dispositivo de comunicación inalámbrica/UE. Las mediciones se realizan en el UE y se envía un informe de CSI como realimentación a la red. Los datos pueden transmitirse 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 representa un diagrama de señalización similar. Sin embargo, en la figura 14, también se representa una configuración de control de haces, en la que el dispositivo de comunicación inalámbrica selecciona los haces. Más particularmente, el recurso de CSI-RS contiene N puertos que se dividen en B haces, de modo que cada haz tiene N/B puertos. El dispositivo de comunicación inalámbrica selecciona el subconjunto deseado de N/B puertos, es decir, el haz, para usar para la realimentación de CSI.

La figura 15 representa 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. Puede usarse 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 a continuación.

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 divulgadas actualmente no se limitan al uso de un mapa de bits de longitud 6 tal como se describió 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 reducirse (por ejemplo, un mapa de bits de longitud 3 para unidades de CSI-RS que abarcan cuatro subportadoras). Por tanto, el 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 ancla) colocado en una rejilla 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, el número de combinaciones de mapas de bits debería restringirse para tener en cuenta el hecho de que las unidades no pueden solaparse.

Tal como se muestra en la figura 15, en la que se muestran los índices de bits 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 usados 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 ancla" enumeradas en la tabla 2 a continuación. En cada fila de esta tabla, el primer valor de la ubicación ancla 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. Las ubicaciones de ejemplo para un PRB de intervalo de 14 símbolos, donde $x = 10$, se muestran en la figura 16. En los ejemplos comentados en el presente documento, se dice que un componente que comienza en un índice de subportadora se ubica en ese índice de subportadora. Sin embargo, se contemplan otras realizaciones en las que se hace referencia a la ubicación de un componente mediante el índice de subportadora en el que termina el componente. Por 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 ancla para unidades de CSI-RS.

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

5 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 puertos que también se señala desde la red al UE. Además, un recurso de CSI-RS también puede incluir los bloques de recursos para los cuales el recurso de CSI-RS es válido. En algunos casos, la CSI-RS no abarca todo el ancho de banda del sistema, sino sólo un ancho de banda parcial. Obsérvese que las figuras que se muestran en la presente solicitud sólo muestran uno o dos RB, pero estos patrones de RB pueden repetirse por 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).

10 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 divulgados actualmente. Otro aspecto de algunas realizaciones (submuestreo de recursos flexibles) se describe en el 3ª subsección.

20 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 puertos al recurso agregado. La definición de CSI-RS posiblemente también puede incluir el conjunto soportado de múltiples RB por los que se extiende este puerto de CSI-RS.

25 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 comprenden 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 para soportar la estimación y el seguimiento de errores de frecuencia para el UE (lo que requiere cierta separación temporal entre las señales de referencia para mayor precisión).

30 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 siguientes dos subportadoras), 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 puede especificarse mediante un índice de símbolo l_0 . Para un recurso de CSI-RS de 2 símbolos contiguos o 4 símbolos contiguos, los símbolos pueden estar restringidos a ser siempre adyacentes, en cuyo caso las ubicaciones de los símbolos están especificadas por los índices de símbolo l_0 e l_0+1 , para un recurso de CSI-RS de 2 símbolos, o el símbolo indexa 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.

45 Aunque las unidades de CSI-RS que forman la base para el recurso de CSI-RS pueden abarcar 1, 2 o 4 índices de símbolo contiguos, puede usarse un único 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. Al usar un único mapa de bits para indicar la combinación de uno o más componentes ubicados en cada uno de los múltiples índices de símbolo, se reduce el exceso de señalización.

55 Con tales agregaciones de recursos que abarcan tanto el tiempo (símbolos de OFDM) como la frecuencia (subportadoras, es decir, unidades), en algunas realizaciones, los códigos de cobertura ortogonales (OCC) pueden aplicarse como en LTE dentro de y/o entre unidades de CSI-RS. El uso de OCC es útil para captar más energía por puerto si se aplican a través del tiempo. Si se aplican a través de la frecuencia, puede aplicarse un mayor aumento de potencia CSI-RS sin infringir un umbral fijo potencial en la relación de potencia de cresta/media a través de los elementos de recursos.

En algunas realizaciones, las unidades de CSI-RS de un recurso de CSI-RS pueden ubicarse en dos ubicaciones ancla de índice de símbolo diferentes de un intervalo y las unidades de CSI-RS en cada ubicación ancla pueden indicarse al UE con un mapa de bits diferente, por ejemplo un primer mapa de bits que indica las unidades de CSI-RS usadas en una primera ubicación ancla y un segundo mapa de bits que indica las unidades de CSI-RS usadas en una segunda ubicación ancla. El uso 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 ancla 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 ancla pueden repetirse en un índice de símbolo adyacente a la ubicación ancla. Dicho de otro modo, cada ubicación ancla puede indicar al UE un par de índices de símbolo adyacentes usados para las unidades de CSI-RS al UE. Por tanto, dos mapas de bits se comunican desde la red al UE, y cada mapa de bits corresponde a un par diferente de símbolos no adyacentes. Las ubicaciones ancla de los símbolos no adyacentes por parejas pueden especificarse 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 ancla. Ejemplos de mapas de bits y asignaciones de números de puerto para cada par de símbolos de CSI-RS y ubicaciones de ejemplo para el par de símbolos de CSI-RS, designados por los 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 divulgadas actualmente. Con este enfoque, un nodo de red puede asignar un número variable de puertos a un recurso agregado dentro de un recurso de CSI-RS.

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

Se muestran varios ejemplos en cada recuadro de la figura 17. Por ejemplo, en el 3^{er} recuadro desde la izquierda en la fila inferior, se muestra la asignación de 4 puertos, 8 puertos y 16 puertos. En cada una de estas agregaciones, hay 16 RE, por tanto, la densidad de puertos, D , en los tres casos es 4, 2 y 1 RE/puerto/PRB, respectivamente. En todos los casos cuando el número de puertos es menor que el número de RE, la densidad de puertos es mayor de 1 RE/puerto/PRB. Esto es beneficioso para mayores separaciones entre subportadoras para mantener muestras separadas de manera similar del canal en el dominio de la frecuencia en comparación con el caso si se usara una menor separación entre subportadoras.

La figura 18 muestra mapeos de números de puerto de ejemplo para varias de las atribuciones de recursos mostradas en la figura 17. En una realización, los números de puerto se mapean primero a través de la frecuencia (unidades de CSI-RS) y luego a través del tiempo (símbolos de OFDM). Tal como puede observarse, un número de puerto dado aparece D veces dentro del recurso, lo que concuerda con la definición de densidad de puertos 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 lograr una densidad D flexible y controlable mayor de o igual a 1 RE/puerto/PRB. En esta subsección, se describe un segundo aspecto de determinadas realizaciones mediante el cual se describe la reducción de densidad flexible capaz de producir densidades de menos de 1 RE/puerto/PRB ($D < 1$). Esto es útil con varios propósitos. Uno es con propósitos de control de haces, en los que a menudo se usa un barrido de haz para descubrir la "dirección" del UE para su uso en transmisiones de datos y control de conformación de haz futuros. Para este tipo de aplicación, es útil tener una densidad CSI-RS relativamente escasa en la dimensión de frecuencia. Un motivo es que a menudo se usa la conformación de haz analógica (a altas frecuencias de portadora, tales como 28 GHz) y así el haz es de banda ancha y el RE correspondiente usado para un puerto de antena de CSI-RS puede extenderse por el ancho de banda (velocidad de muestreo a 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 tanto, no es necesario un muestreo frecuente en frecuencia. Un patrón más disperso puede conducir a mayores velocidades de cresta de transmisión de datos ya que hay más recursos disponibles para multiplexar símbolos de datos con los símbolos de CSI-RS.

La reducción de densidad flexible y controlable también para $D < 1$ se logra en determinadas realizaciones de la invención mediante el submuestreo del recurso de CSI-RS agregado mediante 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 en la mayoría de las subportadoras SF 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 .

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

Cuando se usa una estructura de peine de este tipo, hay $SF-1$ posibilidades para 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 $O = 1$. El uso de un desplazamiento de peine puede ser beneficioso para atribuir peines ortogonales a dos usuarios diferentes, otra motivación para la reducción de la densidad.

Obsérvese 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 atribuida a un usuario dado. En este ejemplo, las unidades de CSI-RS abarcan dos PRB diferentes, ya que se usa submuestreo con $SF = 2$. Generalmente, el número de PRB abarcados por las unidades de CSI-RS es igual a SF .

Aún otro ejemplo de submuestreo de recursos se muestra en la figura 20, en la que se usa el factor de submuestreo $SF = 4$ en un patrón que usa 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 conoce como acceso múltiple por división de frecuencia intercalada (IFDMA). Este tipo de patrón es útil para las operaciones de barrido de haz realizadas en el contexto del control de haces. En este caso, puede usarse un haz de transmisión (Tx) de eNB diferente en cada símbolo de OFDM. Luego, dentro de cada símbolo de OFDM, el UE puede barrer su haz de Rx 4 veces (igual al 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.

El submuestreo puede realizarse alternativamente por PRB en lugar de por RE. Por ejemplo, si se usa un factor de submuestreo $SF = 2$, entonces los símbolos de CSI-RS se ubican en cada segundo PRB y se logra una densidad de CSI-RS de $D = \frac{1}{2}$. Además, puede usarse un desplazamiento de peine (en número de PRB) de manera similar a un peine de nivel de RE. Sin embargo, el desplazamiento de peine se mediría en número de PRB (1, ..., $SF-1$) en lugar de en número de RE.

El uso 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 de portadora (1-100 GHz), opciones de implementación (conformación de haz digital o analógica). Por ejemplo, realizaciones de las técnicas divulgadas 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)
 - a. Descrito por un mapa de bits de longitud 6 que indica una combinación particular de unidades 1, 2, 3, 4, 5 y 6
2. Unidades de recursos agregados en el dominio del tiempo
 - a. Índices de símbolo 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, ..., $SF-1$
5. Una banda de frecuencia para la que se atribuye el recurso de CSI-RS (banda parcial, banda completa)
6. Configuración de OCC (si se usa)

Las realizaciones descritas pueden implementarse en cualquier tipo apropiado de sistema de comunicación que soporte cualquier estándar de comunicación adecuado y que use cualquier componente adecuado. Como un ejemplo, pueden implementarse determinadas realizaciones en una red LTE, tal como la ilustrada en la figura 1.

Haciendo referencia a la figura 1, una red 100 de comunicación comprende una pluralidad de dispositivos 105 de comunicación inalámbrica (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, eNodoB u otras estaciones base). La red 100 de comunicación está organizada en células 115, que se conectan a una red 120 central a través de los nodos 110 de acceso de radio correspondientes. Los nodos 110 de acceso de radio son capaces de comunicarse con los dispositivos 105 de comunicación inalámbrica 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 representar, en determinadas realizaciones, 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 representar, en realizaciones particulares, 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 200 de comunicación inalámbrica comprende un procesador 205, una memoria, un transceptor 215 y una antena 220. En determinadas realizaciones, algunas o todas las funcionalidades descritas como proporcionadas por los dispositivos UE, MTC o M2M, y/o cualquier otro tipo de dispositivo de comunicación inalámbrica puede proporcionarse por el procesador de dispositivo que ejecuta instrucciones almacenadas en un medio legible por ordenador, tal como la memoria mostrada en la figura 2. Algunas realizaciones alternativas pueden incluir componentes adicionales más allá de los mostrados en la figura 2 que pueden ser responsables de proporcionar determinados aspectos de la funcionalidad del dispositivo, incluyendo cualquiera de las funcionalidades 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, configurándose estos uno o más elementos de procesamiento para ejecutar el código de programa almacenado en la memoria 210, para controlar el transceptor 215 y ejecutar todas o algunas de las funcionalidades descritas en el presente documento, y pueden incluir, en algunas realizaciones, lógica digital con codificación de manera rígida que lleva a cabo todas o algunas de las funcionalidades descritas en el presente documento, por ejemplo, incluyendo las etapas de proceso mostradas en la figura 24. El término "circuito de procesamiento" se usa en el presente documento para referirse a una 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 305 de nodo puede comprender uno o más microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales, y similares, configurándose 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 funcionalidades descritas en el presente documento, y pueden incluir, en algunas realizaciones, lógica digital con codificación de manera rígida que lleva a cabo todas o algunas de las funcionalidades 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 usa en el presente documento para referirse a una cualquiera de estas combinaciones de elementos de procesamiento.

Por tanto, en determinadas realizaciones, algunas o todas las funcionalidades descritas como proporcionadas por una estación base, un nodo B, un enodo B y/o cualquier otro tipo de nodo de red pueden proporcionarse por el procesador 305 de nodo que ejecuta instrucciones almacenadas en un medio legible por ordenador, tal como la memoria 310 mostrada en la figura 3. De nuevo, esta funcionalidad incluye, por ejemplo, las operaciones mostradas en los diagramas de flujo de las figuras 4, 5 y 22. Algunas 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 un recurso de señal de referencia se agrega en uno o más de un dominio de la frecuencia y del tiempo. El método comprende además una etapa 410 en la que se ajusta una característica de densidad del recurso de señal de referencia agregado que va a transmitirse al uno o más dispositivos (105) inalámbricos. El método comprende además una etapa 415 en la que se transmite una señal de referencia a cada uno de los dispositivos (105) inalámbricos, usando el recurso de señal de referencia agregado con la característica de densidad ajustada. El método todavía puede comprender además, en algunas realizaciones, señalar una indicación del recurso de señal de referencia agregado con la característica de densidad al 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 usados 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 una pluralidad de agregaciones de recursos, en el que 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 portan unidades de recursos dentro de cada intervalo de transmisión y un segundo número j de unidades de recursos por cada uno de los primeros símbolos de OFDM, por cada uno de los 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 atribuyen las unidades de recursos dentro de cada bloque de recursos. Con la realización de las etapas mostradas en los bloques 510 y 520, tal como se describió 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 recurso.

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, usando las unidades de recursos atribuidas 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 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 en dos elementos de recursos de OFDM adyacentes. En algunas realizaciones, el primer número i de símbolos de OFDM dentro de cada intervalo de transmisión son contiguos.

20 En algunas realizaciones, transmitir la señal de referencia para cada uno de los p puertos comprende aplicar un código de cobertura ortogonal a una secuencia de señales predeterminada antes de transmitir la señal de referencia. En algunas realizaciones, el método comprende además seleccionar un factor de submuestreo SF de 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, definiéndose de ese modo una configuración de
25 señales de referencia de densidad reducida que tiene una densidad de puertos de señal de referencia reducida D' 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 señales de referencia de densidad reducida.

30 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 van a usarse para un recurso de señal de referencia. La combinación puede obtenerse 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, un número de puertos configurados para uno o más dispositivos inalámbricos
35 mediante los que se usará el recurso de señal de referencia. Tal como se comentó anteriormente, esta obtención puede comprender 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 puede realizarse de tal manera que haya uno o varios RE por puerto, por PRB entre los PRB usados para portar la señal de referencia. El método comprende además una etapa S2210 en la que la combinación del uno o más componentes en el uno o más bloques de recursos físicos que van a usarse para el recurso de señal de referencia se indican a uno o más dispositivos (105) inalámbricos.

40 En algunas realizaciones del método ilustrado generalmente en la figura 22, cada bloque de recursos físicos abarca una pluralidad de subportadoras, y que indica que la combinación de uno o más componentes incluye indicar uno o más índices de subportadora. En algunas realizaciones, el uno o más índices de subportadora se indican al uno o
45 más dispositivos inalámbricos que usan 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 usados para el recurso de señal de referencia. En algunas realizaciones, el número de bits en cada uno del uno o más mapas de bits depende del número de
50 subportadoras en un componente. En algunas realizaciones, 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.

55 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.

60 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 usarse por el uno o más dispositivos inalámbricos para realizar mediciones de CSI, por ejemplo. En algunas realizaciones, el recurso de señal de referencia se usa para realizar al menos uno de adaptación de enlace para uno o más dispositivos inalámbricos y control de haces para el uno o más dispositivos inalámbricos. Este control 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.

65 La figura 23 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un aparato 2300 en una red inalámbrica (por ejemplo, la red inalámbrica mostrada en la figura 1). El aparato puede implementarse en un nodo de red (por ejemplo, el nodo 110 de red mostrado en la figura 1). El aparato 2300 puede hacerse funcionar para llevar a cabo el método de

ejemplo descrito con referencia a la figura 22 y posiblemente cualquier otro proceso o método divulgado en el presente documento. También debe entenderse que el método de la figura 22 no se lleva a cabo necesariamente sólo por el aparato 2300. Al menos algunas de las operaciones del método pueden realizarlas por una o más entidades.

5 El aparato 2300 virtual puede comprender un conjunto de circuitos de procesamiento que puede incluir uno o más microprocesadores o microcontroladores, así como otro hardware digital, que pueden incluir procesadores de señales digitales (DSP, *digital signal processors*), lógica digital de propósito especial, y similares. El conjunto de circuitos de procesamiento puede configurarse para ejecutar código de programa almacenado en la memoria, que puede incluir uno o varios tipos de memoria, tales como memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio, memoria caché, dispositivos de memoria *flash*, dispositivos de almacenamiento ópticos, 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 conjunto de circuitos de procesamiento puede usarse para realizar la funcionalidad de la unidad 2305 de obtención 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 divulgación.

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

25 La figura 24 es un diagrama de flujo que ilustra un método 2400 para 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 la combinación indicada de uno o más componentes se usa para un recurso de señal de referencia.

30 En algunas realizaciones, la combinación indicada consiste en 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 del uno o más componentes incluye una indicación de uno o más índices de subportadora. En algunas de estas últimas realizaciones, la indicación del 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 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 usados para el recurso de señal de referencia. En algunas de estas realizaciones, el número de bits en cada uno de los uno o más mapas de bits es la mitad del número de subportadoras en el bloque de recursos físicos.

45 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.

50 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 usarse por uno o más dispositivos inalámbricos para realizar mediciones de CSI, por ejemplo. En algunas realizaciones, el recurso de señal de referencia se usa para realizar al menos uno de adaptación de enlace para el uno o más dispositivos inalámbricos y control de haces para el uno o más dispositivos inalámbricos. Este control 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.

55 La figura 25 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un aparato 2500 en una red inalámbrica (por ejemplo, la red inalámbrica mostrada en la figura 1). El aparato puede implementarse en un dispositivo inalámbrico (por ejemplo, el dispositivo 105 inalámbrico mostrado en las figuras 1 y 2). El aparato 2300 puede hacerse 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 divulgado en el presente documento. También debe entenderse que el método de la figura 24 no se lleva a cabo necesariamente sólo por el aparato 2500. Al menos algunas de las operaciones del método pueden realizarlas una o más entidades diferentes.

65 El aparato 2500 virtual puede comprender un conjunto de circuitos de procesamiento que puede incluir uno o más microprocesadores o microcontroladores, así como otro hardware digital, que pueden incluir procesadores de señales digitales (DSP), lógica digital de propósito especial, y similares. El conjunto de circuitos de procesamiento puede configurarse para ejecutar código de programa almacenado en la memoria, que puede incluir uno o varios tipos de memoria, tales como memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio, memoria caché,

dispositivos de memoria *flash*, dispositivos de almacenamiento ópticos, 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 conjunto de circuitos de procesamiento puede usarse para realizar la funcionalidad de la unidad 2505 de recepción y la unidad 2510 de uso, y cualquier otra unidad adecuada del aparato 2500 para realizar las funciones correspondientes según una o más realizaciones de la presente divulgación.

Tal como se ilustra en la figura 25, el aparato 2500 incluye la unidad 2505 de recepción y la unidad 2510 de uso. La unidad 2505 de recepción 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 uso está configurada para usar 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 campo de la electrónica, los dispositivos eléctricos y/o dispositivos electrónicos y puede incluir, por ejemplo, conjuntos de circuitos eléctricos y/o electrónicos, dispositivos, módulos, procesadores, memorias, estado sólido lógico y/o dispositivos discretos, programas informáticos o instrucciones para llevar a cabo tareas, procedimientos, cálculos, resultados y/o funciones de visualización respectivos, etcétera, 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 las funciones implementadas por algunas realizaciones pueden virtualizarse. En el presente contexto, virtualizar significa crear versiones virtuales de aparatos o dispositivos que puede incluir virtualizar plataformas de hardware, dispositivos de almacenamiento y recursos de conexión en red. Tal como se usa en el presente documento, la virtualización puede aplicarse 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 componentes de los mismos y se refiere a una implementación en la que al menos una parte de la funcionalidad se implementa como uno o más componentes virtuales (por ejemplo, a través de una o más aplicaciones, componentes, funciones, máquinas virtuales o contenedores que se ejecutan 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 implementarse 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 virtualizarse por completo.

Las funciones pueden implementarse mediante una o más aplicaciones 2620 (que pueden denominarse alternativamente instancias de software, dispositivos virtuales, funciones de red, nodos virtuales, funciones de red virtuales, etc.) operativas para implementar algunas de las características, funciones y/o beneficios de algunas de las realizaciones divulgadas en el presente documento. Las aplicaciones 2620 se ejecutan en el entorno 2600 de virtualización que proporciona el hardware 2630 que comprende el conjunto 2660 de circuitos de procesamiento y la memoria 2690. La memoria 2690 contiene instrucciones 2695 ejecutables por el conjunto 2660 de circuitos de procesamiento mediante lo cual la aplicación 2620 está operativa para proporcionar una o más de las características, beneficios y/o funciones divulgados en el presente documento.

El entorno 2600 de virtualización comprende dispositivos 2630 de hardware de red de propósito general o de propósito especial que comprenden un conjunto de uno o más procesadores o conjuntos 2660 de circuitos de procesamiento, que pueden ser procesadores disponibles en el comercio (COTS, *comercial off-the-shelf*), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) dedicados, o cualquier otro tipo de conjunto de circuitos de procesamiento, incluidos componentes de hardware digital o analógico o procesadores de propósito especial. Cada dispositivo de hardware puede comprender la memoria 2690-1, que puede ser una memoria no persistente para almacenar temporalmente las instrucciones 2695 o software ejecutado por el conjunto 2660 de circuitos de procesamiento. Cada dispositivo de hardware puede comprender uno o más controladores de interfaz de red (NIC) 2670, también conocido como tarjetas de interfaz de red, que incluyen la interfaz 2680 de red física. Cada dispositivo de hardware también puede incluir medios 2690-2 de almacenamiento no transitorios, persistentes y legibles por máquina que tienen almacenado en el software 2695 y/o instrucciones ejecutables mediante el conjunto 2660 de circuitos de procesamiento. El software 2695 puede incluir cualquier tipo de software incluyendo software para instanciar una o más capas 2650 de virtualización (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, conexión en red virtual o interfaz y almacenamiento virtual, y pueden ejecutarse mediante una capa 2650 de virtualización o hipervisor correspondiente.

Pueden implementarse W3 diferentes realizaciones de la instancia del aparato 2620 virtual en una o más de las máquinas 2640 virtuales, y las implementaciones pueden realizarse de diferentes maneras.

5 Durante el funcionamiento, el conjunto 2660 de circuitos de procesamiento ejecuta el software 2695 para instanciar el hipervisor o la capa 2650 de virtualización, que puede denominarse a veces monitor de máquina virtual (VMM, por sus siglas en inglés). La capa 2650 de virtualización puede presentar una plataforma operativa virtual que aparece como hardware de conexión en 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 una agrupación de hardware más grande (por ejemplo, tal como en un centro de datos o equipo local de cliente (CPE, por sus siglas en inglés)) en el que muchos nodos de hardware funcionan juntos y se gestionan a través de gestión y orquestación (MANO, por sus siglas en inglés) 26100, que, entre otros, supervisa la gestión del ciclo de vida de las aplicaciones 15 2620.

La virtualización del hardware se denomina en algunos contextos virtualización de funciones de red (NFV, por sus siglas en inglés). La NFV puede usarse 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 20 ubicados en centros de datos y equipos locales de cliente.

En el contexto de NFV, la máquina 2640 virtual puede ser una implementación de software de una máquina física que ejecuta programas como si estuvieran ejecutándose en una máquina física no virtualizada. Cada una de las 25 máquinas 2640 virtuales, y aquella 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 de las máquinas 2640 virtuales, forma elementos de red virtual (VNE, por sus siglas en inglés) independientes.

Aún en el contexto de NFV, la función de red virtual (VNF) es responsable de manejar funciones de red específicas que se ejecutan en una o más máquinas 2640 virtuales sobre la infraestructura 2630 de conexión en red de 30 hardware y corresponde a la aplicación 2620 (*app*) en la figura 26.

En algunas realizaciones, una o más unidades 26200 de radio que incluyen, cada una, uno o más transmisores 26220 y uno o más receptores 26210 pueden acoplarse a una o más antenas 26225. Las unidades 26200 de radio 35 pueden comunicarse directamente con los nodos 2630 de hardware a través de una o más interfaces de red apropiadas y pueden usarse 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, puede efectuarse alguna señalización con el uso del sistema 26230 de control que, 40 alternativamente, puede usarse para la comunicación entre los nodos 2630 de hardware y las unidades 26200 de radio.

Funcionamiento con ordenadores centrales remotos

45 Con referencia a la figura 27, según una realización, un sistema de comunicación incluye la red 2710 de telecomunicaciones, tal como una red celular de tipo 3GPP, que comprende la red 2711 de acceso, tal como una red de acceso de radio y la red 2714 central. La red 2711 de acceso comprende una pluralidad de estaciones 2712a, 2712b, 2712c base, tales como NB, eNB, gNB u otros tipos de puntos de acceso inalámbrico, definiendo cada uno un área 2713a, 2713b, 2713c de cobertura correspondiente. Cada estación 2712a, 2712b, 2712c base puede conectarse a la red 2714 central a través de una conexión 2715 por cable o inalámbrica. Un primer UE 2791 ubicado 50 en el área 2713c de cobertura está configurado para conectarse de manera inalámbrica a la estación 2712c base correspondiente o someterse a radiobúsqueda por la misma. Un segundo UE 2792 en el área 2713a de cobertura puede conectarse de manera inalámbrica a la estación 2712a base correspondiente. Aunque se ilustra una pluralidad de UE 2791, 2792 en este ejemplo, las realizaciones divulgadas 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 2712 base 55 correspondiente.

La red 2710 de telecomunicaciones se conecta a su vez al ordenador 2730 central, que puede incorporarse 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 2730 central puede estar bajo la 60 titularidad o el control de un proveedor de servicios, o puede hacerse funcionar por el proveedor de servicios o a nombre del proveedor de servicios. Las conexiones 2721 y 2722 entre la red 2710 de telecomunicaciones y el ordenador 2730 central pueden extenderse directamente desde la red 2714 central hasta el ordenador 2730 central 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 65 una red troncal 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 2730 central. La conectividad puede describirse como una conexión 2750 superpuesta (OTT, *over-the-top*). El ordenador 2730 central y los UE 2791, 2792 conectados están configurados para comunicar datos y/o señalización a través de la conexión 2750 OTT, usando 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 encaminamiento de las comunicaciones de enlace ascendente y enlace descendente. Por ejemplo, puede no informarse, o no ser necesario, a la estación 2712 base sobre el encaminamiento anterior de una comunicación de enlace descendente entrante con datos que se originan desde el ordenador 2730 central para reenviarse (por ejemplo, traspasarse) a un UE 2791 conectado. De manera similar, no es necesario que la estación 2712 base conozca el encaminamiento futuro de una comunicación de enlace ascendente saliente que se origina desde el UE 2791 hacia el ordenador 2730 central.

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

El sistema 2800 de comunicación incluye además la estación 2820 base proporcionada en un sistema de telecomunicaciones y que comprende hardware 2825 que le permite comunicarse con el ordenador 2810 central 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 2870 inalámbrica con el UE 2830 ubicado en un área de cobertura (no mostrada en la figura 28) a la que da servicio la estación 2820 base. La interfaz 2826 de comunicación puede configurarse para facilitar la conexión 2860 con el ordenador 2810 central. 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 2820 base incluye además un conjunto 2828 de circuitos de procesamiento que puede comprender uno o más procesadores programables, circuitos integrados de aplicación específica, disposiciones de puertas programables en campo, o combinaciones de estos (no se muestran) adaptadas para ejecutar instrucciones. La estación 2820 base tiene además el software 2821 almacenado internamente o accesible a través de una conexión externa.

El sistema 2800 de comunicación incluye además el UE 2830 al que ya se hizo 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 da servicio a un área de cobertura en la que está ubicado actualmente el UE 2830. El hardware 2835 del UE 2830 incluye además un conjunto 2838 de circuitos de procesamiento que puede comprender uno o más procesadores programables, circuitos integrados de aplicación específica, disposiciones de puertas programables en campo o combinaciones de estos (no se muestran) adaptadas para ejecutar instrucciones. El UE 2830 comprende además el software 2831, que se almacena en o es accesible por el UE 2830 y ejecutable por el conjunto 2838 de circuitos 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 soporte del ordenador 2810 central. En el ordenador 2810 central, una aplicación 2812 principal de ejecución puede comunicarse con la aplicación 2832 de cliente de ejecución a través de la conexión 2850 OTT que termina en el UE 2830 y el ordenador 2810 central. Al proporcionar el servicio al usuario, la aplicación 2832 de cliente puede recibir datos de solicitud de la aplicación 2812 principal y proporcionar datos de usuario en respuesta a los datos de solicitud. La conexión 2850 OTT puede transferir tanto los datos de solicitud como los datos de usuario. La aplicación 2832 de cliente puede interactuar con el usuario para generar los datos de usuario que proporciona.

Se observa que el ordenador 2810 central, la estación 2820 base y el UE 2830 ilustrados en la figura 28 pueden ser similares o idénticos al ordenador 2730 central, una de las estaciones 2712a, 2712b, 2712c base y uno de los UE 2791, 2792 de la figura 27, respectivamente. Es decir, los mecanismos internos de estas entidades pueden ser tal como se muestra en la figura 28 e independientemente, la topología de 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 2810 central y el UE 2830 a través de la estación 2820 base, sin referencia explícita a ningún dispositivo intermediario y el encaminamiento preciso de mensajes a través de estos dispositivos. La infraestructura de red puede determinar el encaminamiento, que puede configurarse para ocultarse del UE 2830 o del proveedor 2810 de servicios que hace funcionar el ordenador central, o de ambos. Mientras la conexión 2850 OTT está activa, la infraestructura de red puede tomar además decisiones mediante las cuales cambia de manera dinámica el encaminamiento (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 2820 base es según las enseñanzas de las realizaciones descritas en la totalidad de esta divulgación. Una o más de las diversas realizaciones mejoran el rendimiento de los servicios OTT proporcionados al UE 2830 usando la conexión 2850 OTT, en la que la conexión 2870 inalámbrica forma el último segmento. Más precisamente, las enseñanzas de estas realizaciones pueden mejorar la velocidad de transmisión de datos, entre otras cosas, y proporcionar de ese modo beneficios tales como restricciones relajadas en resolución/tamaño de archivo y una mejor capacidad de respuesta.

Puede proporcionarse un procedimiento de medición con el propósito de controlar la velocidad de transmisión de datos, la latencia y otros factores en los que mejoran una o más realizaciones. Además, puede haber una funcionalidad de red opcional para reconfigurar la conexión 2850 OTT entre el ordenador 2810 central y el UE 2830, en respuesta a variaciones en los resultados de la medición. El procedimiento de medición y/o la funcionalidad de red para reconfigurar la conexión 2850 OTT pueden implementarse en el software 2811 y el hardware 2815 del ordenador 2810 central o en el software 2831 y el hardware 2835 del UE 2830, o ambos. En realizaciones, pueden desplegarse sensores (no mostrados) 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 suministrando valores de las cantidades monitorizadas ejemplificadas anteriormente, o suministrando 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, ajustes de retransmisión, encaminamiento preferido, etc.; no es necesario que la reconfiguración afecte a la estación 2820 base, y puede ser desconocida o imperceptible para la estación 2820 base. Tales procedimientos y funcionalidades pueden conocerse y ponerse en práctica en la técnica. En determinadas realizaciones, las mediciones pueden implicar señalización de UE de propiedad que facilita las mediciones de rendimiento, tiempos de propagación, latencia y similares por el ordenador 2810 central. Las mediciones pueden implementarse de modo que el software 2811 y 2831 hace que se transmitan mensajes, en particular mensajes vacíos o "ficticios", usando la conexión 2850 OTT mientras monitoriza los 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. Por simplicidad de la presente divulgación, sólo se incluirán en esta sección las referencias del dibujo a 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 central proporciona los datos de usuario ejecutando una aplicación principal. En la etapa 2920, el ordenador central inicia una transmisión que porta los datos de usuario al UE. En la etapa 2930 (que puede ser opcional), la estación base transmite al UE los datos de usuario que se portaron en la transmisión que inició el ordenador central, según las enseñanzas de las realizaciones descritas en la totalidad de esta divulgación. 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. Por simplicidad de la presente divulgación, sólo se incluirán en esta sección referencias del dibujo a la figura 30. En la etapa 3010 del método, el ordenador central proporciona datos de usuario. En una subetapa opcional (no mostrada), el ordenador central proporciona los datos de usuario ejecutando una aplicación principal. En la etapa 3020, el ordenador central inicia una transmisión que porta los datos de usuario al UE. La transmisión puede pasar a través de la estación base, según las enseñanzas de las realizaciones descritas en la totalidad de esta divulgación. En la etapa 3030 (que puede ser opcional), el UE recibe los datos de usuario portados en la transmisión.

Tal como se describió anteriormente, las realizaciones a modo de ejemplo proporcionan tanto métodos como aparatos correspondientes que consisten en diversos módulos que proporcionan funcionalidad para realizar las etapas de los métodos. Los módulos pueden implementarse como hardware (incorporado en uno o más chips que incluye un circuito integrado tal como un circuito integrado de aplicación específica), o pueden implementarse como software o firmware para la ejecución por un procesador. En particular, en el caso de firmware o software, las realizaciones a modo de ejemplo pueden proporcionarse 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 el procesador informático. El medio de almacenamiento legible por ordenador puede ser no transitorio (por ejemplo, discos magnéticos; discos ópticos; memoria de sólo lectura; dispositivos de memoria *flash*; 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,

5 etc.). El acoplamiento de un procesador y otros componentes es normalmente a través de uno o más buses o puentes (también denominados controladores de bus). El dispositivo de almacenamiento y las señales que portan tráfico digital representan respectivamente uno o más medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios o transitorios. Por tanto, el dispositivo de almacenamiento de un dispositivo electrónico dado almacena normalmente código y/o datos para su ejecución en el conjunto de uno o más procesadores de ese dispositivo electrónico, tal como un controlador.

10 Aunque las realizaciones y sus ventajas se han descrito con detalle, debe entenderse que pueden realizarse diversos cambios, sustituciones y alteraciones en el presente documento sin apartarse del alcance definido por las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, muchas de las características y funciones comentadas anteriormente pueden implementarse en software, hardware o firmware, o una combinación de los mismos. Además, muchas de las características, funciones y etapas para hacer funcionar los mismos pueden reordenarse, omitirse, añadirse, etc., y todavía se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

15 **Lista de abreviaturas**

- TRP - Punto de transmisión/recepción
- 20 UE - Equipo de usuario
- NW - Red
- BPL – Enlace de par de haces
- 25 BLF – Fallo de enlace de par de haces
- BLM – Monitorización de enlace de par de haces
- BPS - Interruptor de enlace de par de haces
- 30 RLM - Monitorización de enlace de radio
- RLF - fallo de enlace de radio
- 35 PDCCH - Canal físico de control de enlace descendente
- RRC - Control de recursos de radio
- 40 CRS - Señal de referencia específica de célula
- CSI-RS - Señal de referencia de información de estado de canal
- RSRP - Potencia recibida de señal de referencia
- 45 RSRQ - Calidad recibida de señal de referencia
- gNB - Estación base de NR
- PRB - Bloque de recursos físicos
- 50 RE - Elemento de recursos

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método de configuración, mediante un nodo (110) de red de una red (100) de comunicación inalámbrica, de un recurso de señal de referencia en la red (100) de comunicación inalámbrica, comprendiendo el método:

obtener (S2205) una combinación de uno o más componentes que van a usarse para un recurso de señal de referencia, estando el uno o más componentes contenidos en uno o más bloques de recursos físicos de un intervalo; e

10 indicar (S2210), a uno o más dispositivos (105) inalámbricos, la combinación de uno o más componentes en el uno o más bloques de recursos físicos que van a usarse para el recurso de señal de referencia,

en el que cada bloque de recursos físicos abarca una pluralidad de subportadoras, y en el que indicar la combinación de uno o más componentes incluye indicar uno o más índices de subportadora,

15 en el que la indicación del uno o más índices de subportadora incluye un mapa de bits, y

en el que cada bit en el mapa de bits corresponde de manera única a un índice de subportadora y 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 usados para el recurso de señal de referencia.
- 25 2. Método según la reivindicación 1, en el que obtener (S2205) la combinación del uno o más componentes que van a usarse para un recurso de señal de referencia comprende agregar el uno o más componentes a través de dos o más bloques de recursos físicos, para formar el recurso de señal de referencia.
- 30 3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que obtener (S2205) la combinación del uno o más componentes que van a usarse para un recurso de señal de referencia comprende agregar un elemento de recurso, RE, por puerto, por bloque de recursos físicos del uno o más bloques de recursos físicos del intervalo para formar el recurso de señal de referencia.
- 35 4. Método de obtención, mediante un dispositivo (105) inalámbrico de una red (100) de comunicación inalámbrica, de una indicación de un recurso de señal de referencia en la red (100) de comunicación inalámbrica, comprendiendo el método:

recibir (S2405) una indicación, desde un nodo (110) de red, de una combinación de uno o más componentes contenidos en uno o más bloques de recursos físicos de un intervalo; y

40 usar (S2410) la combinación indicada de uno o más componentes para un recurso de señal de referencia,

en el que cada bloque de recursos físicos abarca una pluralidad de subportadoras, y en el que la indicación de la combinación del uno o más componentes incluye una indicación de uno o más índices de subportadora,

45 en el que la indicación de uno o más índices de subportadora incluye un mapa de bits, y

en el que cada bit en el mapa de bits corresponde de manera única a un índice de subportadora y 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 usados para el recurso de señal de referencia.

50
- 55 5. Método según la reivindicación 4, en el que la combinación indicada consiste en un elemento de recurso, RE, por puerto, por bloque de recursos físicos del uno o más bloques de recursos físicos del intervalo.
- 60 6. Método según la reivindicación 1 ó 4, en el que el número de bits en el mapa de bits depende del número de subportadoras en un componente.
7. Método según la reivindicación 1 ó 4, en el que el número de bits en el mapa de bits es la mitad del número de subportadoras en el bloque de recursos físicos.
8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de los componentes corresponde a dos o más subportadoras.
- 65 9. Método según la reivindicación 8, en el que las dos o más subportadoras de cada componente son adyacentes en frecuencia.

10. Método según la reivindicación 8, en el que cada componente corresponde a dos o más símbolos adyacentes.
- 5 11. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el recurso de señal de referencia es un recurso de CSI-RS.
12. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el recurso de señal de referencia se usa para realizar al menos uno de:
- 10 adaptación de enlace para el dispositivo (105) inalámbrico, y
control de haces para el dispositivo (105) inalámbrico.
- 15 13. Dispositivo (105, 200) inalámbrico para facilitar las comunicaciones en una red (100) de comunicación inalámbrica obteniendo una indicación de un recurso de señal de referencia en la red (100) de comunicación inalámbrica, comprendiendo el dispositivo inalámbrico circuitos de procesamiento configurados para realizar las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 4, 5 y 6-12 cuando dependen de la reivindicación 4.
- 20 14. Nodo (110, 300) de red para configurar un recurso de señal de referencia en la red (100) de comunicación inalámbrica, comprendiendo el nodo de red circuitos de procesamiento configurados para realizar las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1-3 y 6-12 cuando dependen de la reivindicación 1.
- 25 15. Sistema (2800) de comunicación que incluye un ordenador (2810) central que comprende:
conjunto (2818) de circuitos de procesamiento configurado para proporcionar datos de usuario; y
una interfaz (2816) de comunicación configurada para reenviar los datos de usuario a una red celular para su transmisión a un dispositivo (2830) inalámbrico,
- 30 en el que la red celular comprende un nodo (2820) de red que tiene:
una interfaz (2826) de comunicación configurada para recibir los datos de usuario;
- 35 una interfaz (2827) de radio configurada para interconectarse con un dispositivo (2830) inalámbrico para reenviar los datos de usuario al dispositivo (2830) inalámbrico; y
conjunto (2828) de circuitos de procesamiento configurado para realizar las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1-3 y 6-12 cuando dependen de la reivindicación 1.
- 40 16. Sistema de comunicación según la reivindicación 15, que incluye además el dispositivo inalámbrico según la reivindicación 13, en el que el dispositivo inalámbrico está configurado para comunicarse con el nodo de red.

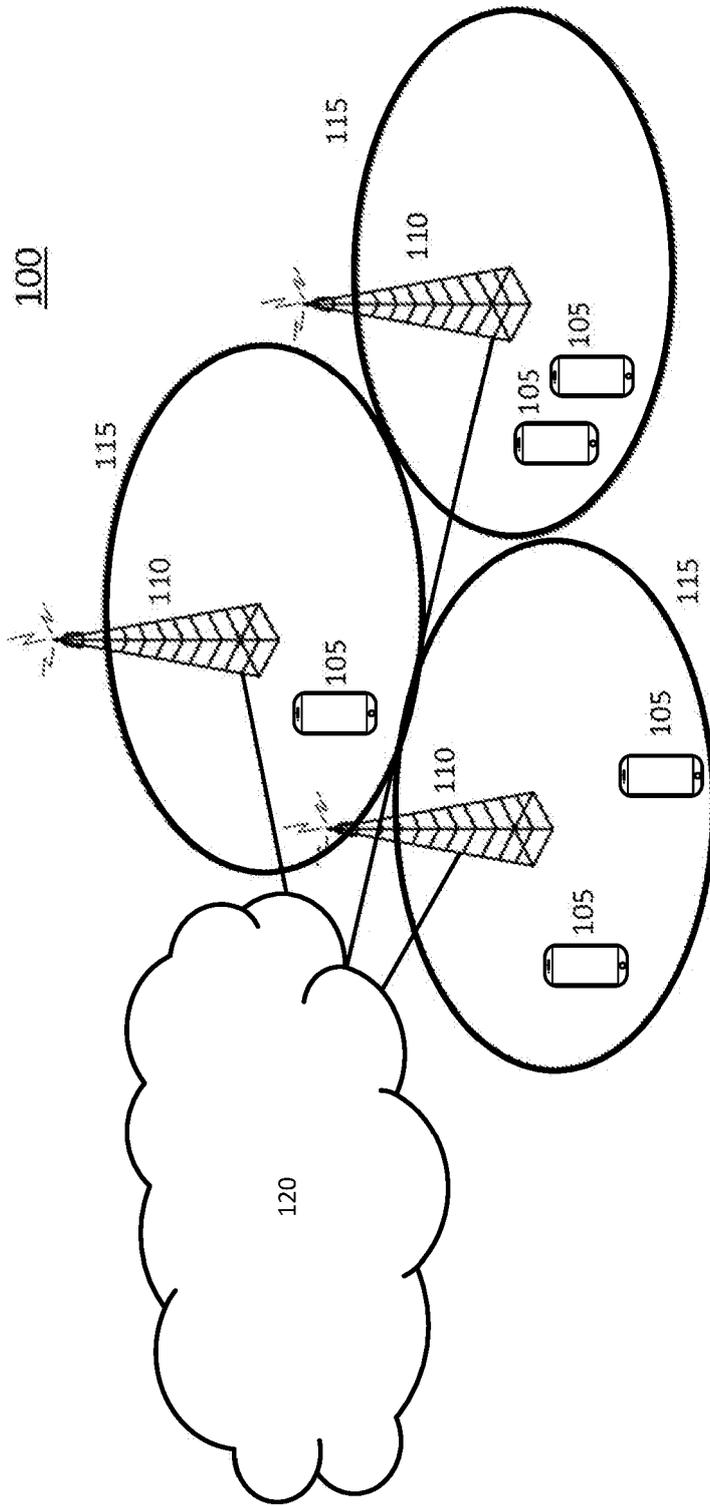


FIG. 1

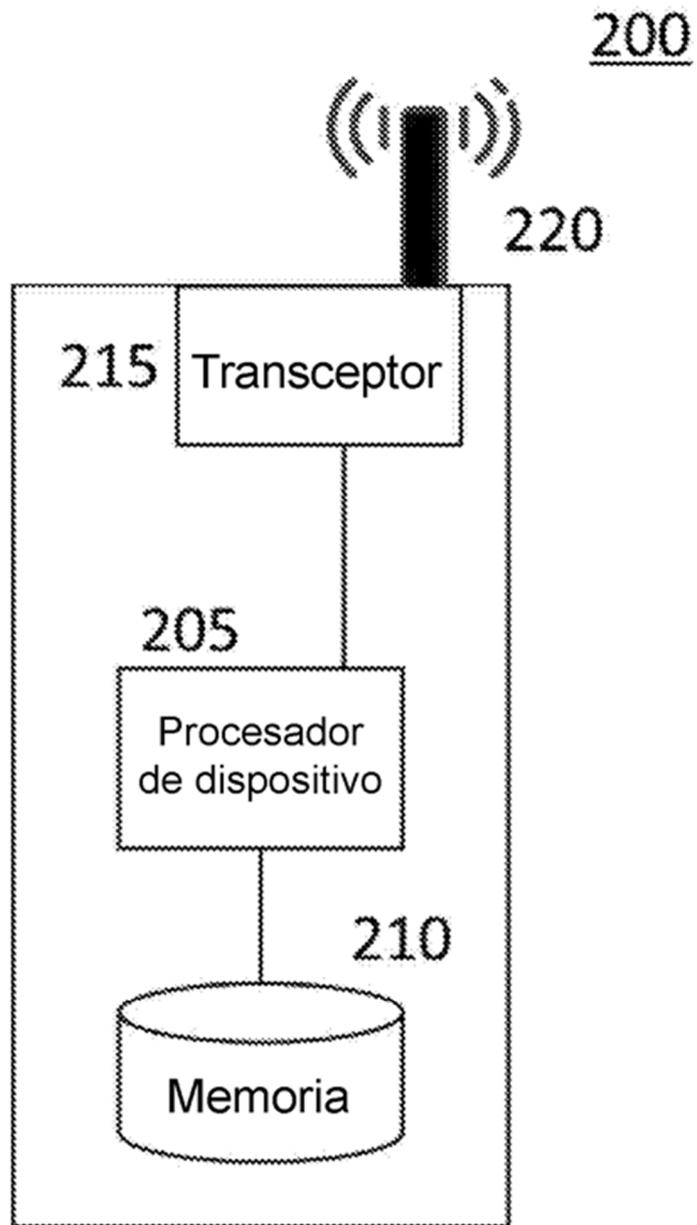


FIG. 2

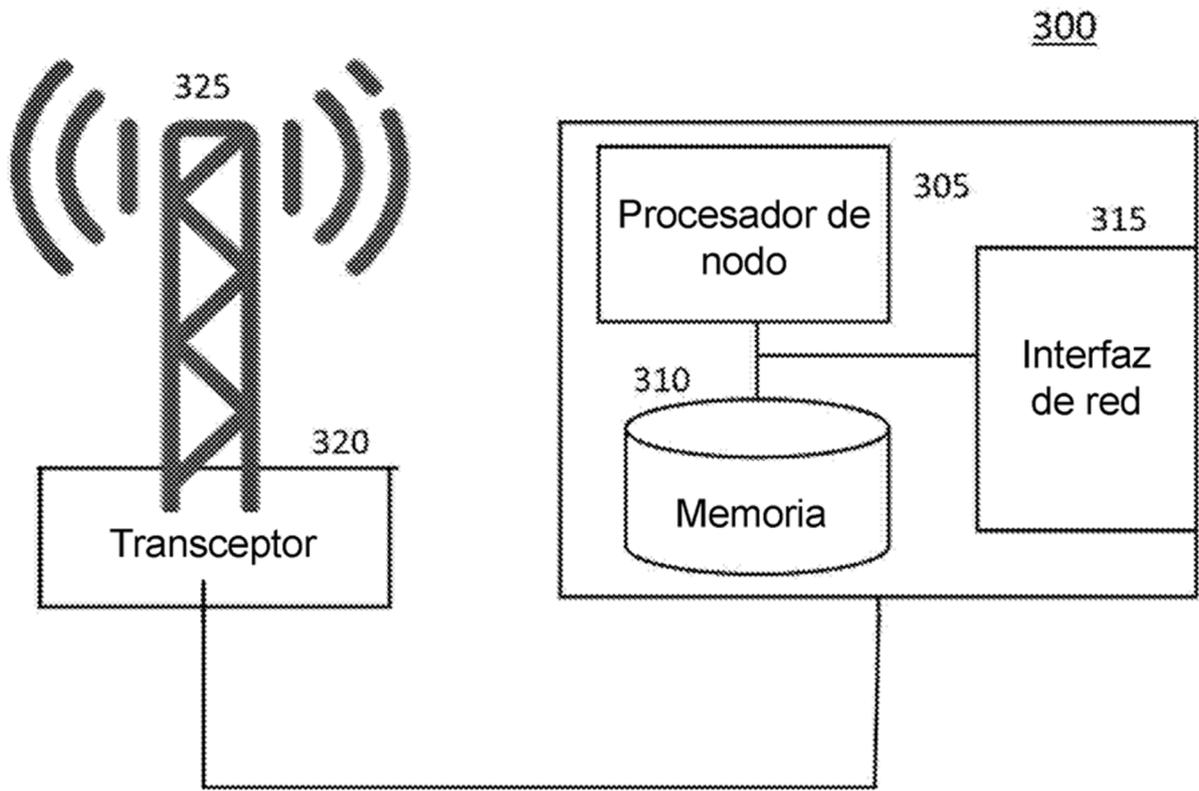


FIG. 3

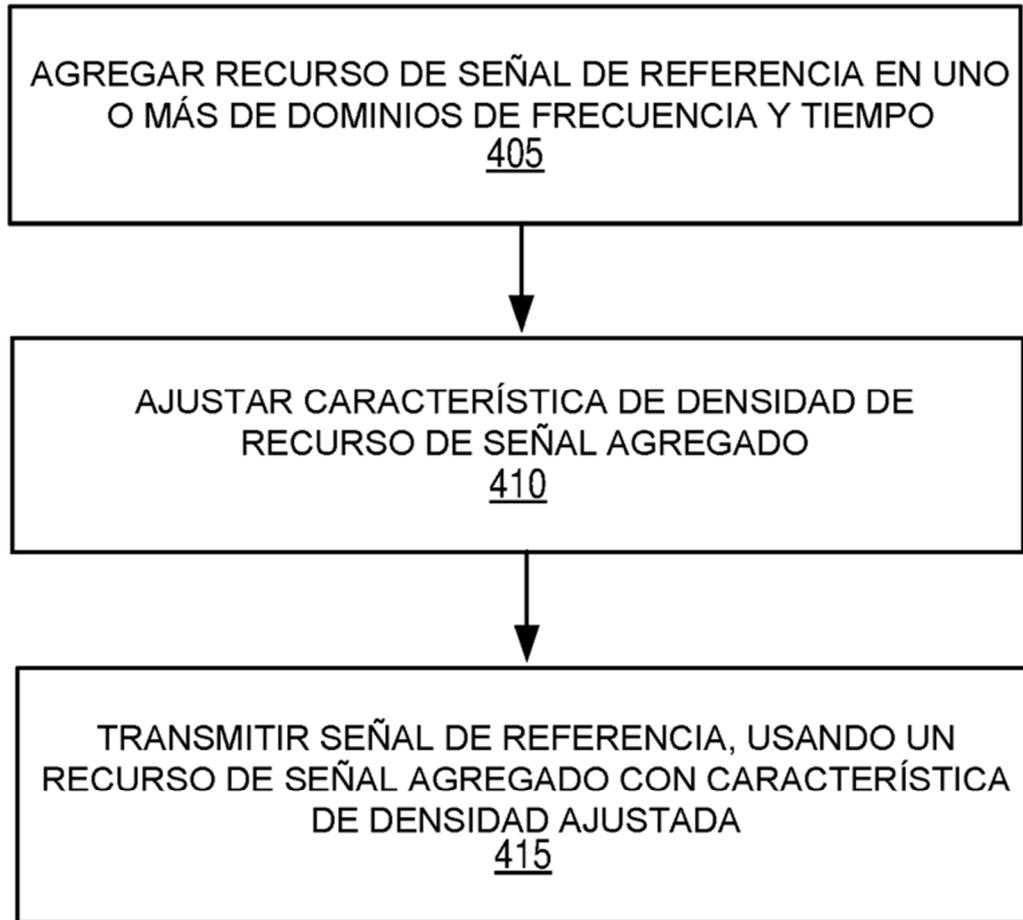


FIG. 4

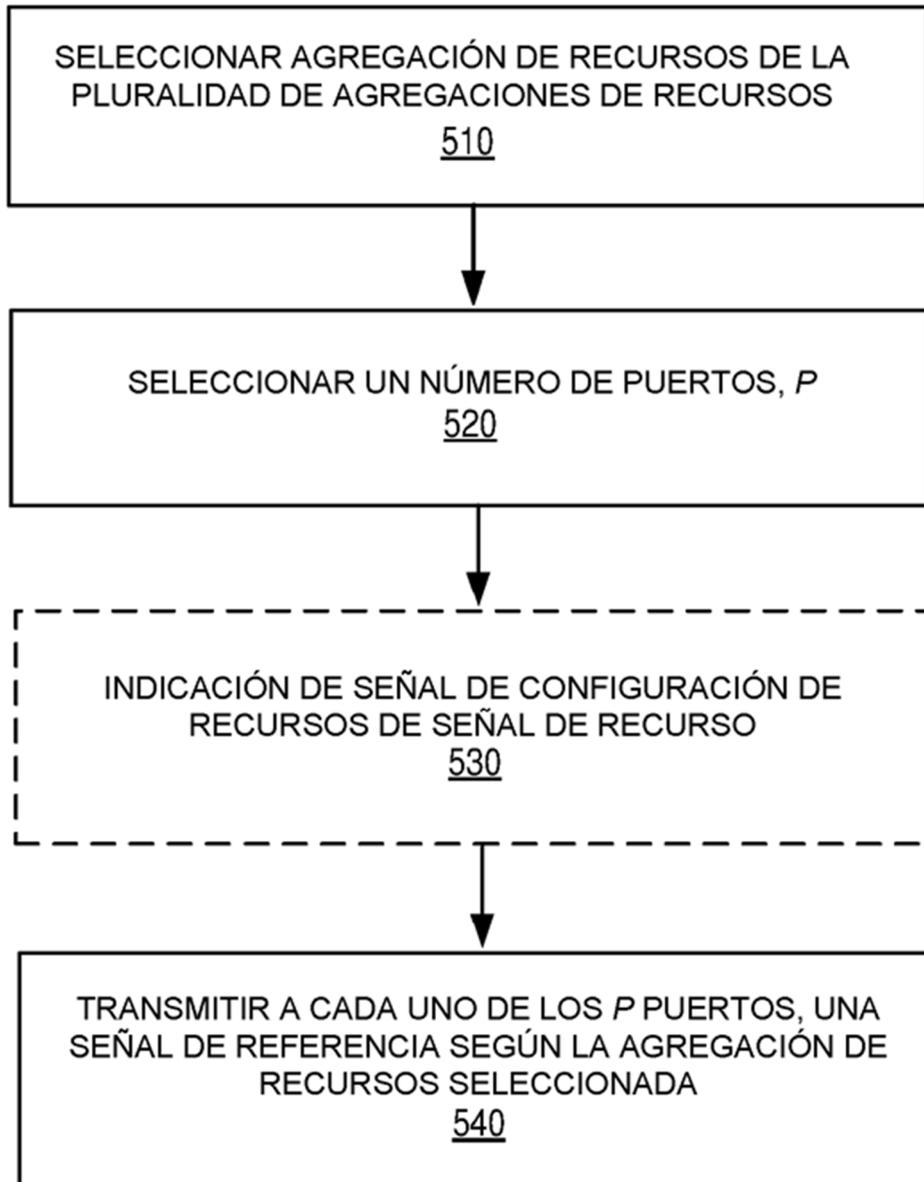


FIG. 5

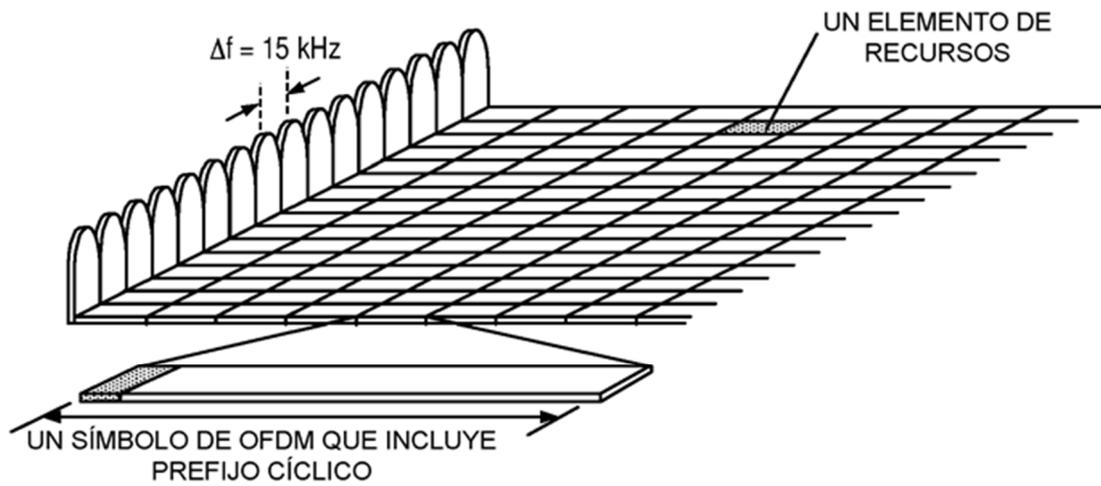


FIG. 6

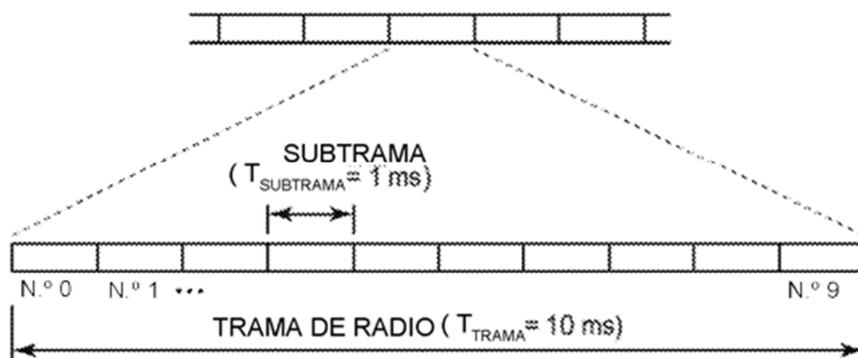


FIG. 7

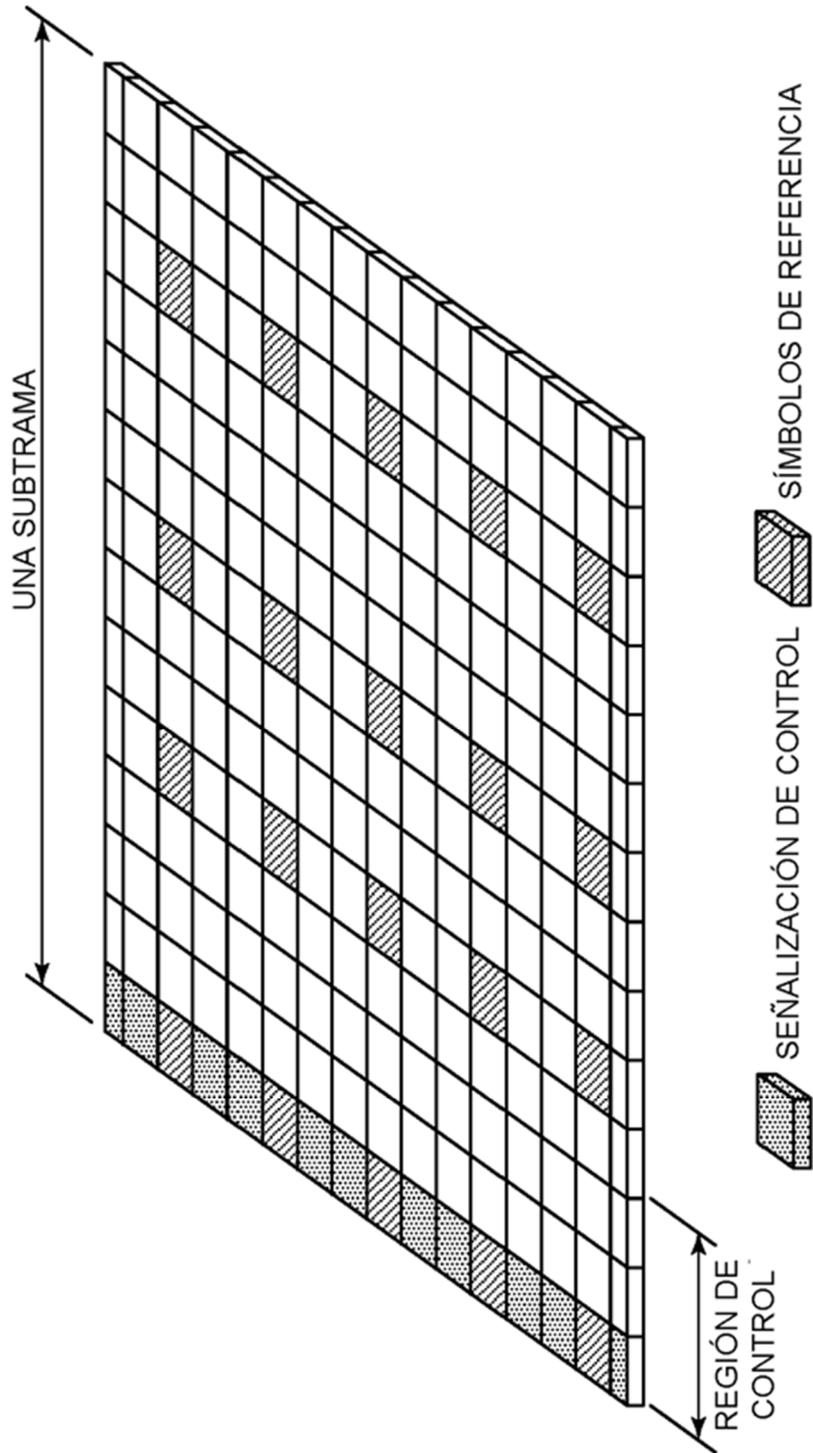


FIG. 8

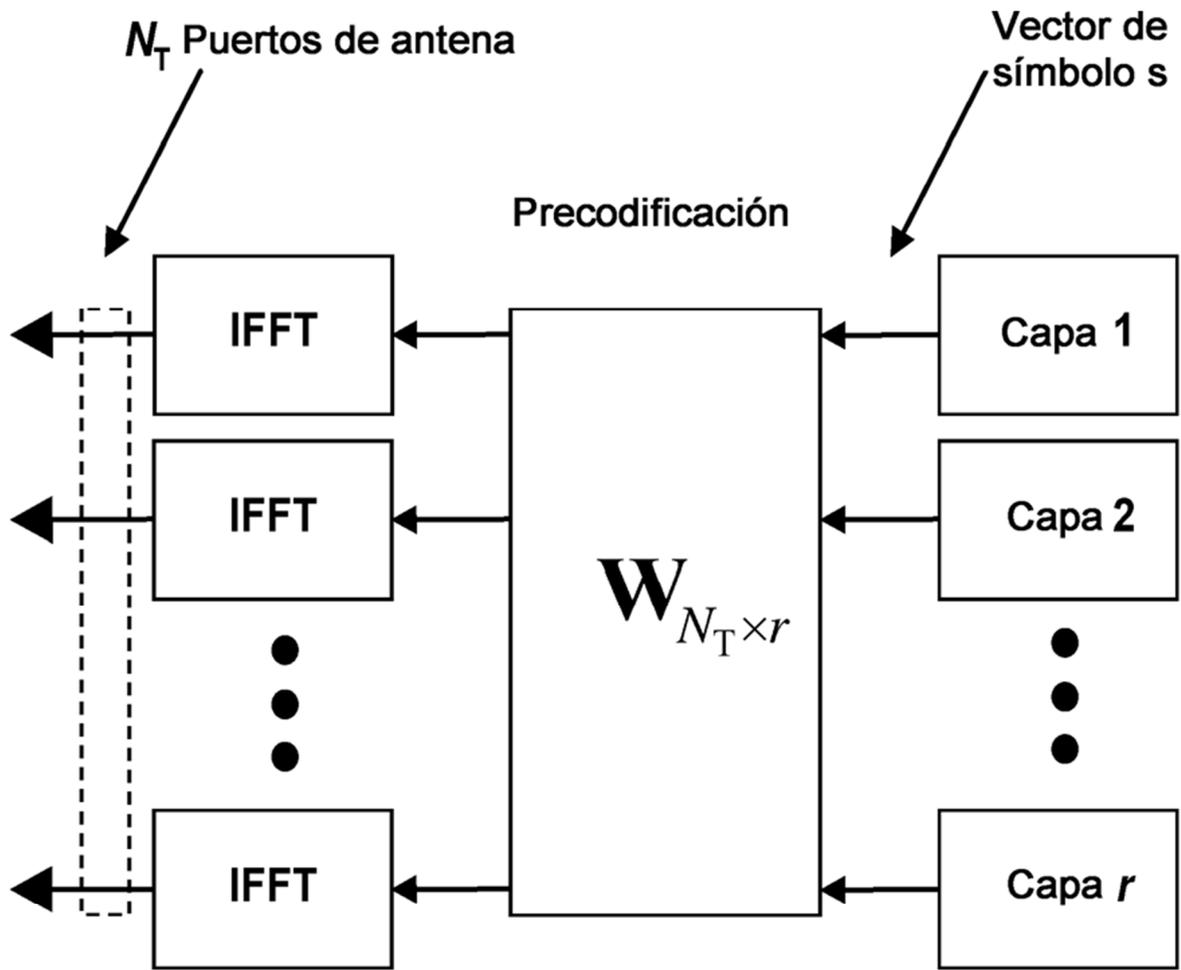


FIG. 9

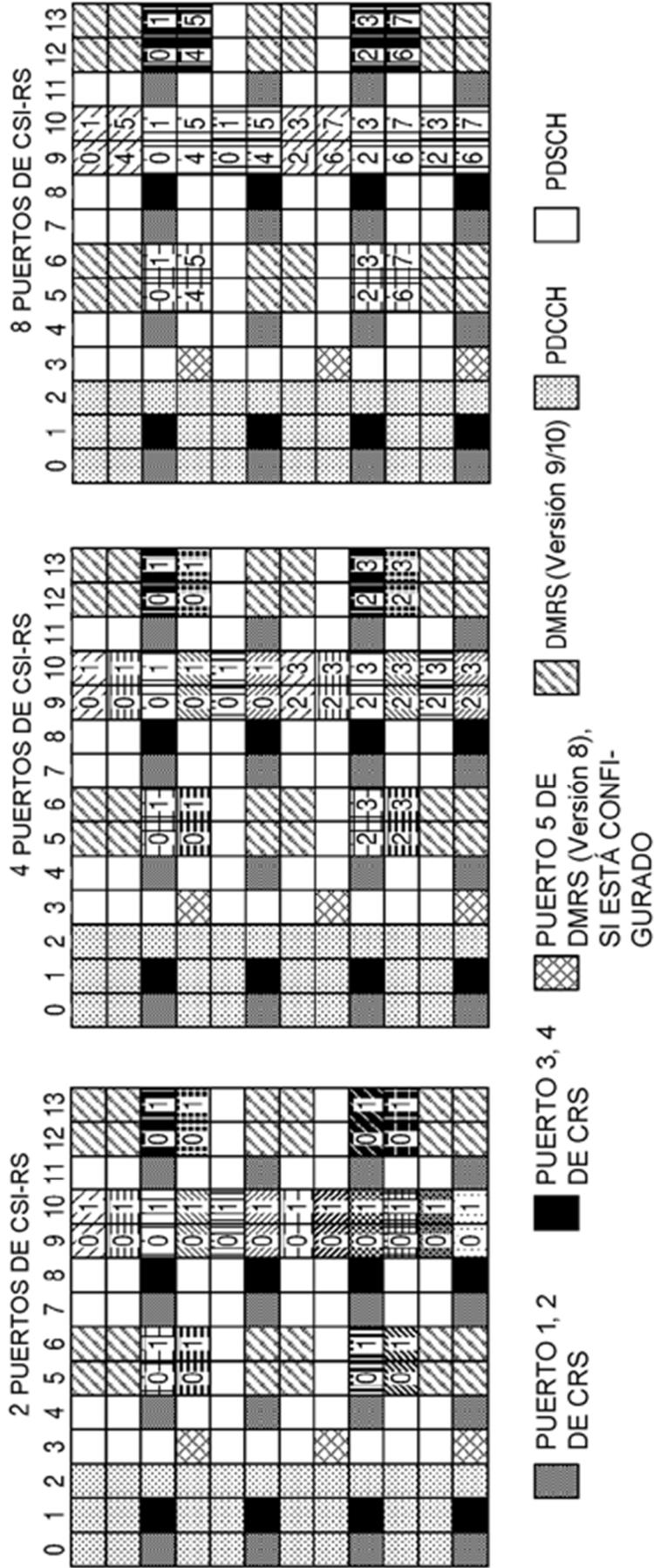


FIG. 10

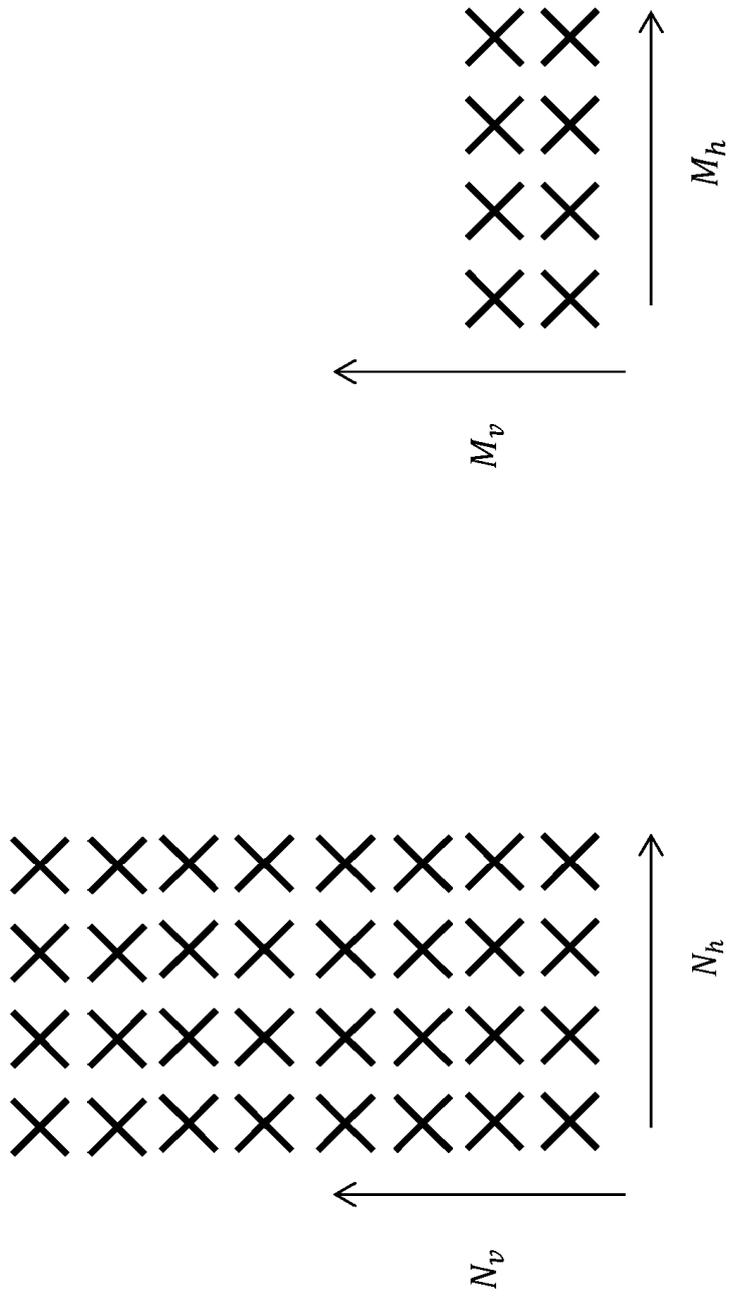


FIG. 11

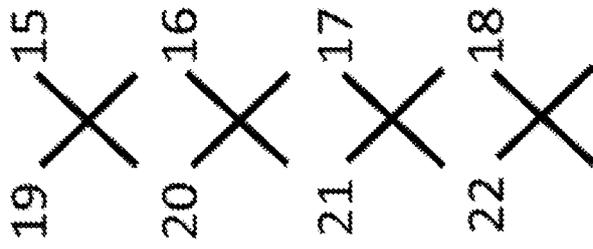


FIG. 12

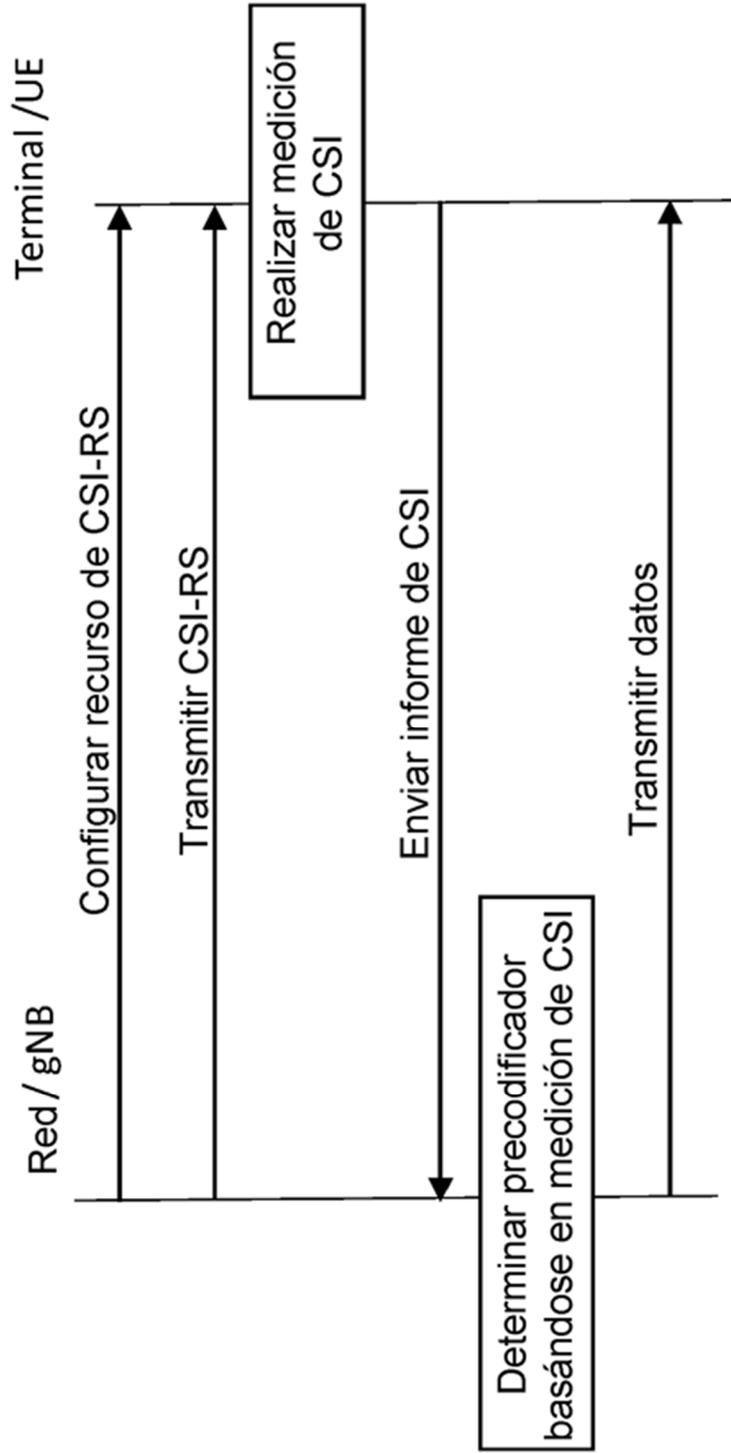


FIG. 13

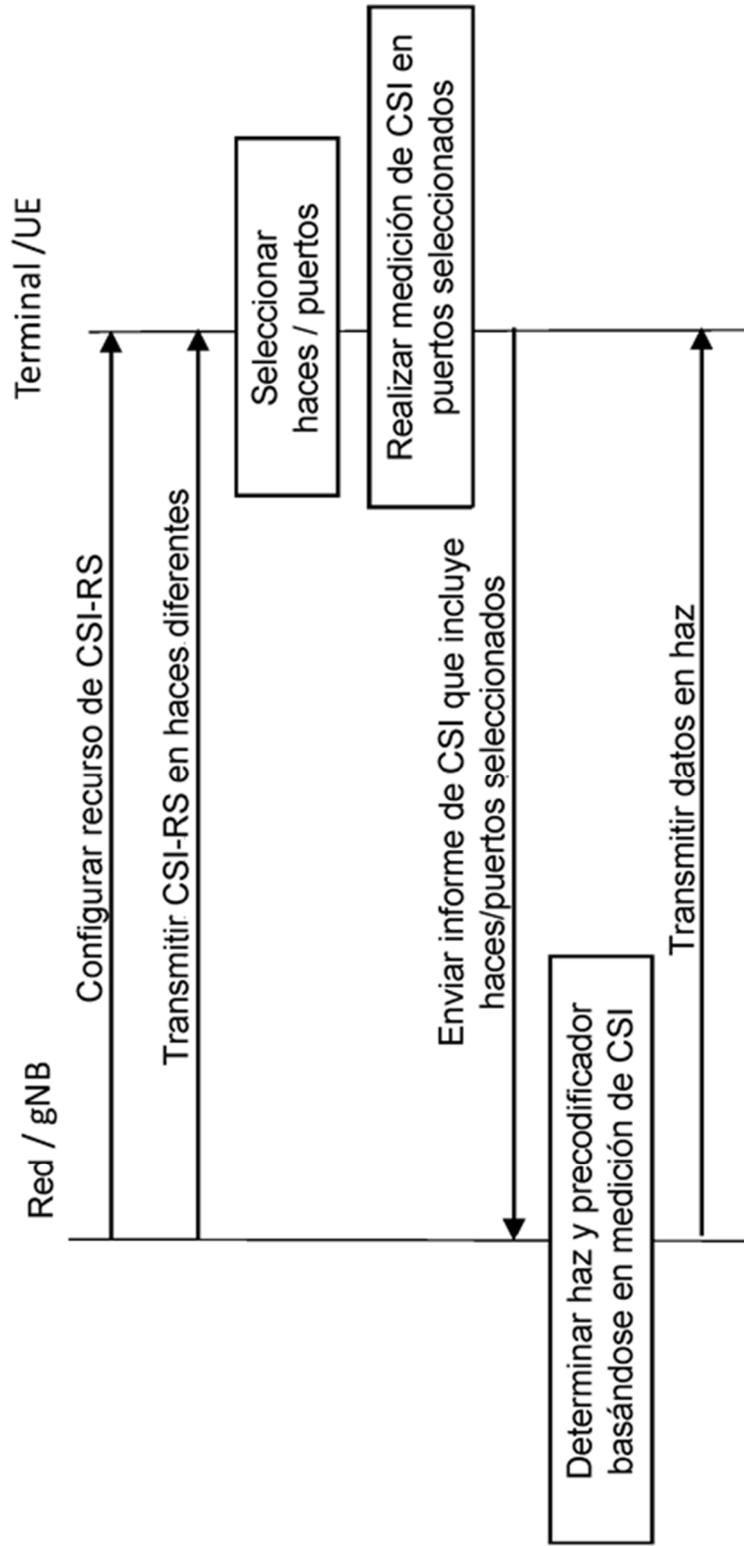


FIG. 14

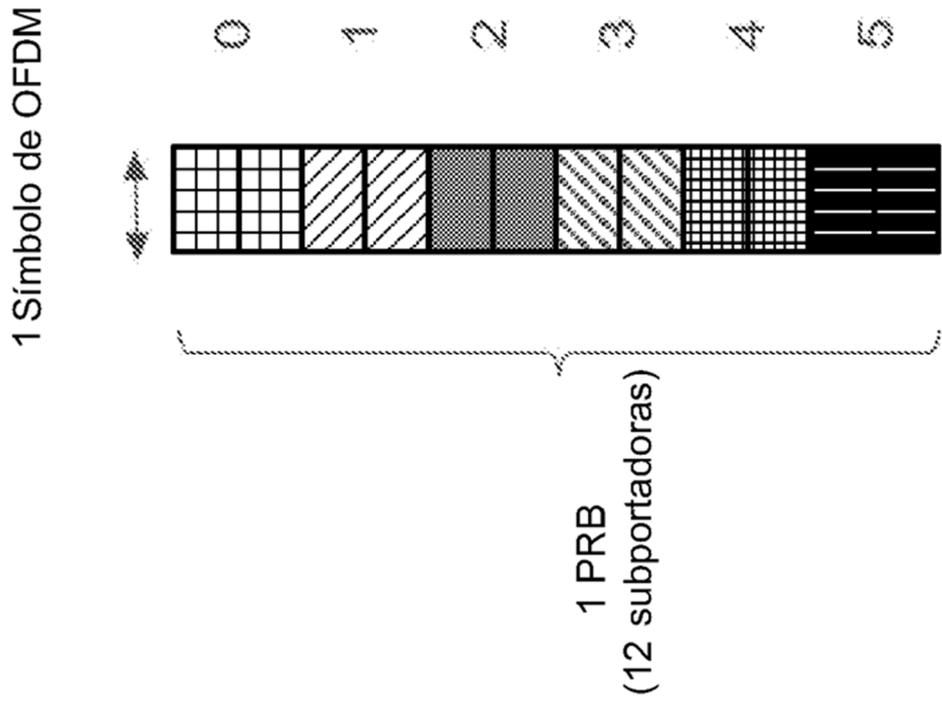
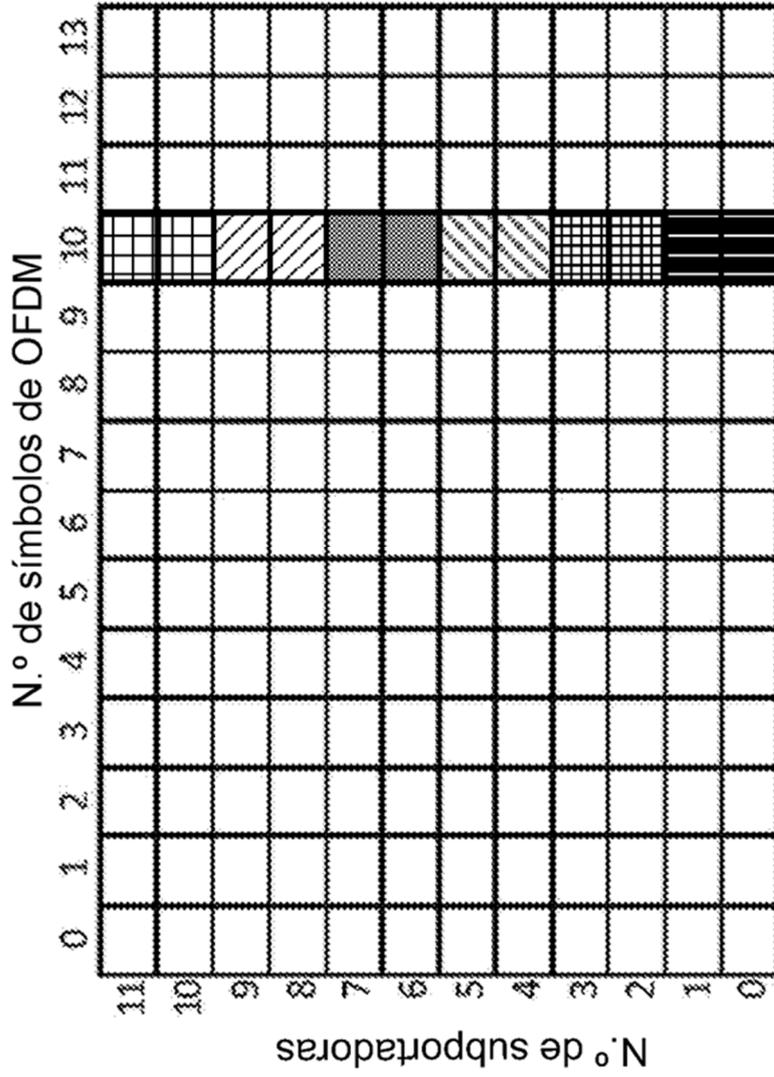


FIG. 15



por ejemplo , $x = 10$

FIG. 16

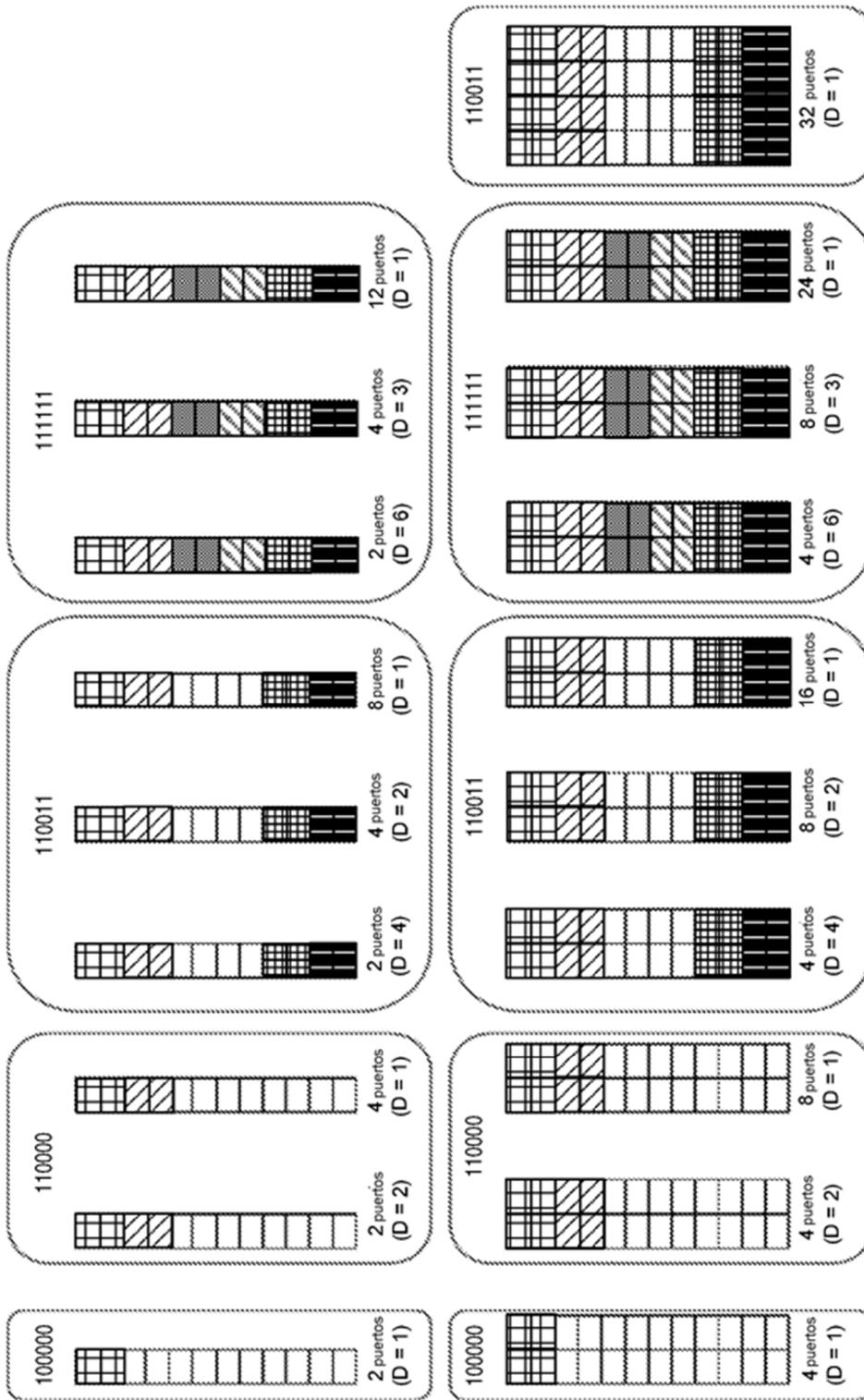


FIG. 17

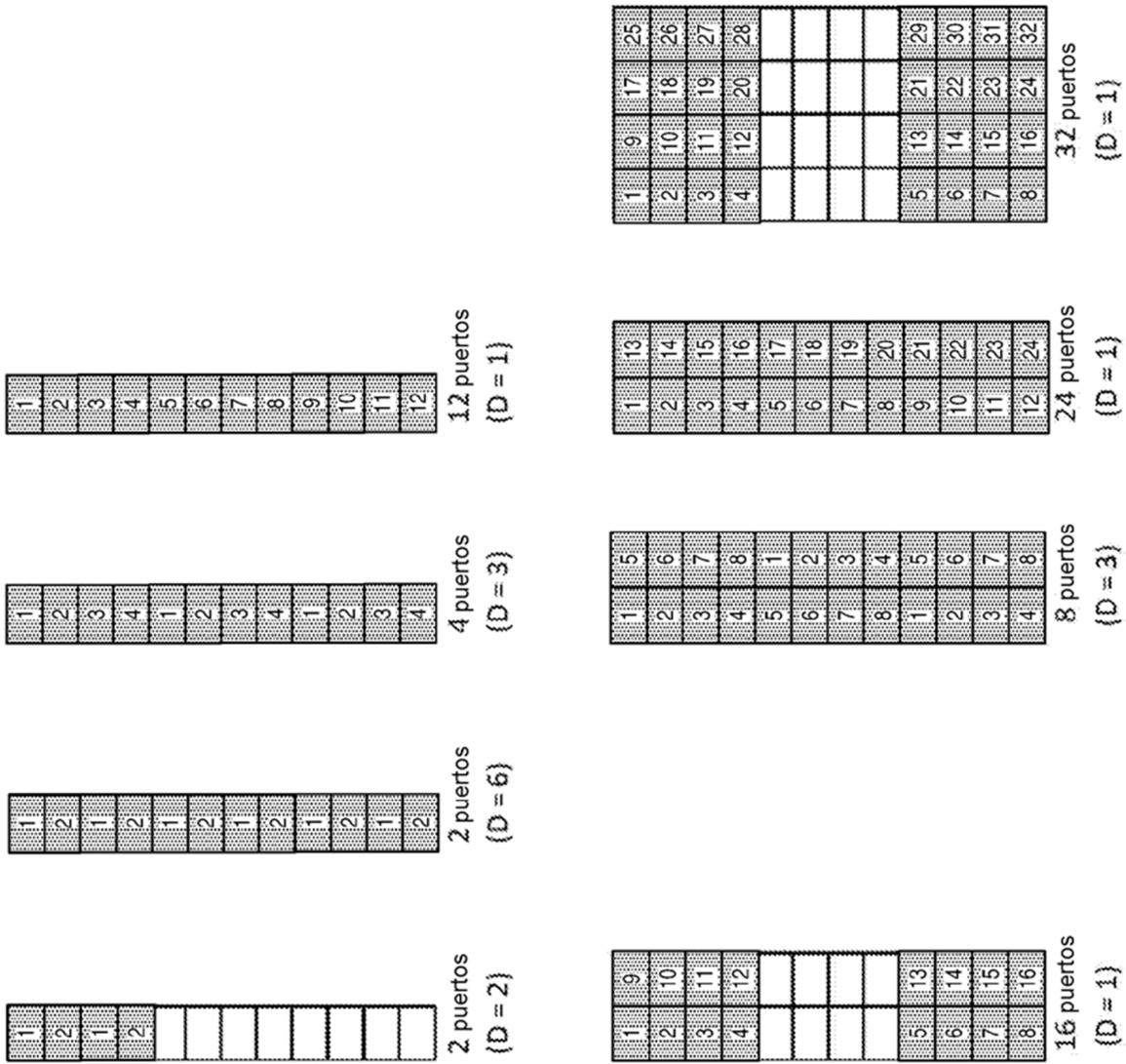
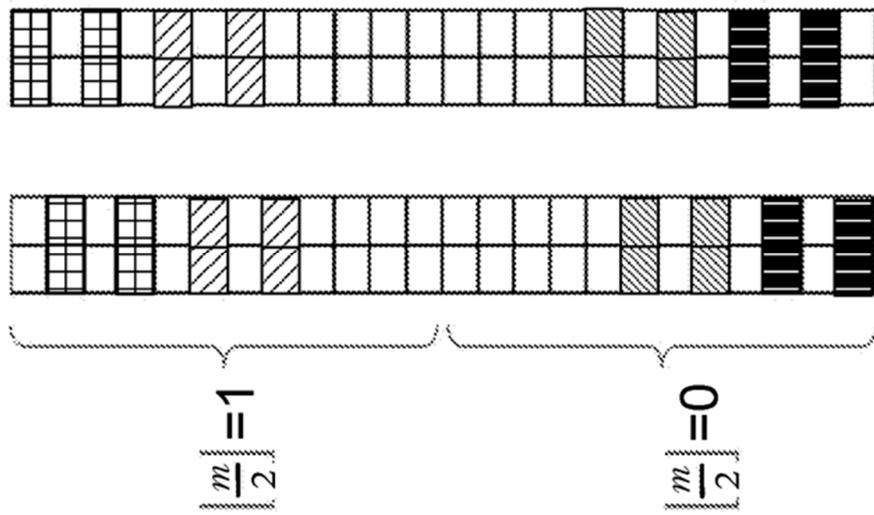


FIG. 18

Recurso de 16 RE a modo de ejemplo (mapa de bits - 11011)



Peine Peine
Desplazamiento = 0 Desplazamiento = 1

FIG. 19

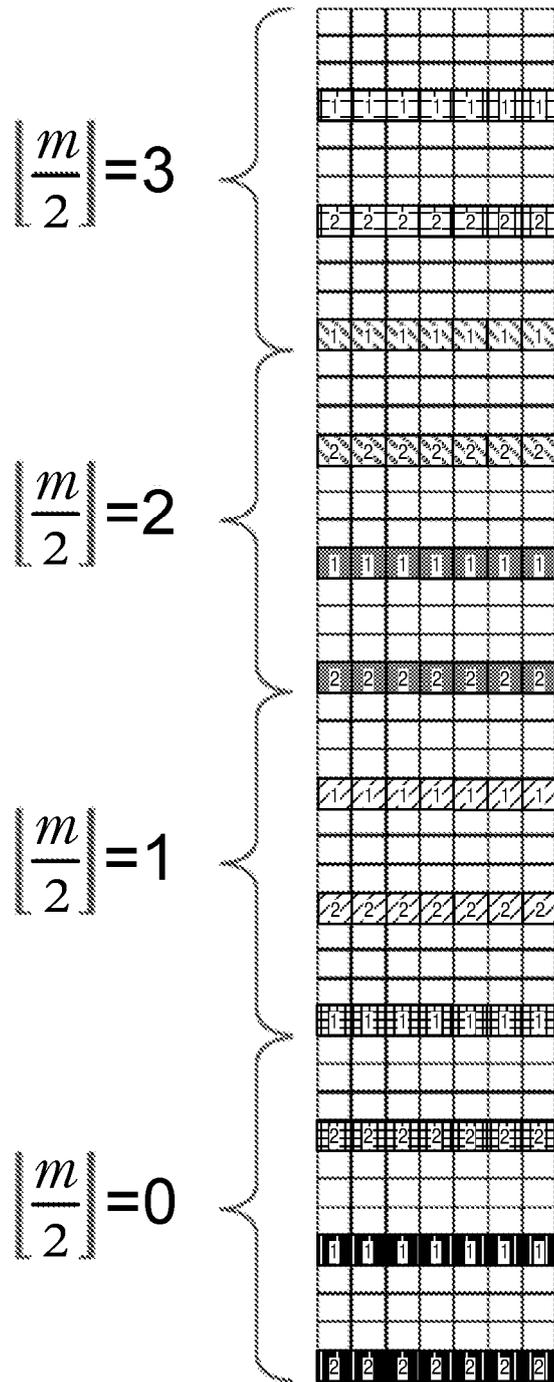


FIG. 20

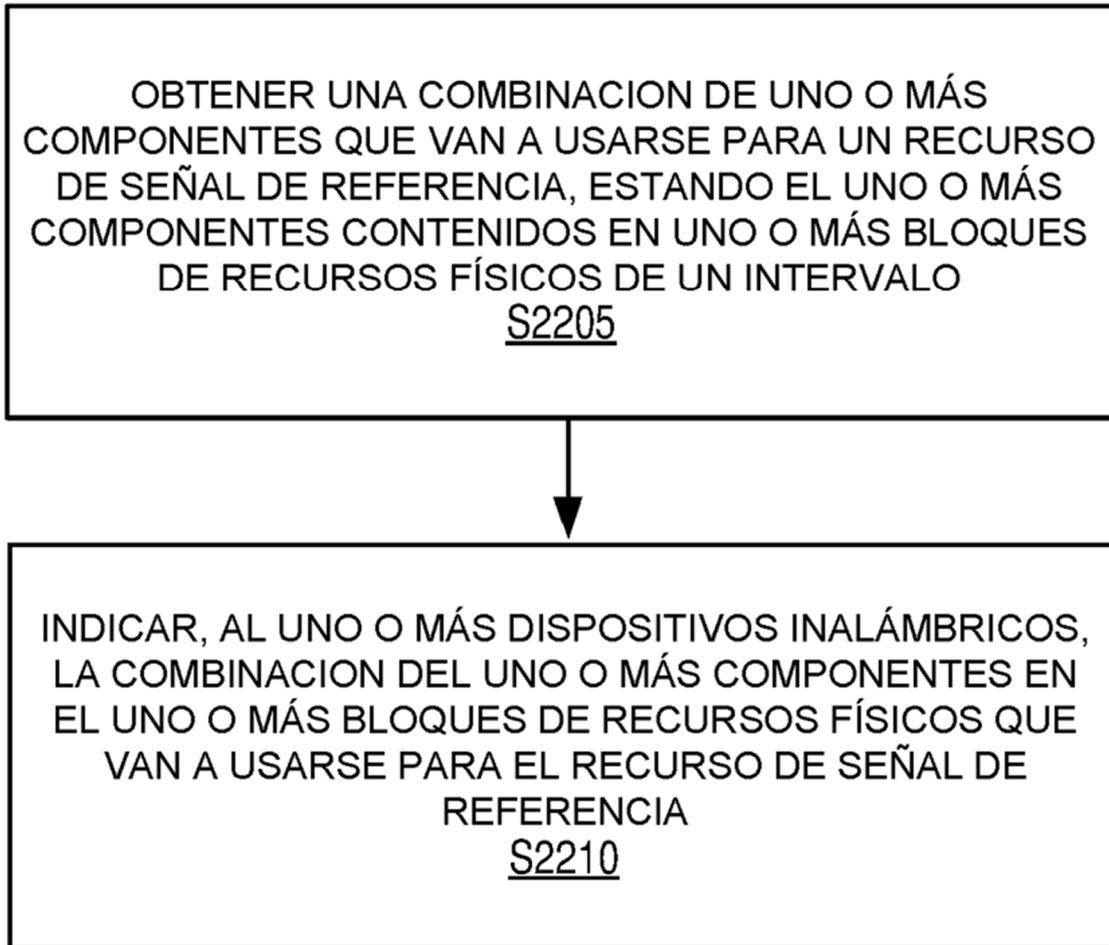


FIG. 22

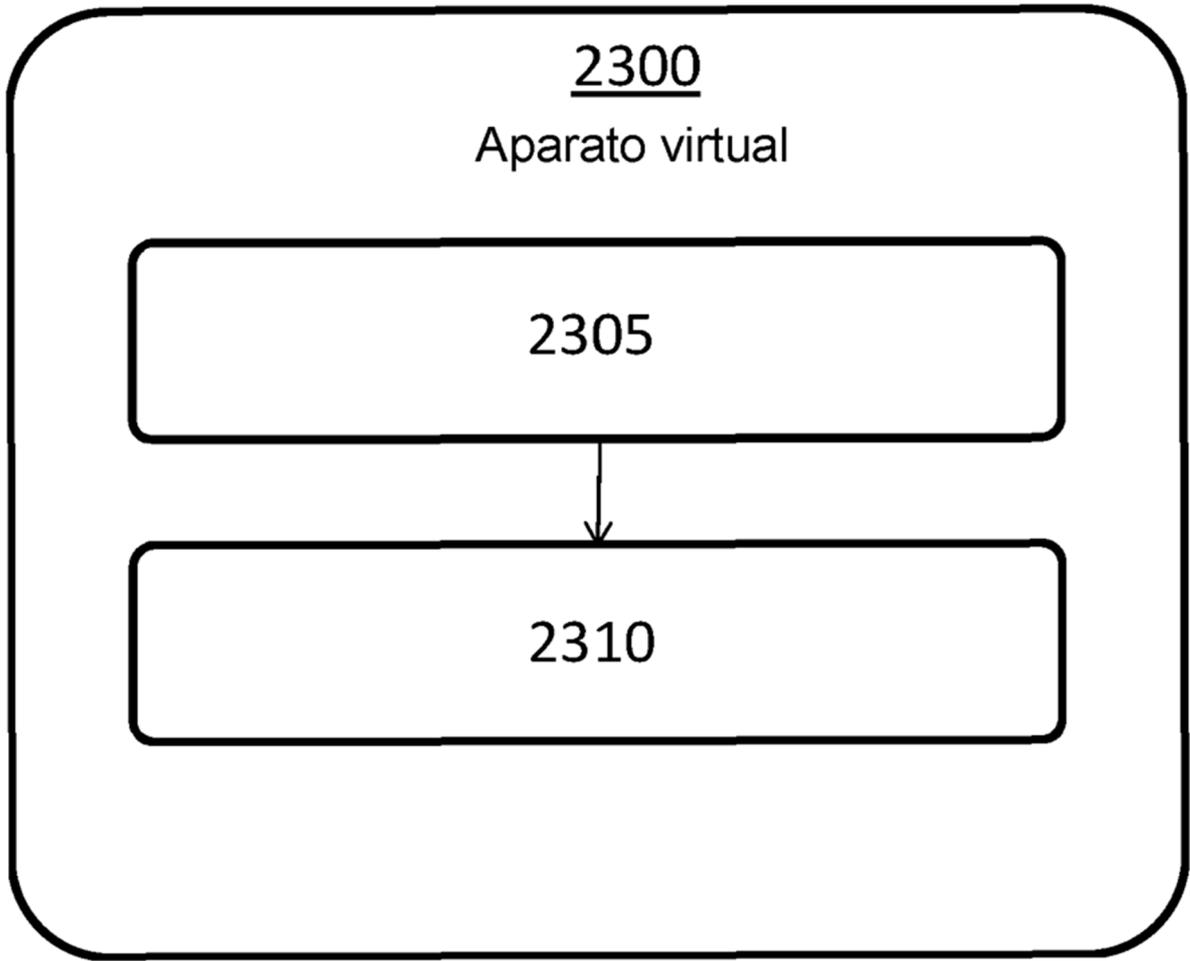


FIG. 23

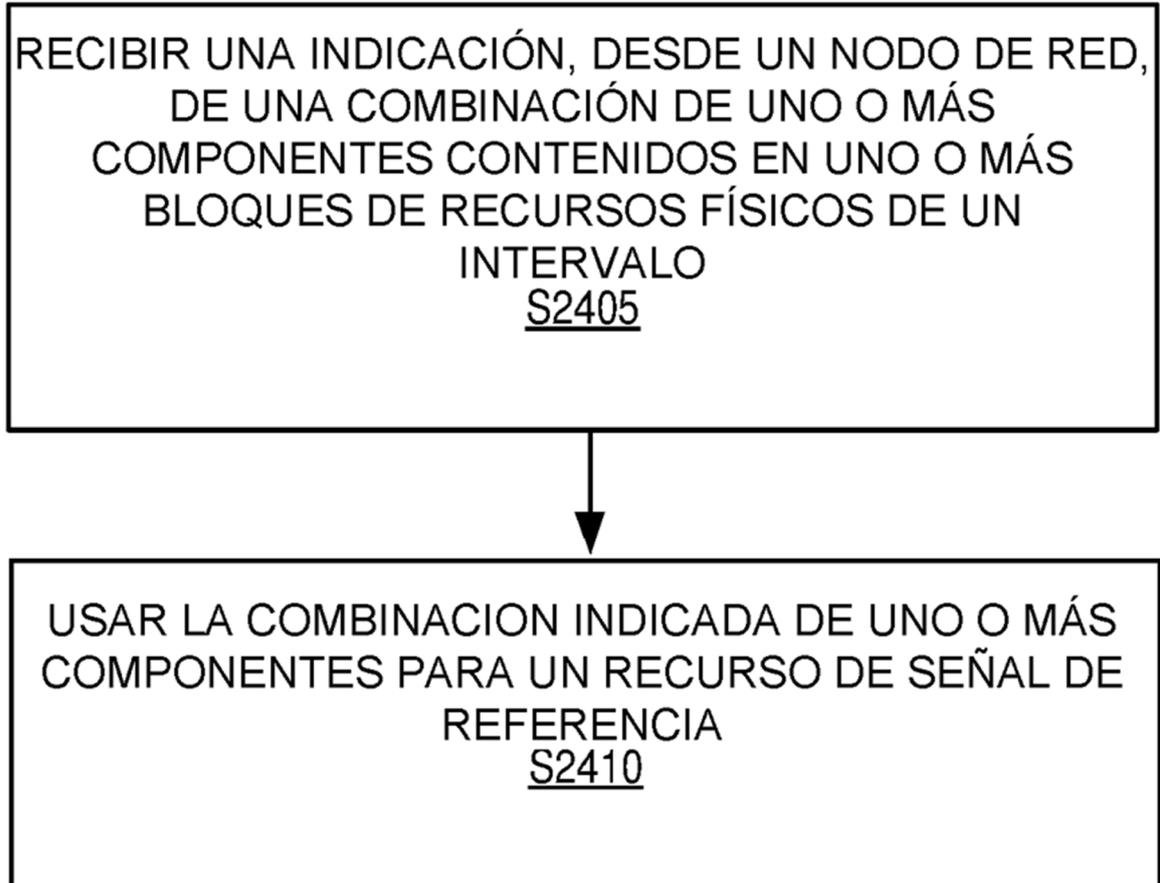


FIG. 24

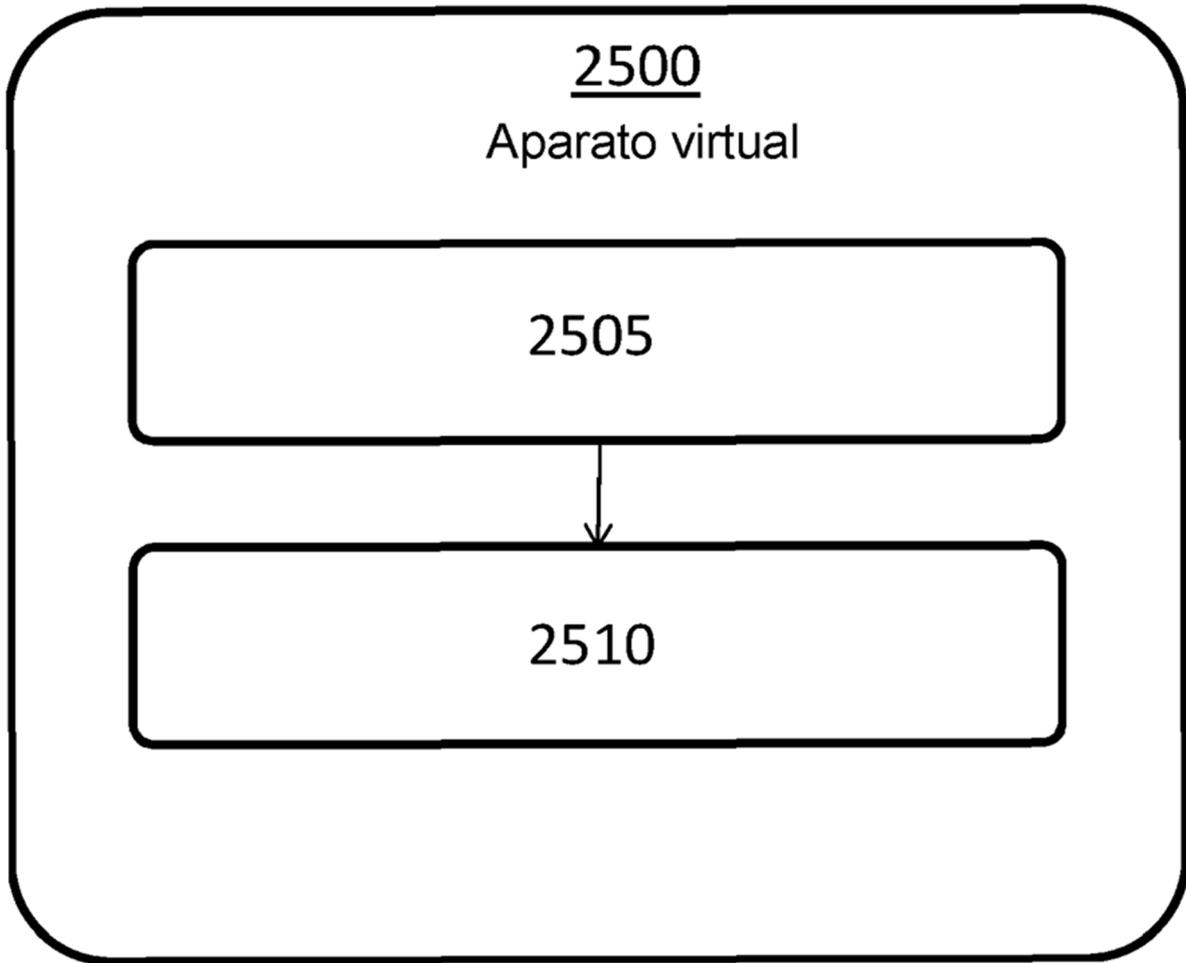


FIG. 25

2600

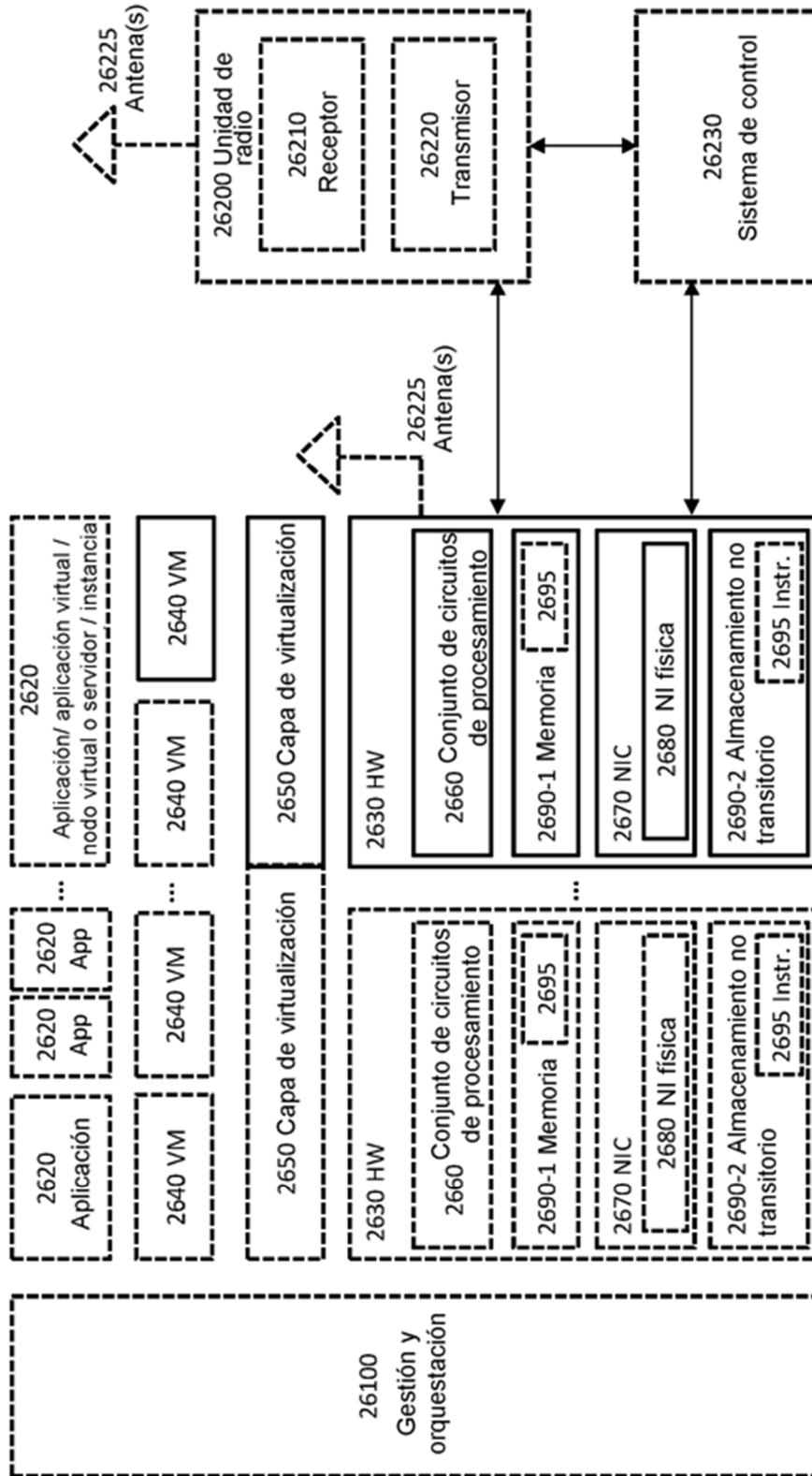


FIG. 26

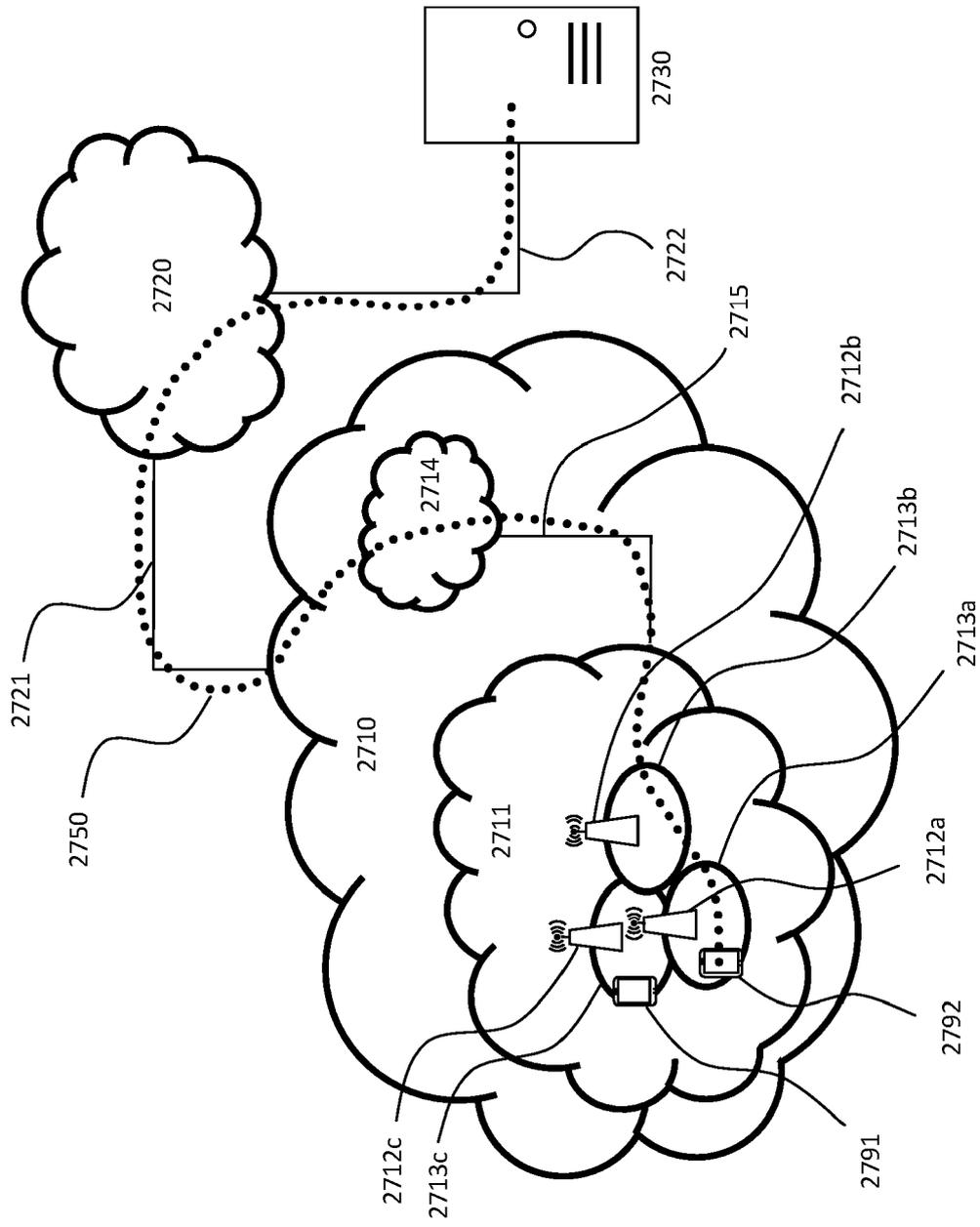


FIG. 27

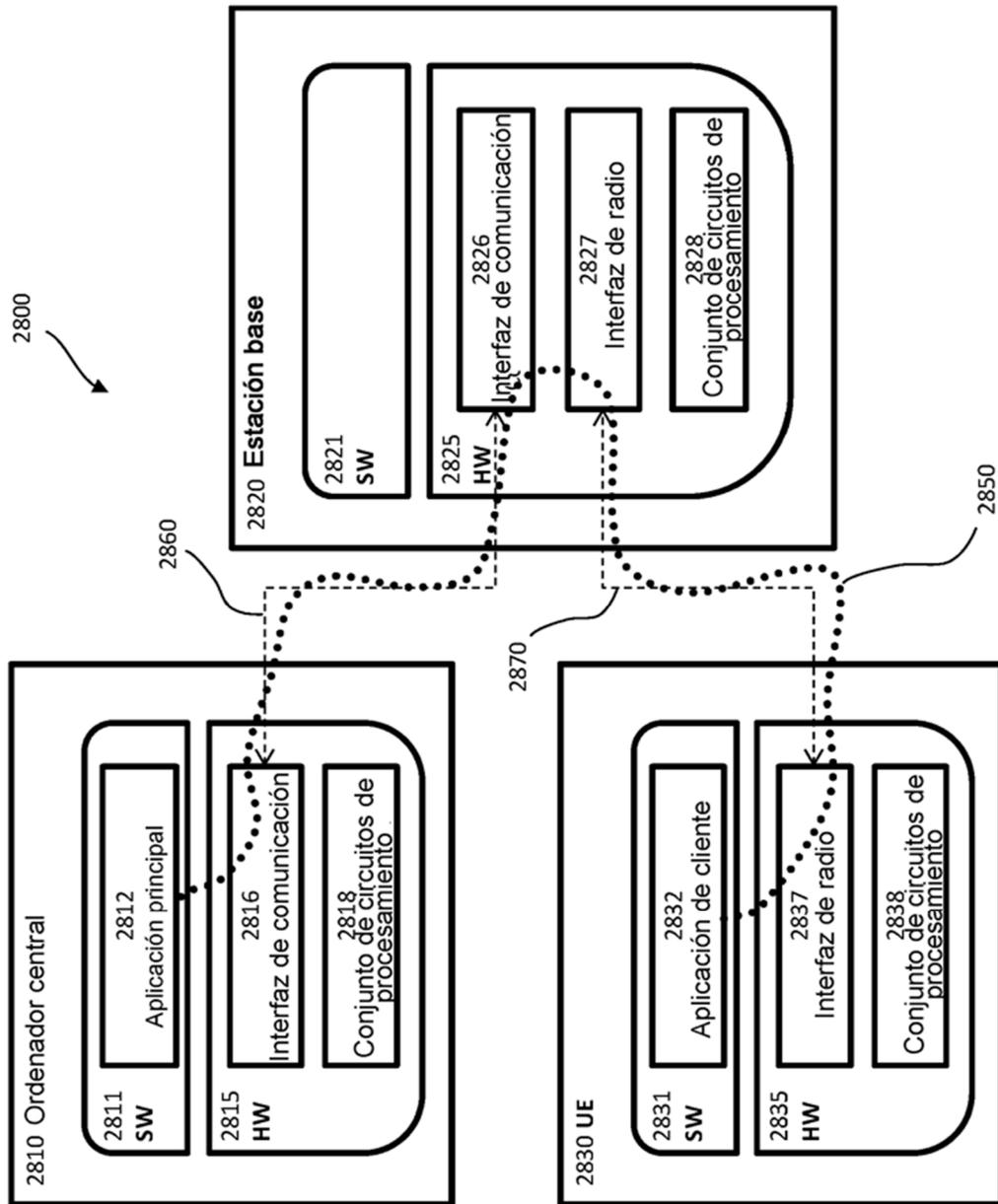


FIG. 28

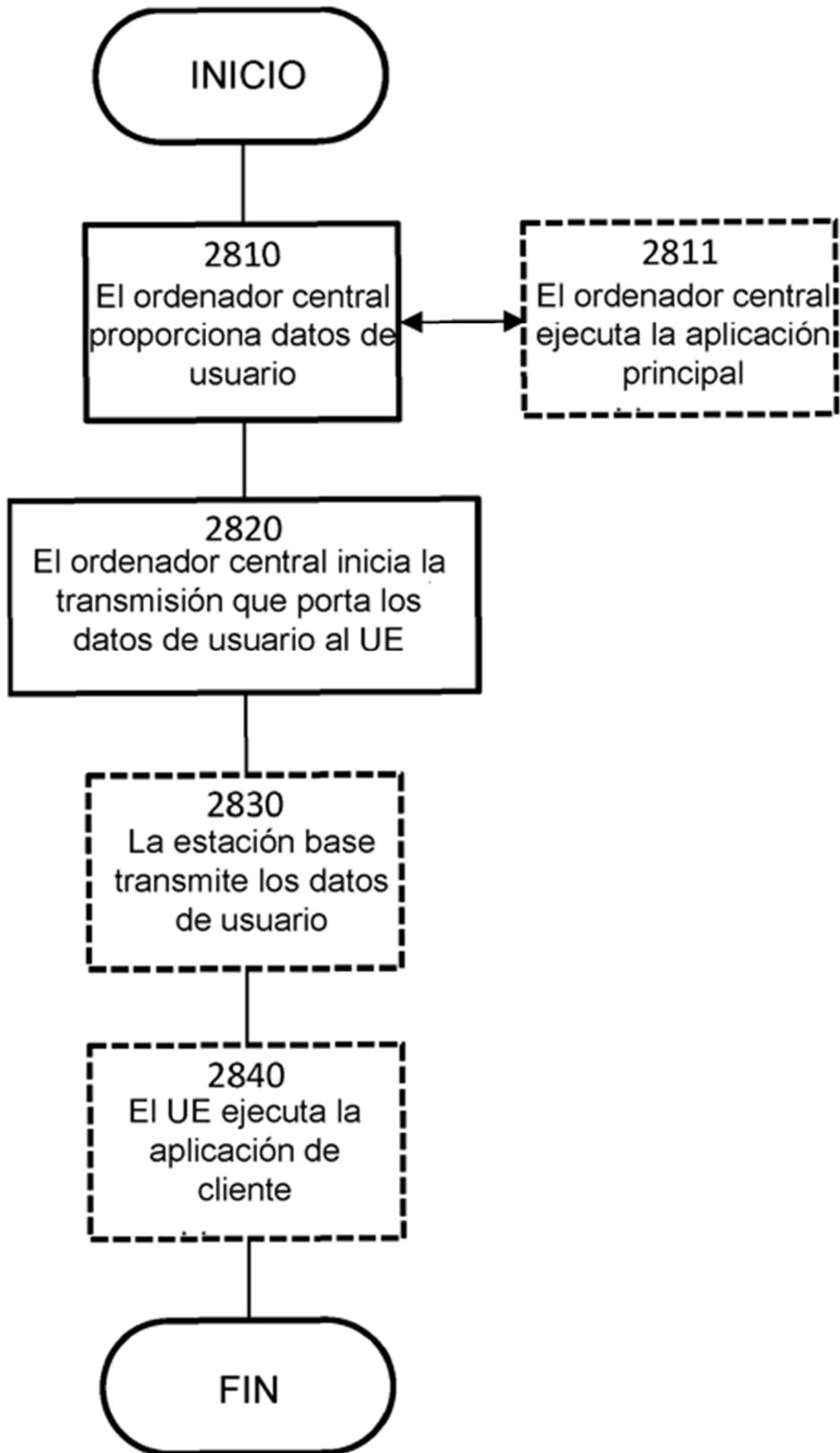


FIG. 29

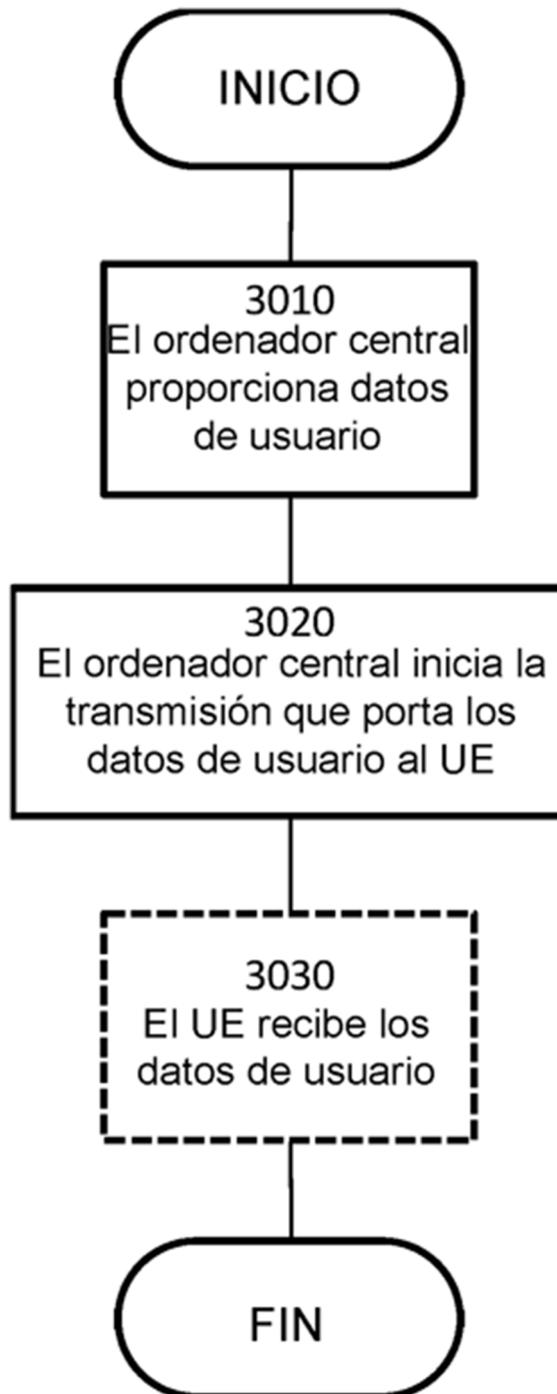


FIG. 30